



T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI
AFET VE ACİL DURUM
YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI

AFAD

TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

Aralık
December

2024

Cilt
Volume

6

Sayı
Number

2

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



TUSAK
Türkiye Ulusal
Sismoloji ve Araştırma
Fizik Komisyonu

Ankara / TÜRKİYE

e-ISSN: 2687-301X

Türk Deprem Araştırma Dergisi (TDAD)

*Turkish Journal of Earthquake Research
(Turk. J. Earthq. Res)*

(c) 2024

Cilt 6 - Sayı 2

(Volume 6 - Issue 2)

Türkiye Ulusal Sismoloji ve Arzı Fiziği Komisyonu (TUSAK)
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)

*National Seismology and Earth's Interior Physics Commission of Türkiye (TUSAK)
Disaster and Emergency Management Authority (AFAD)*

30.12.2024

Sıra (Nr)	İÇİNDEKİLER (CONTENT)	Sayfa No (Page Nr)
1	Zemin-Yapı Etkileşimini Dikkate Alan Analizlerde Sismik Taban İzolatörünün Etkisi (<i>The Effect of Seismic Base Isolator in Analysis Considering Soil-structure Interaction</i>) Ali Gürbüz ve Furkan Yurdakul Kayıkçı	271
2	İzmir İli Aletsel Dönem Depremlerinin Şiddet, Büyüklük ve Odak Mekanizma Çözümleri Açısından Değerlendirilmesi (<i>Evaluation of Instrumental Period Earthquakes in İzmir Province in Terms of Intensity, Magnitude and Focal Mechanism Solutions</i>) Çağlar Özkaymak, Hasan Sözbilir ve Mustafa Softa	286
3	Deprem Kaynaklı Olabilecek İyonosfer Anomalilerinin Araştırılması (<i>Investigation of Ionosphere Anomalies due to Earthquakes</i>) Osman Batur Çelik ve Bahadır Aktuğ	329
4	Eskişehir Fayının İnönü-Oklubalı Segmentine Ait İlk Paleosismolojik Bulgular (<i>Preliminary Paleoseismological Findings on the İnönü-Oklubalı Segment of the Eskişehir Fault</i>) İsmet Elma, Büşra Özçelik, Volkan Karabacak, Çağlar Özkaymak ve Ökmen Sümer	349
5	5 Eylül 2012 Afyonkarahisar (Türkiye) Askeri Mühimmat Deposu Patlamasının Sismolojik Analizi (<i>Seismological Analysis of the September 5, 2012 Afyonkarahisar (Türkiye) Military Ammunition Depot Explosion</i>) İrem Özkavaf ve Emrah Budakoğlu	369
6	6 Şubat 2023 (M _w :7.6) Ekinözü Depremi Yüzey Kırığının Çığlık Fayı (Malatya-Doğanşehir-Eskiköy) Boyunca Karakteristik Analizi (<i>Analysis of Surface Fault-Rupture Characteristics Resulting from the 6 February 2023 (M_w:7.6) Ekinözü Earthquake along the Ciglık Fault (Malatya-Dogansehir-Eskikoy)</i>) Fikret Koçbulut, Mustafa Softa, Elif Akgün, Sinan Koşaroğlu ve Nazmi Otlu	387
7	Kentlerin Depreme Dirençliliğinin Bina Bazlı Bölgesel Risk Dağılımı Yöntemi İle İncelenmesi: İzmit Kenti Örneği (<i>Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of Izmit City</i>) Deniz Gerçek Kurt, İsmail Talih Güven ve Hakan Erdoğan	405
8	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Kentsel Dönüşüm Kanunundaki Değişikliklerin Değerlendirilmesi; Yenilikler, Uygulama Süreci (<i>Examination of the Amendments to the Urban Transformation Law after the 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes; Innovations, Implementation Process</i>) Ayşe Nur Uysal Gezer ve Hüseyin Hakan İnce	420
9	Bireylerin Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejilerinin İncelenmesi: Kahramanmaraş Depremleri Örneği (<i>Examination of the individual's strategies to cope with earthquake stress: The Case of Kahramanmaraş Earthquakes</i>) Didem Demir Erbil, Oya Hazer, Edanur Akçam ve Seçkin Akkoyun	434
10	Meteorolojik Veriler Kullanılarak Deprem Tahmin Edilebilir mi? (<i>Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data?</i>) Erdinç Uslan ve Emin Ugur Ulugergerli	452
11	Sismik Etkiler Altında Gömülü Boru Davranışı: Christchurch Depremi Vaka Analizi (<i>Buried Pipe Behavior subjected to Seismic Effects: Christchurch Earthquake Case Study</i>) Muhammet Ceylan, Berk Yağcıoğlu, Engin Nacaroğlu ve Selçuk Toprak	471
12	Depremlerin Bireysel Tasarruf ve Harcama Tercihi Üzerindeki Etkisi: 6 Şubat 2023 Türkiye Depremlerinden Kanıtlar (<i>The Impact of Earthquakes on Individual Savings and Expenditure Preferences: Evidence from the February 6, 2023 Türkiye Earthquakes</i>) Mustafa Beybur	488
13	Okul Çağında Çocuğa Sahip Annelerin Deprem Sonrası Yaşam Deneyimleri (<i>Post-Earthquake Life Experiences of Mothers with School-Age Children</i>) Salih Karip, Merve Tekin ve Serap Daşbaş	508

Sıra (Nr)	İÇİNDEKİLER (CONTENT)	Sayfa No (Page Nr)
14	Kullanımlar ve Doyumlar Kuramı Bağlamında 6 Şubat Depremleri Sonrası Medya Kullanımına Yönelik Bir Araştırma (<i>A Study on Media Use after the February 6, Earthquakes in the Context of Uses and Gratifications Theory</i>) Mücahit Sami Küçüküğü	527
15	Afet Sonrası Acil Eylem Planı Olarak Eğitim Amaçlı Kullanılan Prefabrik Yapıların Sürdürülebilirliği (<i>Assessment of the Sustainability of Prefabricated Buildings Utilised as Post-Disaster Emergency Educational Facilities</i>) Ruşen Ergün, İzzettin Kutlu ve İrem Bekar	548
16	Düşey ve Deprem Yükleri Altında Tünel Kalıp Sistemli Bir Binanın Farklı Temel-Zemin Modellerine Göre Analizi (<i>Analysis of a Building with Tunnel Formwork System under Vertical and Earthquake Loads According to Different Foundation-Soil Models</i>) Ali Serdar Ecemiş, Yavuz Yenginar ve İlyas Özkan	569
17	Deprem Sonrasında İhtiyaç ve Yaşam Malzemeleri Talep Uygulaması (<i>Request Application for Needs and Living Supplies after the Earthquake</i>) Nurettin Baş ve Önder Yakut	587
18	Afet Yönetiminde Yapay Zekâ: Yaklaşımlar, Yöntemler ve Uygulamalar (<i>Artificial Intelligence in Disaster Management: Approaches, Methods and Applications</i>) Cem Angın	610
19	6 Şubat Depremlerinden Etkilenen Bölgelere Giden Gönüllü Öğretmenlerin Deneyimleri (<i>The Experiences of Volunteer Teachers in Regions Affected by the February 6 Earthquakes</i>) Gizem Yıldız Baklavacı ve Ahmet Faruk Levent	628
20	Deprem Dönemlerinde VIX, Döviz Kuru ve Petrol Fiyatlarının BIST100 Üzerindeki Etkisi: Fourier Yaklaşımlardan Kanıtlar (<i>The Impact of the VIX, Exchange Rate and Oil Prices on the BIST100 During Earthquake Periods: Evidence from Fourier Approaches</i>) Ayşegül Han ve Nergis Tosun	649
21	6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Sonrası İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşüm Agregası Olarak Kullanımı: Malatya İli Örneği (<i>The Use of Construction and Demolition Wastes as Recycling Aggregate after February, 6th Kahramanmaraş Earthquakes: The Case from Malatya Province</i>) Müslüm Murat Maraş	669



The Effect of Seismic Base Isolator in Analysis Considering Soil-structure Interaction

Ali Gurbuz¹ and Furkan Yurdakul Kayıkcı¹

¹ Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, 53000 Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1123-9968, 0000-0002-7399-5681

Keywords

Seismic base isolator, Soil-structure interaction, Time history analysis

Highlights

* Differences in the analysis results if the building with seismic isolators is considered as built-in to the soil and modelled together with the soil.
* The effect of seismic isolators in analyses that consider the soil-structure interaction

Aim

The aim of this study is to investigate the effect of the analysis technique that considers the soil-structure interaction in buildings with seismic base isolators

Location

This study was conducted on a conceptual model

Methods

The research is quantitative research and was carried out with the finite element method

Results

It has been shown that considering the soil-structure interaction has a significant impact on the results of the analyses performed on seismic base-isolated structures

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 31.10.2023

Revised: 01.10.2024

Accepted: 02.10.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1383585



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Ali Gurbuz

Email: ali.gurbuz@erdogan.edu.tr

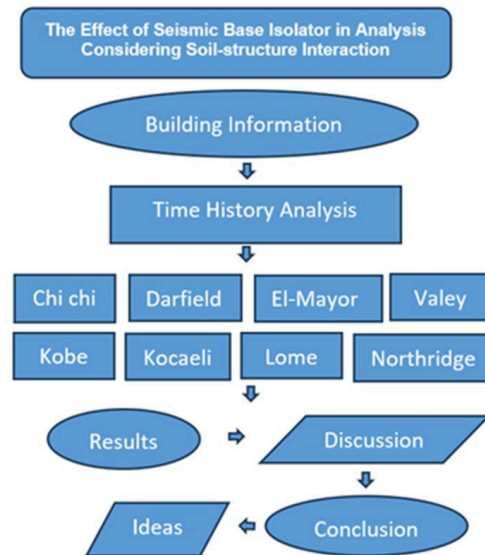


Figure
Graphical Abstract

How to cite:

Gurbuz A., Kayıkcı F.Y., 2024. The Effect of Seismic Base Isolator in Analysis Considering Soil-structure Interaction, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 271-285, <https://doi.org/10.46464/tdad.1383585>.



TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



Zemin-Yapı Etkileşimini Dikkate Alan Analizlerde Sismik Taban İzolatörünün Etkisi

Ali Gürbüz¹ ve Furkan Yurdakul Kayıkcı¹

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 53000 Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1123-9968, 0000-0002-7399-5681

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; sismik taban izolatörlü binalarda zemin-yapı etkileşimini dikkate alan analiz tekniğinin etkisini araştırmaktır. Özellikle yumuşak zemine oturan binaların analizinde zemin-yapı etkileşiminin dikkate alınması daha hassas sonuç elde edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte sismik taban izolatörü kullanılan yapılarda zemindeki titreşimler yapıya sönmülenererek etki ettiği için bu fayda azalmaktadır. Bu tür binalarda zemin-yapı etkileşimini dikkate almanın sonuçlar üzerindeki etkisi halen araştırılması gereken bir konudur. Bu amaçla çalışma kapsamında; taban izolatörü kullanımı için uygun özellikleri taşıyan 8 katlı örnek bir yapı planı seçilmiştir. Seçilen yapı için dört farklı model oluşturulmuş. İlk iki modelde taban izolatörü bulunmayan bir yapı zemine ankastre ve daha sonra zemin ile birlikte modellenmiştir. Sonraki iki modelde ise çözüme sismik taban izolatörü dahil edilmiştir. Oluşturulan tüm modellere 11 farklı deprem kaydı için zaman tanım alanında dinamik analiz uygulanmıştır. Analizler sonucunda ankastre modelleme ve zeminin 3 boyutlu modellenmesi ile yapıya etkiyen ivmeler, kesme kuvvetleri, ötelenmeler gibi tepkilerde oluşan değişim incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; taban izolatörü kullanılmadığında zemin-yapı etkileşimini dikkate almak daha fazla önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler

Sismik taban izolatörü, Zemin-yapı etkileşimi, Zaman tanım alanında dinamik analiz

Öne Çıkanlar

* Sismik izolatörlü binanın zemine ankastre kabul edilerek ve zemin ile birlikte modellenmesi halinde analiz sonuçlarında oluşan farklar.

* Zemin-yapı etkileşimini dikkate alan analizlerde sismik izolatörlerin etkisi

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 31.10.2023
Düzeltilme: 01.10.2024
Kabul: 02.10.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1383585

Sorumlu yazar

Ali Gürbüz
Eposta:
ali.gurbuz@erdogan.edu.tr

The Effect of Seismic Base Isolator in Analysis Considering Soil-structure Interaction

Ali Gurbuz¹ and Furkan Yurdakul Kayıkcı¹

¹ Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, 53000 Rize, Türkiye

ORCID: 0000-0003-1123-9968, 0000-0002-7399-5681

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effect of the analysis technique that considers the soil-structure interaction in buildings with seismic base isolators. Taking the soil-structure interaction into consideration, especially in the analysis of buildings sitting on soft soils, provides more precise results. However, in structures where seismic base isolators are used, this benefit decreases as the vibrations in the ground affect the structure by being damped. The effect of considering the soil-structure interaction in such buildings on the results is still an issue that needs to be investigated. For this purpose, within the scope of the study; a 7-storey sample building plan with suitable features for the use of base isolators was selected. Four different models were created for the selected structure. In the first two models, a structure without a base isolator was built into the ground and then modelled with the ground. In the next two models, the seismic base isolator is included in the solution. Dynamic time-history analysis was applied to all created models for 11 different earthquake records. As a result of the analyses, the changes in the reactions such as accelerations, shear forces and drifts acting on the structure were examined in fixed model and in the model with 3D soil. In case of non-base isolated structure, resulting responses are fairly big while in case of base isolated structure, it is seen that resulting responses of the structure are small.

Keywords

Seismic base isolator, Soil-structure interaction, Time history analysis

Highlights

* Differences in the analysis results if the building with seismic isolators is considered as built-in to the soil and modelled together with the soil.

* The effect of seismic isolators in analyses that consider the soil-structure interaction

Manuscript

Research Article

Received: 31.10.2023
Revised: 01.10.2024
Accepted: 02.10.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1383585

Corresponding Author

Ali Gurbuz
Email:
ali.gurbuz@erdogan.edu.tr

1. GİRİŞ

Zemin türü ve zeminde oluşan titreşimler binaların deprem performansını etkileyen başlıca parametreler arasındadır (Yanık ve Ulus 2023). Bilgisayar teknolojisinin nispeten daha düşük olduğu dönemlerde yapısal çözümleri hızlandırmak ve basitleştirmek için binaların zemine ankastre mesnetli şekilde oturduğu varsayımı yaygın olarak kullanılmakta, zemin etkileri ise yapılan teorik kabul ve katsayılarla dikkate alınmaktaydı (Akehasi ve Takewaki 2021). Günümüzde ise gelişen şartlar sayesinde daha gerçekçi modelleme teknikleri kullanma şansı doğmuş ve yapının oturduğu zemin de üst yapı gibi üç boyutlu olarak modellenenilmektedir. Yapının zeminle olan etkileşimini dikkate alan analizlerin daha gerçekçi sonuçlar verdiği bilinmektedir. Özellikle yumuşak zemine oturan yapılarda zemin etkilerinin daha hassas yöntemlerle incelenmesi gerekmektedir.

Yapı ile zemin arasındaki etkileşim söz konusu olduğunda bir diğer önemli gelişme ise deprem izolatörleridir. Kauçuk mesnetler, sürtünmeli sarkaç izolasyon sistemleri, saf sürtünmeli sistem, esnek sürtünmeli sistem ve Fransız elektrik sistemi gibi zeminden yapıya etkileyen titreşimleri absorbe etmeyi amaçlayan çeşitli taban izolasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerin çoğu günümüzde başarılı sonuçlar vermekte ve halen uygulanmaktadır. Bu sistemleri analiz ederken de zemin-yapı etkileşimini dikkate almanın önemine ilişkin araştırmalar yapılmış ve yapılmaktadır.

Bugüne kadar yapılan araştırmalar; deprem izolatörü bulunmadığı hallerde binayı zemine ankastre kabul ederek kurulan bir analiz modeli ile zemini üç boyutlu olarak ele alan bir analiz modeli arasında sonuçların önemli ölçüde değişebildiğini göstermiştir (Ates ve Yurdakul 2021, Kayıkcı ve Gürbüz 2023). Yapıda izolatör bulunması durumunda ise iki yöntem sonuçlarının ne ölçüde değiştiği ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Karabörk ve diğ. 2010, Luco 2014, Radkia ve diğ. 2020). Sınırlı sayıdaki bu çalışmalar genellikle az katlı ve küçük yapı modelleri üzerinde denenmiş, çalışmaların sonuçları ekseriyetle gelecekte konuya ilişkin daha farklı yapı tipleri üzerinde ve daha kapsamlı araştırmaların yapılmasını öneren cümlelerle bitirilmiştir. Bu makale çalışması konuya ilişkin literatürün genişletilmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla taban izolatörlü 8 katlı betonarme bir hastane projesi örnek alınarak, yapının dört farklı durumu (taban izolatörlü zemine ankastre, izolatörsüz zemine ankastre, izolatörlü ve zeminle modellenmiş, izolatörsüz ve zeminle birlikte modellenmiş) için 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan her bir model 11 farklı deprem ivme kaydı kullanarak zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemiyle analiz edilerek kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada örnek bir yapı birçok yer hareketi altında ele alınarak 4 farklı durum değerlendirilmiştir. Birinci durumda yapı zemine ankastre kabul edilerek analiz edilmiştir, ikinci durumda aynı yapı zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Üçüncü durumda yapının zemine ankastre kabul edildiği ancak yapıda sismik izolatör bulunması halinde analizler tekrarlanmıştır. Son durumda ise izolatörlü bina; zemin-yapı etkileşimi ile analiz edilmiştir. tüm analizler için SAP2000 v23.0.0 paket programından faydalanılmıştır. Örnek yapı ilk 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Binada kolon ve kirişler çubuk eleman olarak, döşemeler ve temeller kabuk eleman olarak, kauçuk mesnetler çizgili link eleman olarak ve zeminler katı eleman olarak modellenmiştir (Gürbüz ve Tekin 2017). Binada taban izolasyonları zemin katta bulunan kolonların üstüne yerleştirilmiştir (TBDY 2018). Sonlu eleman analizlerinde gerçeğe en yakın sonucu elde etmek için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlere ilave olarak doğrusal zaman tanım alanında analizlerden de faydalanılmıştır. Ortak sistemde tek bir adımda zemin yapı etkileşiminin doğrusal olmayan tepkisinin simülasyonu elde edilmiş, zemin yakın bölge, etkileşim arayüzü ve uzak bölge denilen üç kısma ayrılmıştır. Yakın bölge bina için zemin-yapı etkileşiminin etkili olduğu alanı temsil etmiş ve doğrusal olmayan davranış tanımlanmıştır. Yakın bölge ile uzak bölgenin

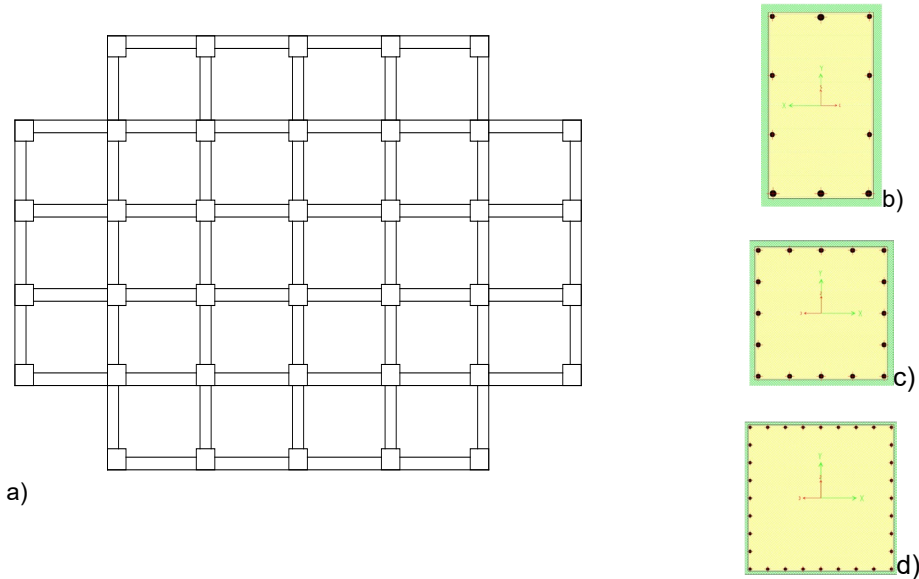
arasında kalan etkileşim arayüzü ise sonlu elemanlarla uyumlu olan emici sınır şartları eklenerek deprem dalgalarının uzak bölgeye geçmesi sağlanmıştır. Uzak bölge zemin-yapı etkileşiminin model için çok belirgin olmadığı kabul edilerek lineer davranış gösteren zemin bölgesi olarak tanımlanmıştır (Yıldız ve diğ. 2021, Abdulkadir ve diğ. 2022).

2.1. Binaya İlişkin Bilgiler

Örnek yapı 8 kattan oluşmakta ve tüm katlar 3m standart yüksekliktedir. Yapının tipik kat planı ve yapı elemanlarına (kiriş, kolon ve kaide) ait enkesitler sırasıyla Şekil 1a, Şekil 1b, Şekil 1c ve Şekil 1d'de görüldüğü gibidir. Binanın tasarımında ve analizlerinde kullanılan betonarme özellikleri, zemin özellikleri ile eleman boyutlarına ilişkin tüm veriler ise Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 1'deki parametreler yapının sonlu elemanlar modelinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Binanın yalıtım katı DD1 deprem düzeyine göre, üstyapısı ise DD2 deprem düzeyine göre tasarlanmıştır (TBDY 2018).

Tablo 1: Yapı parametreleri
Table 1: Parameters of the structure

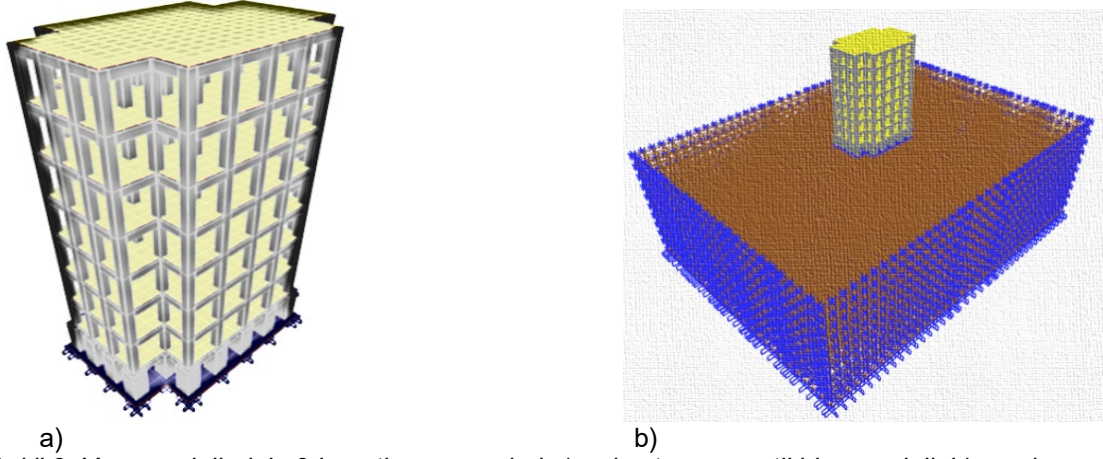
Beton Sınıfı	C30/37	Yerel Zemin Sınıfı	ZD
Beton Birim Hacim Ağırlığı (kN/m ³)	25	Zemin Birim Hacim Ağırlığı (kN/m ³)	23
Beton Elastisite Modülü (kN/m ²)	33000000	Zemin Elastisite Modülü (kN/m ²)	804440
Beton Kayma Modülü (kN/m ²)	13750000	Zemin Kayma Modülü (kN/m ²)	287300
Beton Poisson Oranı	0.2	Zemin Poisson Oranı	0.4
Donatı Sınıfı	B420C	Üst 30 metre kayma dalga hızı (m/s)	350
Donatı Elastisite Modülü (kN/m ²)	200000000	Kiriş Boyutları (m)	0.30x0.50
Donatı Akma Dayanımı (kN/m ²)	420000	Kolon Boyutları (m)	0.50x0.50
Donatı Çekme Dayanımı (kN/m ²)	567000	Kaide Boyutları (mm)	1.00x1.00
Beklenen Donatı Akma Day. (kN/m ²)	504000	Döşeme Kalınlığı (m)	0.15
Beklenen Donatı Çekme Day. (kN/m ²)	680400	Radye Temel Kalınlığı (m)	0.50
Donatı Akma Birim Şekil Değişirmesi	0.0021	Zemin Tabakası Eni (m)	56.50
Pekleşmeye Başladığı Andaki Şekil Değişirmesi	0.008	Zemin Tabakası Boyu (m)	73.50
Kopma Birim Şekil Değişirmesi	0.08	Zemin Tabakası Yüksekliği (m)	30



Şekil 1: Yapının tipik planı ve eleman enkesitleri a) Plan görünüşü, b) Kiriş kesiti, c) Kolon Kesiti, d) Kolon kaidesi kesiti

Figure 1: Typical plan of the structure and structural element cross-sections a) Plan view, b) Beam cross-section, c) Column cross section, d) Pedestal cross-section

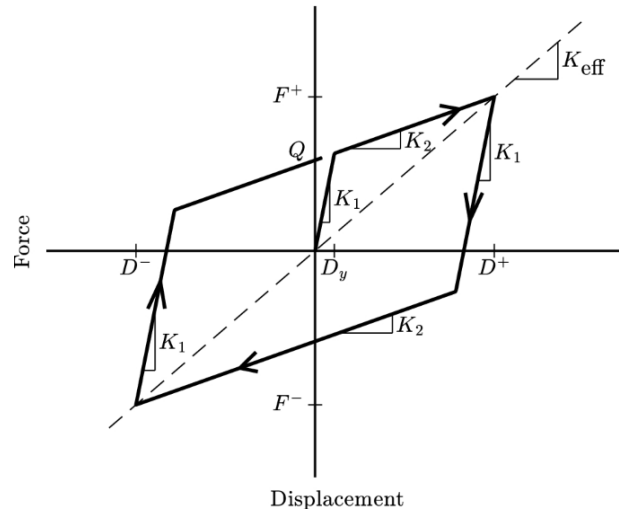
Şekil 1’de tipik kat planı ve betonarme elemanlara ait enkesit görünüşleri verilen yapıdaki tüm kirişler 30x50 cm, tüm kolonlar 50x50 cm, kolon kaideleri 100x100 cm boyutlarındadır. Planda düşey olarak görülen akslara yerleştirilen kirişler 6Ø12+4Ø16 donatıya sahiptir. Planda yatay olarak görülen akslara yerleştirilen kirişler ise 2Ø12+4Ø16 donatıya sahiptir. Kolonların tamamında 16Ø16 donatı bulunurken kaidelerde ise 32Ø20 donatı kullanılmıştır. Yapının zemine ankastre olarak çalıştığı davranış kabulü için oluşturulan analiz modeli Şekil 2a’da, yapı altında bulunan zeminin katı eleman olarak düşünüldüğü analiz modeli ise Şekil 2b’de yer almaktadır. Her iki modelin oluşturulmasında kullanılan boyut, malzeme, katsayı gibi tüm veriler Tablo 1’den alınmıştır.



Şekil 2: Yapı modellerinin 3 boyutlu görünüşleri a) ankastre mesnetli bina modeli, b) zemin-yapı etkileşimli bina modeli

Figure 2: 3D views of structure models a) the structure model fixed-based, b) the model with soil-structure interaction

Şekil 2’deki modellerde üstyapı DD2 deprem düzeyine göre, altyapı ise DD1 deprem düzeyine göre tasarlanmıştır (TBDY 2018, Çerçevik 2019). Taban izolasyonlu modellerde deprem izolatörü olarak kurşun kauçuk mesnet kullanılmıştır. Modellerde kullanılan kurşun kauçuk mesnet ve her iki deprem düzeyi için seçilen zemin parametreleri Tablo 2’deki gibi alınmıştır. Şekil 3’te tipik bir kauçuk mesnete ait histeretik eğrisi verilmiştir.



Şekil 3: Kauçuk mesnete ait tipik bir histeretik eğrisi (Çerçevik 2019)
Figure 3: Typical hysteresis curve belongs to rubber bearing (Çerçevik 2019)

Tablo 2: Deprem analizlerinde kullanılacak zemin parametreleri ve kurşun kauçuk mesnet özellikleri
 Table 2: Soil features using in earthquake analyses and Lead rubber bearing features

Yerel zemin sınıfı		ZD	Kurşun kauçuk izolatör modelinde kullanılan parametreler	
DD1	S _s	1.049	Q (kN)	42
	S ₁	0.228	K ₁ (kN /m)	5510
	F _s	1.0804	K ₂ (kN /m)	551
	F ₁	2.144	K _{eff} (kN /m)	764
	S _{DS}	1, .133	F (m)	46.67
	S _{D1}	0.4888	D _y (m)	0.0085
DD2	S _s	0.515	D (m)	0.20
	S ₁	0.124	Ağırlığı (kN)	7.2
	F _s	1.388	İzolatör periyodu (s)	10.3
	F ₁	2.152	β _{eff}	0.17
	S _{DS}	0.7148	c _b (kN*s/m)	425.37
	S _{D1}	0.2916	W _D (kN)	31.704

Tablo 2'deki değerlerden W_D histerisiz döngü enerjisini, K_{eff} D yer değiştirmesine karşılık gelen etkin rijitliği, β_{eff} etkin sönüm oranını, D_y akma yer değiştirmesini, D hedef yer değiştirmesini, F_y akma dayanımını, Q karakteristik dayanımı, K₁ başlangıç rijitliğini, K₂ ikincil rijitliğini, T_b izolatör etkin periyodunu temsil etmektedir. Bu değerlerin elde edilmesinde Denklem 1,2,3,4,5,6 ve 7'den faydalanılmıştır (TBDY 2018, Deringöl ve Güneyisi 2021).

$$W_D = 2\pi K_{eff} \beta_{eff} D^2 \quad (1)$$

$$F = \frac{Q}{1 - \frac{K_2}{K_1}} \quad (2)$$

$$D_y = \frac{F_y}{K_1} \quad (3)$$

$$D = \frac{Q}{K_{eff} - K_2} \quad (4)$$

$$T_b = 2\pi \sqrt{\frac{m_t}{K_{eff}}} \quad (5)$$

$$\beta_{eff} = \frac{4Q(D - D_y)}{2\pi K_{eff} D^2} \quad (6)$$

$$c_b = 2m_t \omega_b \beta_{eff} \quad (7)$$

Bu denklemlerde c_b sönüm katsayısını, ω_b açısal frekansı, T_b etkin periyodu m_t toplam yapı kütleini temsil etmektedir.

Yapı modellerini zaman tanım alanında dinamik analize tabi tutmak için basit ölçeklendirme metodu kullanılmış, ölçekli deprem ivme kayıtları Kaliforniya Berkeley Üniversitesi deprem arşivinden temin edilmiştir (PEER 2023). Taban izolasyonlu binalar için Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) koşulları dikkate alınarak en yüksek yerdeğiştirme altında ölçeklendirme yapılmıştır. Yönetmelik koşulları dikkate alınarak taban izolasyonlu yapılarda üst sınır değerler ile hesaplanmış etkin titreşim periyodunun yarısı ile alt sınır değerler ile hesaplanmış etkin titreşim periyodu 1.25 katı arasındaki değerlere göre ölçeklendirme işlemi yapılmış ve bulunan değerler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: İzolatör parametrelerinin üst sınır ve alt sınır değerleri
 Table 3: Upper limit and lower limit values of parameters of isolator

$\lambda_{üst} (F_Q)$	1.831375
$\lambda_{üst} (k_2)$	1.9435
$\lambda_{alt} (F_Q)$	0.595
$\lambda_{alt} (k_2)$	0.765

Oluşturulan yapı modellerinin deprem performanslarına göre birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için ölçeklendirilmiş 11 farklı deprem ivme kaydı ile zaman tanım alanında analiz gerçekleştirilmiştir. Zaman tanım alanında analizler yapmak için basit ölçeklendirme metodu yapılmıştır. Bunun için "<https://ngawest2.berkeley.edu>" sitesinden yararlanılmıştır (PEER 2023). Taban izolasyonlu yapılarda yönetmelikte 14.14.4.2 maddesinde bulunan en büyük yerdeğiştirme altında deprem yalıtımlı binanın üst sınır değerleri ile hesaplanmış etkin titreşim periyodu yarısı ile en büyük yerdeğiştirme altında deprem yalıtımlı binanın alt sınır değerleri ile hesaplanmış etkin titreşim periyodu 1.25 katı arasındaki değerlere göre ölçeklendirme işlemi yapılacaktır. En büyük yerdeğiştirme altında deprem yalıtımlı binanın üst sınır değerleri ile hesaplanmış etkin titreşim periyodu ile en büyük yerdeğiştirme altında deprem yalıtımlı binanın alt sınır değerleri ile hesaplanmış etkin titreşim periyodunu bulmak için TBDY (2018)'de madde 14.12.1.'de önerilen denklemler aracılığıyla bulunacaktır. Analizlerde düşey deprem periyodu 0.1 saniyeden büyük hesaplandığı için tüm analizlerde düşey deprem bileşenleri de hesaba dahil edilmiştir.

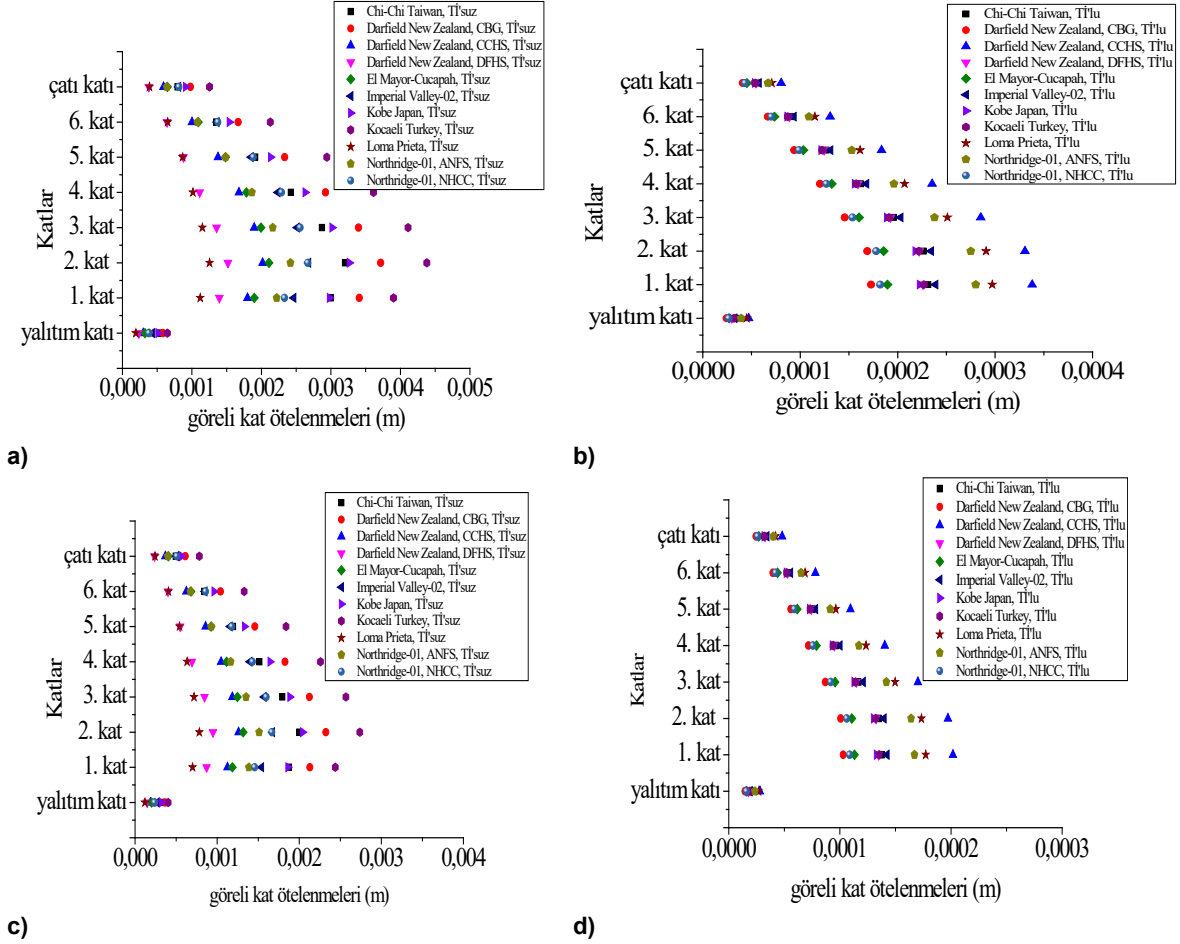
Tablo 4: DD1 Deprem ölçek katsayıları
 Table 4: Earthquake scale factors

Deprem adı	İstasyon	DD1 Ölçek katsayıları	DD2 Ölçek katsayıları
Chi-Chi Taiwan	CHY036	0.9329	0.5566
Darfield New Zealand	Christchurch Botanical Gardens	1.4926	0.8905
Darfield New Zealand	Christchurch Cashmere High School	1.3328	0.7952
Darfield New Zealand	DFHS	1.407	0.8395
El Mayor-Cuapah	Chihuahua	1.3955	0.8326
Imperial Valley-02	El Centro Array 9	1.2878	0.7683
Kobe Japan	Takarazuka	0.4802	0.2865
Kocaeli Turkey	Duzce	0.8403	0.5014
Loma Prieta	Gilroy Array 3	1.1933	0.712
Northridge-01	Arleta- Nordhoff Fire Sta	1.1684	0.6971
Northridge-01	N Hollywood- Coldwater Can	1.5269	0.911

3. BULGULAR

Depreme karşı taban izolasyonu uygulanmış bir yapının zemine ankastre mesnetli olarak analiz edilmesi ile 3 boyutlu olarak modellenmiş zemin üzerinde (zemin-yapı etkileşimli) analiz edilmesi arasında oluşan farkları ortaya koymak amacıyla; görelî kat ötelenmeleri, maksimum kat ivmeleri, titreşim periyotları, en büyük mutlak ötelenmeler ve taban kesme kuvvetleri açısından karşılaştırmalar yapılmıştır.

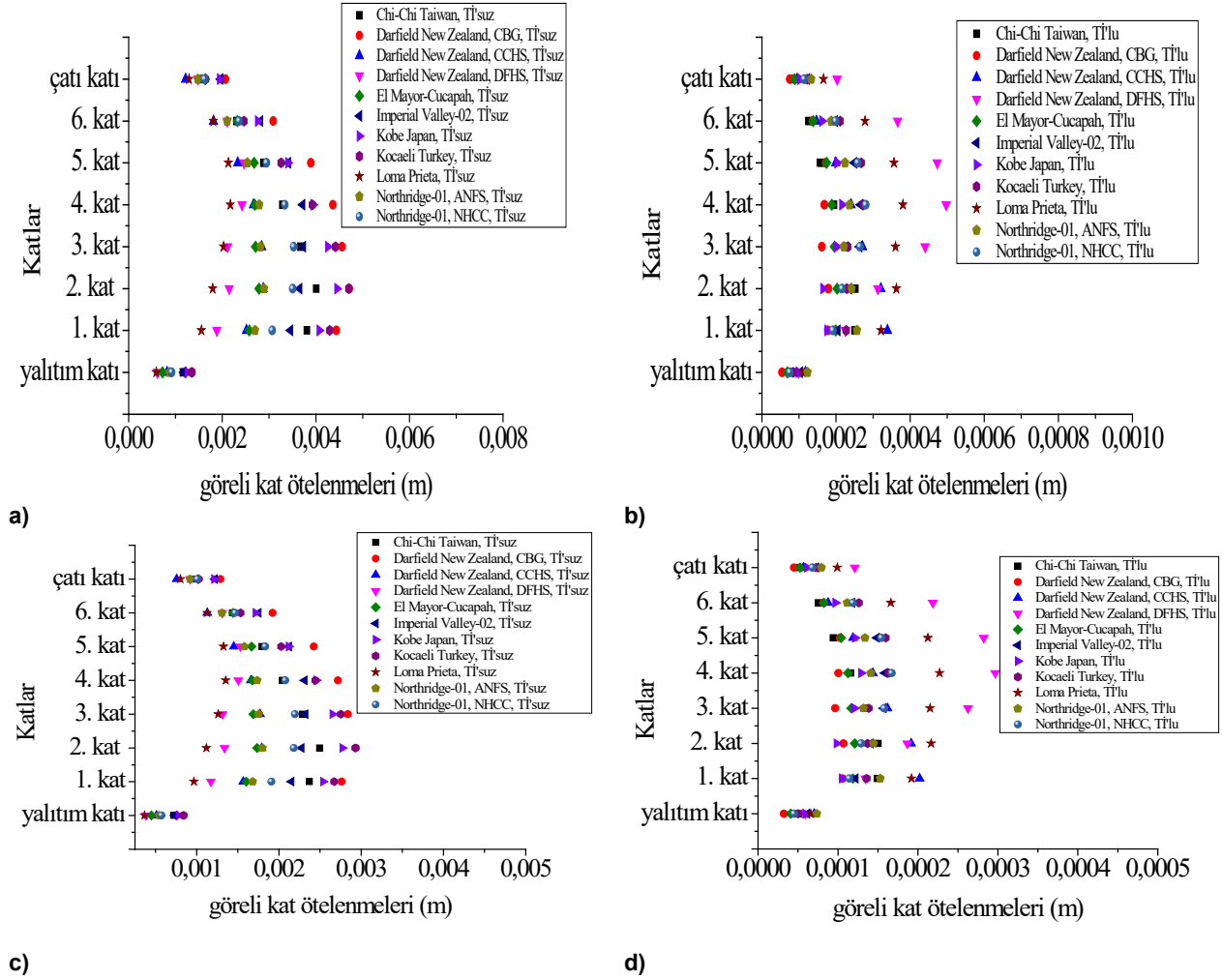
11 farklı deprem yer hareketi altında taban izolasyonlu ve taban izolasyonsuz yapıların DD1 ve DD2 deprem ölçeğine göre katlarda oluşan görelî kat ötelenme değerleri Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 4'te yapının zemine ankastre mesnetlendiği kabul edilirken, Şekil 5'te ise zemin-yapı etkileşimli olarak analiz gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4: Ankastr mesnetli modellerin görel kat ötelenmeleri. a) DD1 depremi, taban izolasyonsuz, b) DD1 depremi, taban izolasyonlu, c) DD2 depremi taban izolasyonsuz, d) DD2 depremi taban izolasyonlu model

Figure 4: Interstory drifts of fixed based models a) DD1 earthquake, without base isolation, b) DD1 earthquake, with base isolation, c) DD2 earthquake, without base isolation, d) DD2 earthquake, with base isolation

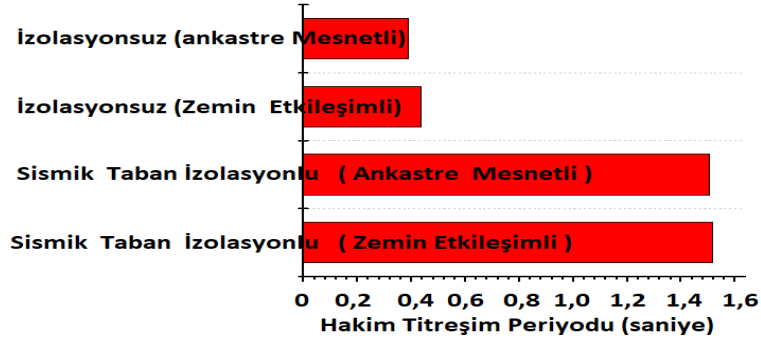
Analizler yapının hem X hem Y yönü için yapılmakla birlikte Şekil 4 ve Şekil 5'teki grafiklerde her bir ivme kaydından elde edilen maksimum değerlere yer verilmiştir. Ankastr mesnetli modelde taban izolasyonu olmadığında en fazla görel kat ötelenmesine sebep olan deprem Kobe (Japonya) depreminde görülürken taban izolasyonu olduğunda en fazla görel kat ötelenmesine sebep olan deprem Darfield (Yeni Zelanda) CCHS depremi olmuştur. Zemin-yapı etkileşimli modelde taban izolasyonu olmadığında en fazla görel kat ötelenmesine sebep olan deprem Darfield (Yeni Zelanda) CBG depremi iken taban izolasyonu olduğunda en fazla görel kat ötelenmesine sebep olan deprem Darfield (Yeni Zelanda) DFHS depremi olmuştur. Taban izolasyonunun davranışı depremden depreme değiştiği görülmüştür. Her iki şekilde yer alan grafikler birlikte ele alındığında taban izolasyonu görel kat ötelenmelerini büyük oranda düşürmüştür. Taban izolatörü kullanılmayan modellerde oluşan görel kat ötelenmesi değerleri, izolatörlü modellere göre 8 ile 18 kat arasında daha büyük değerler almıştır. Değişim oranları incelendiğinde, ankastr mesnet kabulüyle kurulan analiz modelinden elde edilen ivme değerleri zemin-yapı etkileşimli analiz modelinden elde edilen görel kat ötelenme değerlerinden %5-%20 oranında daha düşük çıkmıştır. Sismik taban izolatörü kullanıldığında katlar arası ötelenme değerleri çok küçüktür (0-5 mm) ve farklı deprem kayıtları altında değerlerin dağılımı çok değişkendir. Bu nedenle iki analiz yöntemi arasında oluşan görel ötelenme artışında taban izolatörünün etkisi tam olarak belirgin değildir. Yapı modellerinin titreşim periyotlarına bakıldığında benzer bir tablo söz konusudur. Bu çalışmada ele alınan yapı modellerine ait hâkim titreşim periyotları Şekil 5'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



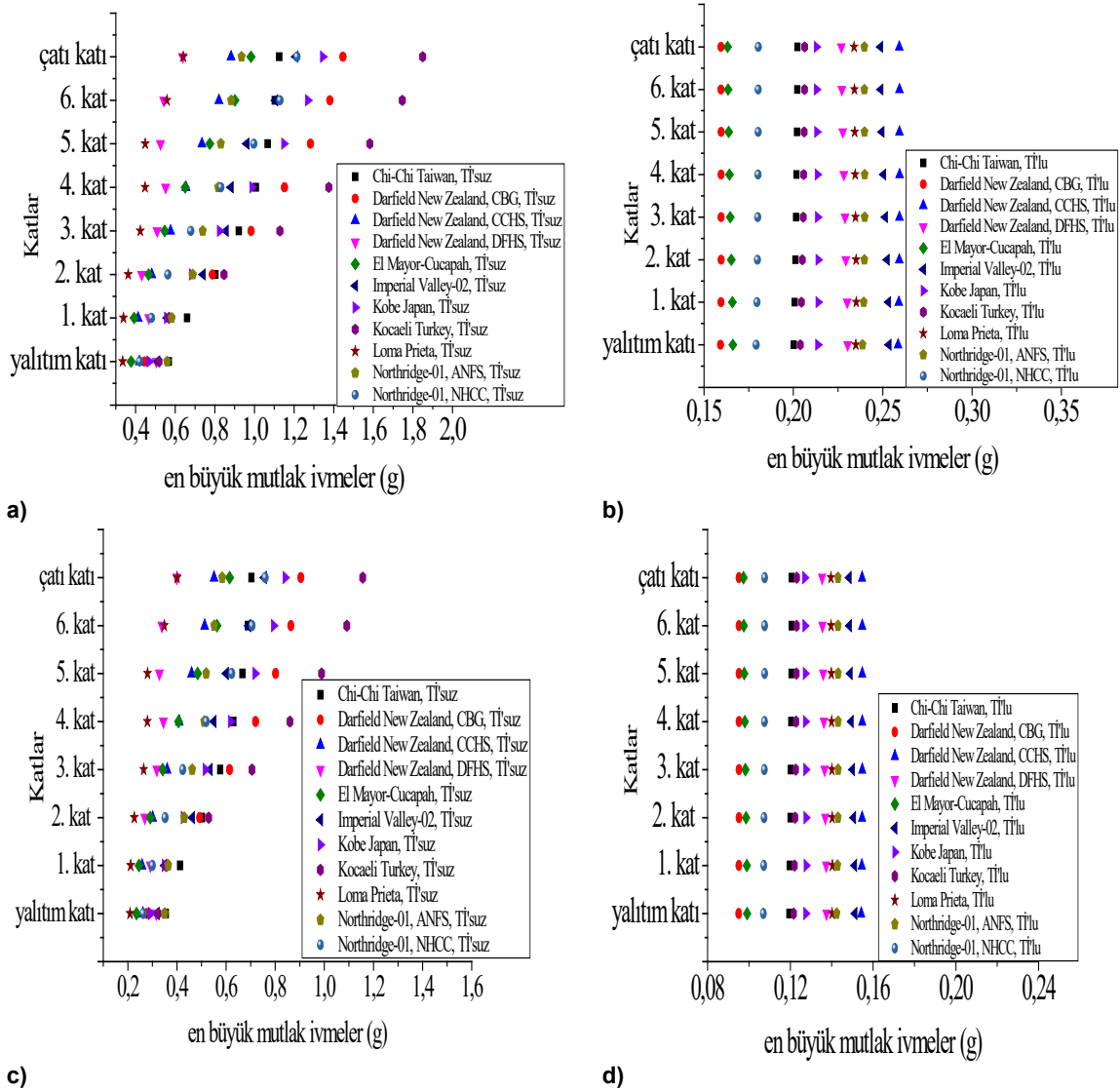
Şekil 5: Zemin-yapı etkileşimli modellerin görel kat ötelenmeleri a) DD1 depremi, taban izolasyonsuz, b) DD1 depremi, taban izolasyonlu, c) DD2 depremi taban izolasyonsuz, d) DD2 depremi taban izolasyonlu model

Figure 5: Interstory drifts of models considering soil-structure interaction a) DD1 earthquake, without base isolation, b) DD1 earthquake, with base isolation, c) DD2 earthquake, without base isolation, d) DD2 earthquake, with base isolation

Şekil 6; sismik taban izolasyonunun yapı hâkim titreşim periyodunu önemli ölçüde (3.5 – 4 kat) artırdığını göstermektedir. Grafikte dikkat çeken bir nokta ise görel kat ötelenmesi değerlerinde olduğu gibi sismik taban izolasyonu kullanılmayan modellerde periyot değerleri birbirine yakın seyretmişken, analizlerin yapıyı zemine ankastre kabul etmek yerine üç boyutlu zemin modeliyle birlikte gerçekleştirilmesi durumunda periyot değerinde %10'a yaklaşan bir değişim görülmüştür. Hem sismik taban izolatörü hem de zemin-yapı etkileşimli analiz sonuçları üzerindeki etkisini daha iyi değerlendirebilmek için Şekil 7 ve Şekil 8'de yapı modellerinin kat seviyelerine gelen mutlak ivme değerleri görülmektedir. 11 farklı deprem ivme kaydı Şekil 7'de ankastre mesnetli model için DD1 ve DD2 deprem düzeyinde ölçeklenmişken, Şekil 8'de ise zemin-yapı etkileşimli model için yine DD1 ve DD2 deprem düzeyine göre ölçeklenmiştir. Şekil 9 ve Şekil 10'da sırasıyla ankastre mesnetli ve zemin-yapı etkileşimli modellerde hem DD1 hem de DD2 deprem düzeylerinde taban izolasyonunun en büyük mutlak ivmelerini yüzde kaç azalttığını gösteren grafikler verilmiştir.

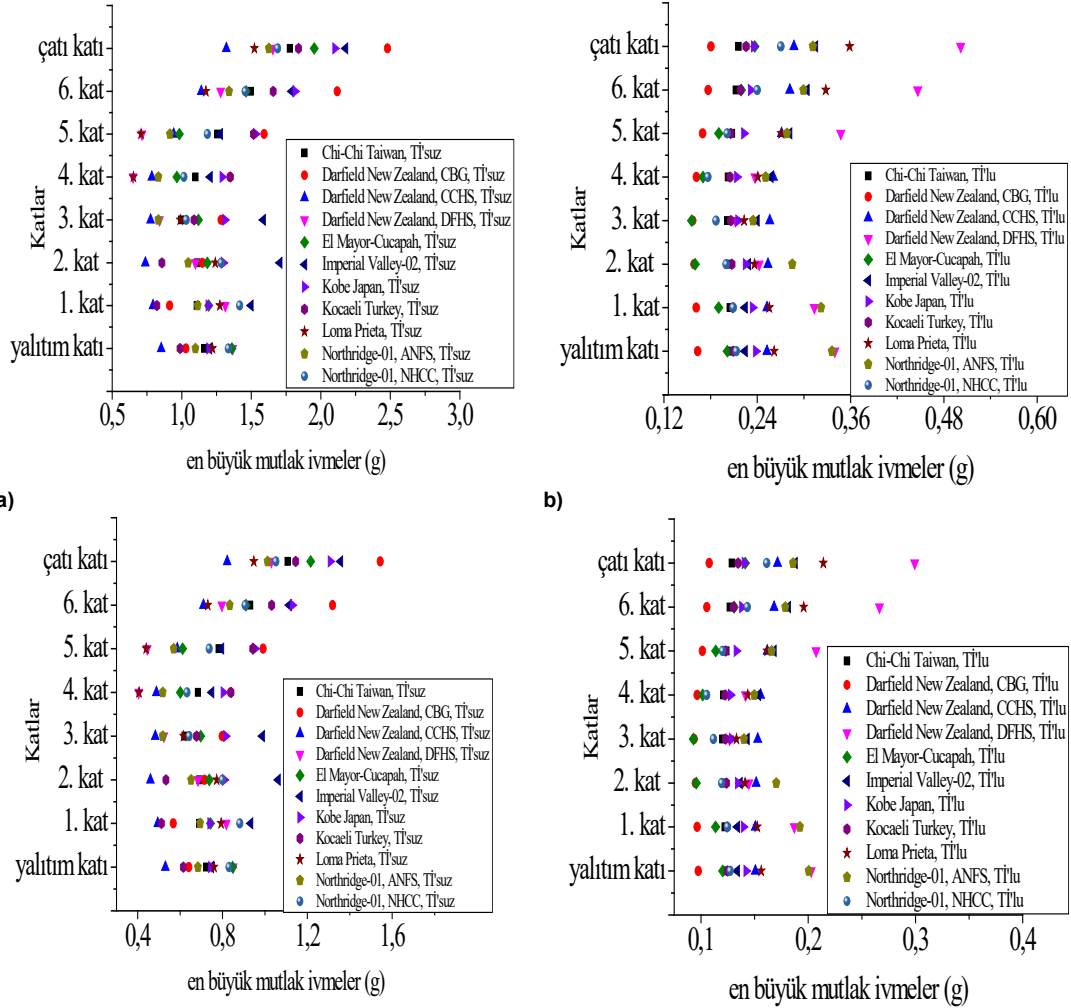


Şekil 6: Hâkim titreşim periyotları
Figure 6: Dominant vibration periods



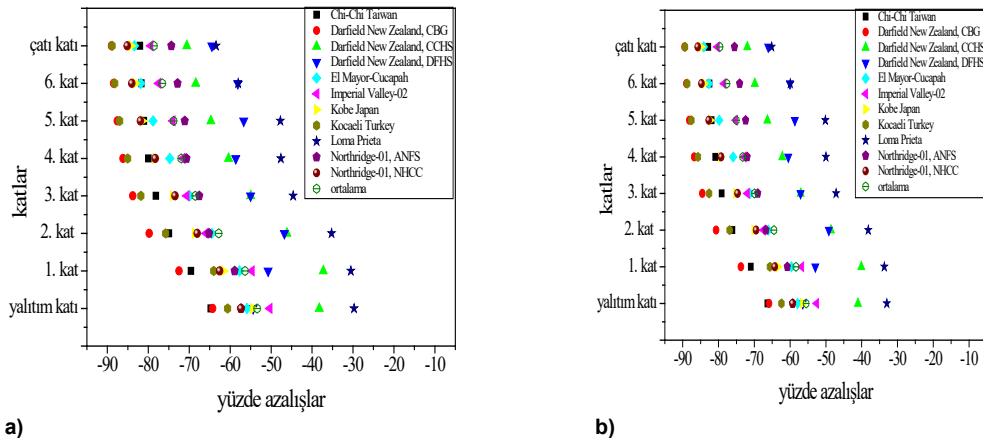
Şekil 7: Ankastre mesnetli modeller için katlarda oluşan en büyük mutlak ivmeler a) DD1 depremi, taban izolasyonsuz, b) DD1 depremi, taban izolasyonlu, c) DD2 depremi taban izolasyonsuz, d) DD2 depremi taban izolasyonlu model

Figure 7: Peak absolute accelerations occurred in stories for fixed based models a) DD1 earthquake, without base isolation, b) DD1 earthquake, with base isolation, c) DD2 earthquake, without base isolation, d) DD2 earthquake, with base isolation



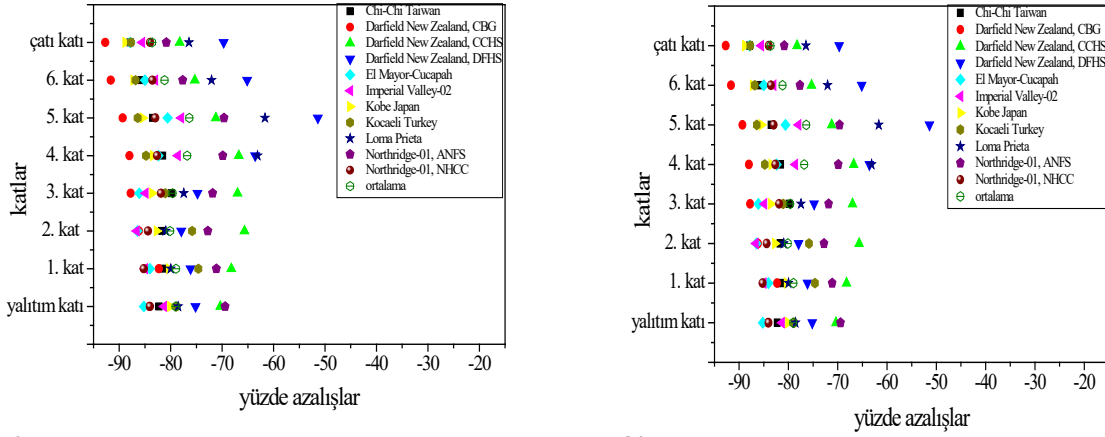
Şekil 8: Zemin-yapı etkileşimli modeller için katlarda oluşan en büyük mutlak ivmeler a) DD1 depremi, taban izolasyonsuz, b) DD1 depremi, taban izolasyonlu, c) DD2 depremi taban izolasyonsuz, d) DD2 depremi taban izolasyonlu model

Figure 8: Peak absolute accelerations occurred in stories for the models considering soil-structure interaction a) DD1 earthquake, without base isolation, b) DD1 earthquake, with base isolation, c) DD2 earthquake, without base isolation, d) DD2 earthquake, with base isolation



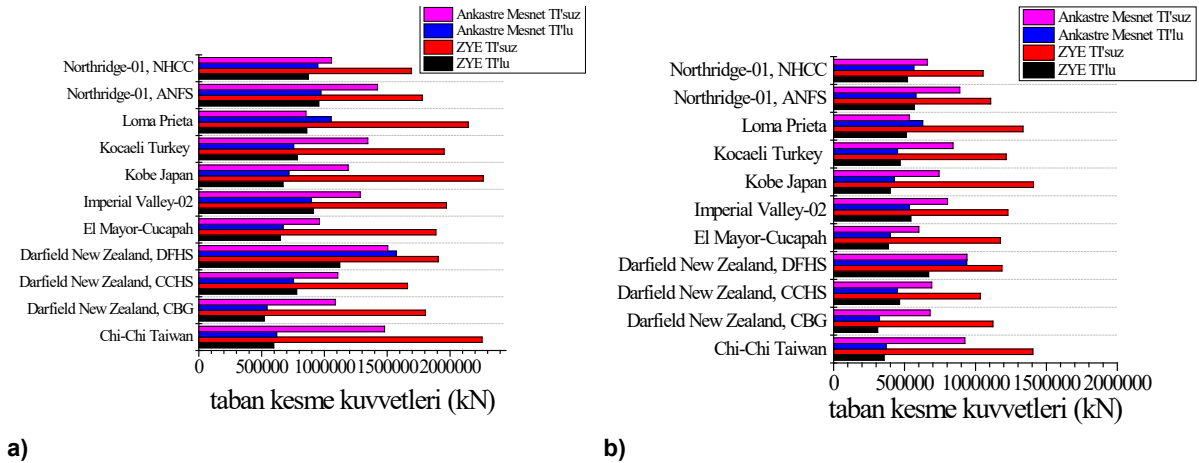
Şekil 9: Ankastré mesnetli modellerde taban izolasyonunun en büyük mutlak ivme azalışını yüzde cinsinden gösteren grafikler a) DD1 deprem düzeyi, b) DD2 deprem düzeyi

Figure 9: In fixed base models, graphics showing in percent reduction of peak absolute acceleration of base isolation a) DD1 earthquake level, b) DD2 earthquake level



a) **Şekil 10: Zemin-yapı etkileşimli modellerde taban izolasyonunun en büyük mutlak ivme azalışını yüzde cinsinden gösteren grafikler a) DD1 deprem düzeyi, b) DD2 deprem düzeyi**
 Figure 10: In soil-structure interaction models, graphics showing in percent reduction of peak absolute acceleration of base isolation a) DD1 earthquake level, b) DD2 earthquake level

Şekil 7, 8, 9 ve 10'da yer alan grafikler sismik taban izolasyonunun katlara gelen ivme değerlerini önemli ölçüde (3-10 kat) azalttığını göstermektedir. Taban izolatörü bulunmayan modellerde ivme değerleri yükseklik arttıkça (üst katlara çıkıldıkça) büyük artış gösterirken, sismik taban izolatörü kullanılan modellerde katlardaki ivme değerleri hem çok daha düşük hem de birbirine çok daha yakın seyretmektedir. Yükseklik arttıkça, ivme değerlerini azaltmada sismik taban izolatörünün etkisi daha fazla olmuştur. 11 farklı deprem kaydından elde edilen maksimum ivmelerin medyan değerleri hesaplandığında sismik taban izolatörünün ankastre analiz modelinden bir miktar daha etkili görüldüğü anlaşılmaktadır. Sismik izolatör kullanımı ankastre analiz modelinin çatı katında 7 kat, zemin-yapı etkileşimli modelin çatı katında ise yaklaşık 6 kat azaltmıştır. Zemin katlarda ise ankastre modelde 3 kat, zemin-yapı etkileşimli modelde yaklaşık 4 azaltmıştır. Ölçeklenmiş deprem ivmeleri sonucu modellere etkiyen taban kesme kuvvetleri ise Şekil 11'de verilmiştir.



a) **Şekil 11: Taban kesme kuvvetleri a) DD1 depremi, b) DD2 depremi**
 Figure 11: Base shear forces a) DD1 earthquake, b) DD2 earthquake

Şekil 11'deki grafikler taban izolatörü kullanımının taban kesme kuvvetlerini önemli ölçüde (deprem ivme kaydı ve deprem ölçeğine göre 3 kata kadar) azalttığını göstermektedir. Grafiklerde ortaya çıkan önemli bir nokta da sismik izolatör kullanılan modellerde analiz yönteminin sonuçlar üzerindeki etkisinin sınırlı olmasıdır. İzolatörlü modellerde ankastre yapı ile 3 boyutlu zemin kütleleri üzerine oturan yapıda oluşan taban kesme kuvvetleri birbirine yakın

değerler almıştır. İzolatör kullanılmayan modellerde ise analiz yöntemine göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri büyük değişimler gösterebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan modeller ve deprem ivme kayıtları için zemin-yapı etkileşimli modellerin yapının zemine ankastre modellendiği analizlerinde taban kesme kuvvetleri yapının zemine ankastre modellendiği durumlara göre çok daha yüksek (2 kata kadar) değerler almıştır.

4. TARTIŞMA

Birbirinden çok farklı yer hareketi kayıtları altında analiz edilmiş ve birbirinden çok farklı boyut ve taşıyıcı sistem planlarına sahip binalar için birebir örtüşen sonuçlar elde etmek mümkün olmasa da literatürde bu makaledeki örnek yapıya en yakın çalışmaların sonuçlarına göz atılmış ve bu çalışmalarda elde edilen sonuçların oluşturduğu aralıklar değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme bu makale sonuçlarının literatürde öngörülen aralıklarda kaldığını göstermektedir.

Bu çalışmadaki örnek yapı için taban izolasyonu kullanımı, yapının doğal titreşim periyodunu yaklaşık 3.5 kat artırmıştır. Literatürde benzer çalışmalar taban izolasyonunun yapı periyodunu 2.5 kattan 4 kata kadar artırdığını doğrulamaktadır. Benzer planlara sahip çalışmalardan Tena-Colunga ve diğ. (2015) çalışmasında zemin-yapı etkileşimli yapıda taban izolatörünün yapının periyodunu yaklaşık 2.5 katına çıkardığını hesaplarken, Polat (2019) çalışmasında kullandığı örnek yapı için taban izolatörünün periyodu yaklaşık 3 katına çıkardığını belirtmiştir. Namous ve diğ. (2022) çalışmalarında ankastre mesnetli yapı modelinde yakın fay depremi altında üst kat en büyük mutlak ivmeyi sismik taban izolatörü ile ortalama olarak %70.3 oranında azaltmıştır. Yapılan çalışmada ise taban izolasyonu ankastre mesnetli yapıda üst kat en büyük mutlak kat ivmelerini DD1 deprem düzeyinde ortalama %78.62 azaltırken, DD2 deprem düzeyinde ise ortalama %79.60 azaltmıştır. Taban izolasyonunun üst kat en büyük mutlak kat ivmelerini azaltma yüzdeleri depremden depreme değişmiştir. Zemin-yapı etkileşimini araştıran çalışmalar incelendiğinde Yanık ve Ulus (2023) çalışmasında taban izolatörünün ortalama mutlak ivmeyi %60 azalttığını göstermektedir. Yapı yüksekliği ve yapı tipi olarak benzer çalışmalarda benzer sonuçlar gözlenmesi taban izolatörünün hesaplanabilir faydalar sunduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Örneğin; bu makaledeki modellerde taban izolatörü kullanımı en üst katın ötelenme değerini ortalama %25 oranında azaltırken, Abdeddaim ve diğ. (2022) taban izolatörünün en üst katın ortalama en büyük ötelenmesini yaklaşık %30 azalttığını bulmuştur. Ötelenmeler katlara göre görece hesaplandığında, bu çalışmada taban izolasyonlu modellerin görece kat ötelenmeleri ortalama %92 azalırken, benzer boyut ve taşıyıcı sistem türüne sahip Symans ve diğ. (2002)'nin çalışmalarında taban izolasyonunun görece kat ötelenmelerini %95 azalttığını gözlenmektedir. Taban kesme kuvvetleri bakımından zemin-yapı etkileşimli analizlerin literatürle daha uyumlu sonuçlar verdiği gözlenmektedir. Genel olarak zemin-yapı etkileşimli analizlerde izolatör kullanımı taban kesme kuvvetini %55'e yakın azaltmıştır. Namous ve diğ. (2022) çalışmalarında ankastre mesnetli yapıda ortalama taban kesme kuvvetini %46 azalttığını bulmuştur. Papadrakakis ve diğ. (2020) ise zemin-yapı etkileşimi dikkate aldığı anda taban izolatörünün ortalama taban kesme kuvvetini %74'e kadar azalttığını bulmuştur.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada 8 katlı betonarme bir yapı üzerinde taban izolatörünün etkisi ve yapıyı zemine ankastre mesnetli olarak kabul eden analiz yöntemi ile zemin-yapı etkileşimli analiz yönteminin sonuçlara etkisi incelenmiştir. 2 farklı ölçekte ele alınan 11 farklı yer hareketi kaydı ile gerçekleştirilen analizler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Sismik taban izolatörü kullanımı yapının periyodunu artırarak yapıda oluşan taban kesme kuvveti, maksimum ivme ve görece kat ötelenmesi gibi etkileri önemli ölçüde sınırlandırmaktadır.
- Sismik taban izolatörü kullanılmayan yapılarda yükseklik arttıkça ivme değerleri önemli ölçüde artarken izolatör kullanıldığında tüm katlarda birbirine yakın ivme değerleri oluşmaktadır.

- Yapıların analizinde zemin etkileşiminin dikkate alınması sonuçları önemli ölçüde değiştirmektedir. Ancak sismik taban izolatörü kullanılması halinde bu değişim ötelenme değerlerinde önemini korurken ivme ve taban kesme kuvvetlerinde sınırlı seviyede kalmaktadır.

6. ÖNERİLER

Bu makale çalışmasında yumuşak zemine oturan 8 katlı betonarme bir yapı örneği ele alınmıştır. Farklı zemin ve yapı türlerini dikkate alan çalışmalarla bu makalede ulaşılan sonuçların yaygınlaştırılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Abdeddaim M., Djerouni S., Ounis A., Athamnia B., Noroozinejad Farsangi E., 2022. Optimal design of Magnetorheological damper for seismic response reduction of Base-Isolated structures considering Soil-Structure interaction, *Structures*, 38, 733-752. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.02.039>.

Abdulkadir G., Kuvat A., Sesli H., 2022. A study on efficiency of perfectly matched layer (PML) for seismic soil-structure interaction, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 27(1), 467-486.

Akehashi H., Takewaki I., 2021. Critical Analysis of Nonlinear Base-Isolated Building Considering Soil-Structure Interaction under Impulsive and Long-Duration Ground Motions, *Geotechnics*, 1(1), 76-94. <https://www.mdpi.com/2673-7094/1/1/5>.

Ates S., Yurdakul M., 2011. Site-response effects on RC buildings isolated by triple concave friction pendulum bearings, *Computers and Concrete*, 8(6), 693-715, <https://doi.org/10.12989/cac.2011.8.6.693>.

Çerçevik A.E., 2019. Bina ve köprü tipi yapılarda pasif yapısal kontrol sistemlerin sezgisel algoritmalar ile optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.

Deringöl A.H., Güneyisi E.M., 2021. Influence of nonlinear fluid viscous dampers in controlling the seismic response of the base-isolated buildings, *Structures*, 34, 1923-1941. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.08.106>.

Gürbüz A., Tekin M., 2017. Farklı tip betonarme binalar için geliştirilmiş hasar tahmin yöntemleri, *Teknik Dergi*, 28(4), 8051-8076.

Karabörk T., Deneme İ.Ö., Bilgehan R.P., 2010. Temeli izole edilen yapılarda dinamik yapı-zemin etkileşimi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 77-87.

Kayıkçı F.Y., Gürbüz A., 2023. Evaluation of 10-Storey Reinforced Concrete Building by Nonlinear Dynamic Analyses Considering Soil-Structure Interaction, *Sciennovation*, 4(2), 16-25.

Luco J.E., 2014. Effects of soil-structure interaction on seismic base isolation, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 66, 167-177.

Namous R.M., El Korany T.M., Khalifa T., ELkhoreby S.R., 2022. Seismic Response of Seismic Isolated Structures subject to Near Fault & Far Fault Ground Motions, *Journal of Engineering Research*, 6(5), 75-82.

Papadrakakis M., Fragiadakis M., Papadimitriou C., 2020. The Role of Non-Linearity in the Seismic Assessment of a Base Isolated Benchmark Building with Soil Structure Interaction Effects, XI International Conference on Structural Dynamics, Athens, Greece.

PEER, 2023. PEER Ground Motion Database, Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER), University of California, Berkeley, Erişim adresi: <https://ngawest2.berkeley.edu>.

Polat H.İ., 2019. Betonarme Bir Yapıda Geleneksel Yöntem ve Taban İzolatörü Kullanımının Karşılaştırılmalı Analizi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 43-54.

Radkia S., Rahnavard R., Tuwair H., Gandomkar F.A., Napolitano R., 2020. Investigating the effects of seismic isolators on steel asymmetric structures considering soil-structure interaction, *Structures*, 27, 1029-1040, <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.07.019>.

Symans M.D., Cofer W.F., Fridley K.J., 2002. Base Isolation and Supplemental Damping Systems for Seismic Protection of Wood Structures: Literature Review, *Earthquake Spectra*, 18(3), 549-572, <https://doi.org/10.1193/1.1503342>.

TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

Tena-Colunga A., Eduardo Pérez-Rocha L., Avilés J., Cordero-Macías C., 2015. Seismic isolation of buildings for power stations considering soil-structure interaction effects, *Journal of Building Engineering*, 4, 21-40, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2015.08.001>.

Yanik A., Ulus Y., 2023. Soil-Structure Interaction Consideration for Base Isolated Structures under Earthquake Excitation, *Buildings*, 13(4), 915. <https://doi.org/10.3390/buildings13040915>.

Yıldız Ö., Doğan E., Yamak F.B., 2021. Seismic Soil-Structure Interaction of a Masonry Structure: Sungurbey Mosque, *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 5(2), 237-249.

ARAşTIRMA VERİSİ (Research Data)

Çalışma kapsamında kullanılan bina ve zemin verileri yazarlar tarafından oluşturulmuş. Çalışmada alıntılanan malzeme ve teorik veriler ise atıf verilerek referanslarda belirtilmiştir.

ÇIKAR ÇATIşMASI / İLİşKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Çalışmada herhangi bir çıkar çatışması ve çıkar ilişkisi bulunmamaktadır. Araştırma kapsamında yer alan bilgiler; herhangi bir kişiye, kuruma, ekipmana ait değildir. Çalışma kurgusal bir model üzerinde gerçekleştirilmiştir.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): A.G.
- Literatür araştırması (*Literature research*): F.Y.K.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): A.G., F.Y.K
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): F.Y.K., A.G.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): F.Y.K.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): A.G.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): F.Y.K.



Evaluation of Instrumental Period Earthquakes in İzmir Province in Terms of Intensity, Magnitude and Focal Mechanism Solutions

Cağlar Ozkaymak^{1,2}, Hasan Sozbilir³ and Mustafa Softa³

¹ Afyon Kocatepe University, Department of Geological Engineering, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

² Earthquake Implementation and Research Center, Afyon Kocatepe University, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

³ Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, 35390 İzmir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0377-1324, 0000-0002-3777-4830, 0000-0001-5064-9260

Keywords

İzmir, Active faults, Earthquake catalogue, Instrumental period

Highlights

- * İzmir Province
- * Instrumental period earthquake catalog
- * Intensity, magnitude and Focal Mechanism Solutions

Aim

This study aims to evaluate the instrumental period earthquakes that occurred in İzmir Province

Location

This study has implemented in the İzmir Province borders and the immediate surrounding area

Methods

The data of earthquakes were arranged to create an instrumental earthquake catalogue and evaluated for earthquake hazard

Results

There are 54 thousand earthquake records in İzmir. The largest one is M= 6.9 and I= IX. The average occurrence intervals with a M greater than 5.8 is 8 years

Financial Disclosure:

This study was supported TÜBİTAK with project number 121Y285

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest:

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 18.03.2024

Revised: 09.07.2024

Accepted: 23.07.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1454752



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Cağlar Ozkaymak

Email: activetectonics@gmail.com

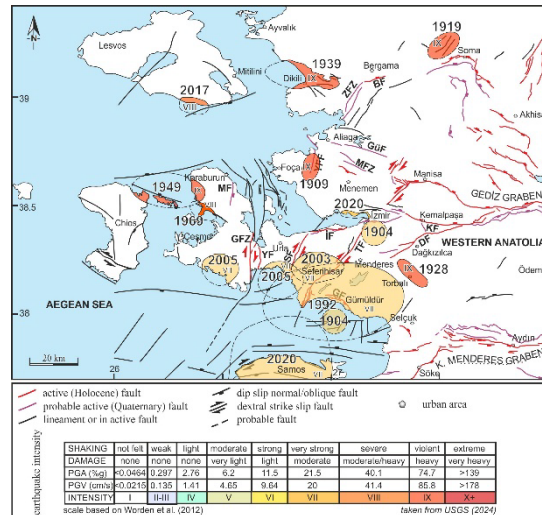


Figure
Location, intensity and relationship with active faults of earthquakes in İzmir and its surroundings during the instrumental period

How to cite:

Ozkaymak C., Sozbilir H., Softa M., 2024. Evaluation of Instrumental Period Earthquakes in İzmir Province in Terms of Intensity, Magnitude and Focal Mechanism Solutions, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 286-328, <https://doi.org/10.46464/tdad.1454752>.



TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



İzmir İli Aletsel Dönem Depremlerinin Şiddet, Büyüklük ve Odak Mekanizma Çözümleri Açısından Değerlendirilmesi

Çağlar Özkaymak^{1,2}, Hasan Sözbilir³ and Mustafa Softa³

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

² Afyon Kocatepe Üniversitesi Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 35390 İzmir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0377-1324, 0000-0002-3777-4830, 0000-0001-5064-9260

ÖZET

Bu çalışmada İzmir ili ve yakın çevresinde aletsel dönemde meydana gelen depremler şiddet, büyüklük ve odak mekanizma çözümleri açısından bir aletsel deprem kataloğu oluşturacak şekilde düzenlenmiş ve deprem tehlikesine yönelik analiz edilerek değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre, aletsel dönemde bölgede yaklaşık 54 bin deprem kaydı bulunmakta olup, bunlardan en büyüğü IX şiddetinde ve M=6.9 büyüklüğündedir. Büyüklüğü 5.8'den fazla olan depremlerin ortalama oluşma sıklığı 8 yıldır. Depremlerin odak mekanizma çözümleri meydana gelen depremlerin eğim/oblik atımlı normal ve doğrultu atımlı faylar tarafından üretildiğini göstermektedir. Bu veriler, bölgede İzmir Balıkesir Transfer Zonu'na ait doğrultu atımlı fayların, bölgedeki normal faylarla beraber deprem ürettiğine, bölgedeki güncel tektonik rejimin transtansiyonel karakterde olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca, 11 Ağustos 1904 Sisam ($M_w=6.1$), 18 Ağustos 1904 Kuşadası Körfezi ($M_w=6.0$) ve 10 Ekim 1904 Buca Depremleri ($M_w=5.8$) birbirini tetikleyecek şekilde gelişmiş olmalıdır. Benzer tetiklenme mekanizması 30 Ekim 2020 Sisam depremi ($M_w=6.9$) sonrasında 14 Ağustos 2022 Kuşadası Körfezi ($M_w=4.9$) ve 04 Kasım 2022 Buca depremleri ($M_w=4.9$) ile tekrar etmiştir. Bu da normal faylarla üretilen depremlerden sonra stres boşalımının komşu segmentlerdeki faylar boyunca transfer edildiğini göstermektedir. Tarihsel dönemde X şiddetine varan yıkıcı depremler olmasına rağmen, Aletsel dönemde bölgedeki fayların yüzey faylanması geliştirecek düzeyde henüz kırılmadığı anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler

İzmir, Diri faylar, Deprem kataloğu, Aletsel dönem

Öne Çıkanlar

- * İzmir İli
- * Aletsel dönem deprem kataloğu
- * Şiddet, büyüklük ve odak mekanizması çözümleri

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 18.03.2024
Düzeltilme: 09.07.2024
Kabul: 23.07.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1454752

Sorumlu yazar

Çağlar Özkaymak
Eposta:
activetectonics@gmail.com

Evaluation of Instrumental Period Earthquakes in İzmir Province in Terms of Intensity, Magnitude and Focal Mechanism Solutions

Çağlar Ozkaymak^{1,2}, Hasan Sozbilir³ and Mustafa Softa³

¹ Afyon Kocatepe University, Department of Geological Engineering, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

² Earthquake Implementation and Research Center, Afyon Kocatepe University, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

³ Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, 35390 İzmir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0377-1324, 0000-0002-3777-4830, 0000-0001-5064-9260

ABSTRACT

In this study, earthquakes in İzmir province were evaluated to create an instrumental earthquake catalogue and evaluated for earthquake hazard in terms of intensity, magnitude and focal mechanism solutions. There are approximately 54 thousand earthquake records in İzmir province while the largest one had an intensity of IX and a magnitude of M=6.9. The average occurrence interval of earthquakes with a magnitude greater than 5.8 is 8 years. Focal mechanism solutions show that the earthquakes were created by normal faults and strike-slip faults. These data indicate that the strike-slip faults of the İzmir Balıkesir Transfer Zone produce earthquakes together with the normal faults in the region and the current tectonic regime has a transtensional character. In addition, the earthquakes that occurred in Samos on 11 August 1904 ($M_w=6.1$), in Kuşadası Bay on 18 August 1904 ($M_w=6.0$) and in Buca on 10 October 1904 ($M_w=5.8$) may have developed in a way that triggered each other. A similar mechanism was repeated after the Samos earthquake on 30 October 2020 ($M_w=6.9$), with the earthquakes in Kuşadası Bay on 14 August 2022 ($M_w=4.9$) and in Buca on 04 November 2022 ($M_w=4.9$). Although there were in historical period, the faults within the İzmir province did not create surface rupturing during the instrumental period.

Keywords

İzmir, Active faults, Earthquake catalogue, Instrumental period

Highlights

- * İzmir Province
- * Instrumental period earthquake catalog
- * Intensity, magnitude and Focal Mechanism Solutions

Manuscript

Research Article

Received: 18.03.2024
Revised: 09.07.2024
Accepted: 23.07.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1454752

Corresponding Author

Çağlar Ozkaymak
Email:
activetectonics@gmail.com

1. GİRİŞ

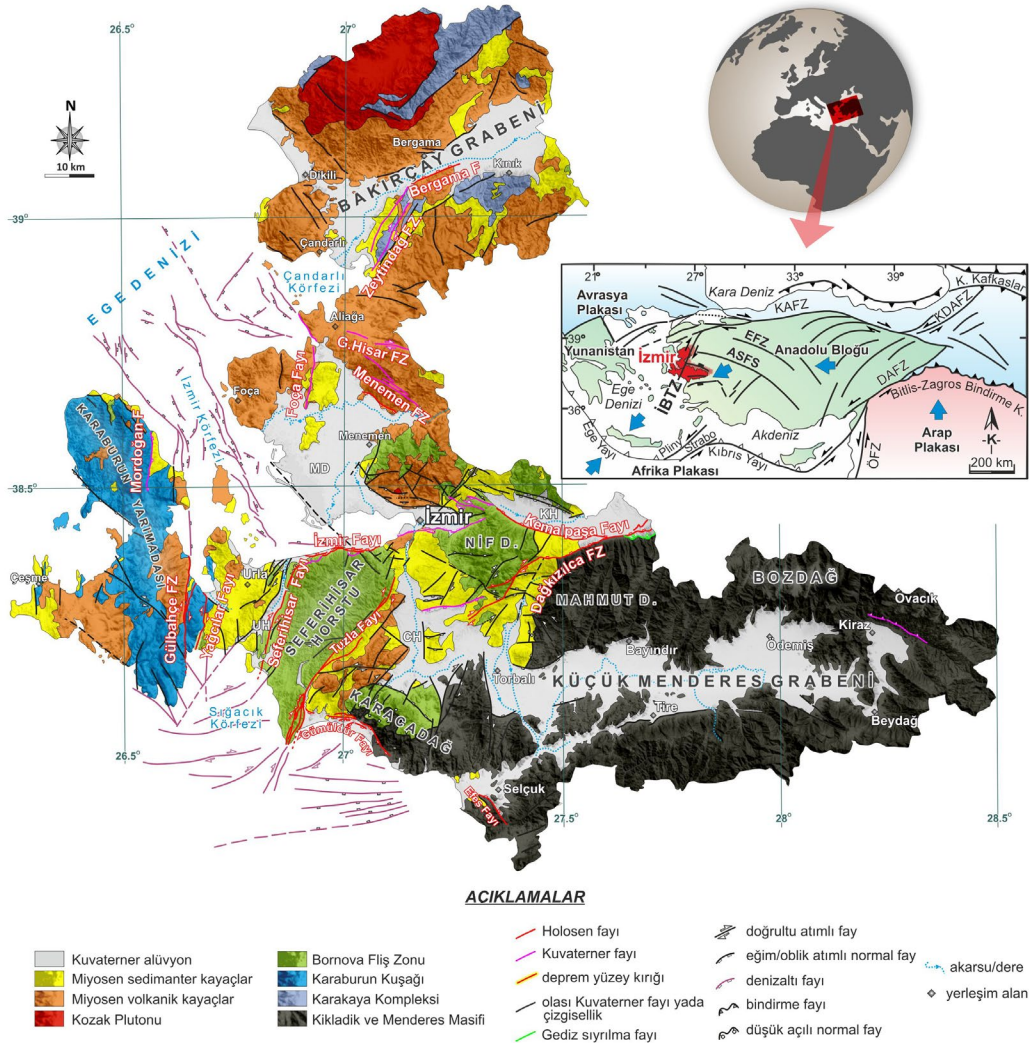
İzmir ili ve çevresinde, son 119 yılda gerek karada ve gerekse de deniz altında meydana gelen depremler farklı fay segmentlerinin farklı zamanlarda aktive olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, İzmir il sınırları içinde 17 adet diri fay ve potansiyel diri fay segmenti bulunmaktadır (Şekil 1). Bölgede Sığacık/Kuşadası Seferihisar yükseltisini sınırlayan 3 fay (İzmir Fayı, Seferihisar Fayı ve Tuzla Fayı), Urla Havzası'nın ana sınır faylarını oluşturan Gülbahçe Fay Zonu ile Yağcılar Fayı, kuzeyde Bergama ve Zeytindağ Fayı, Nif Dağı ile Mahmut Dağı arasında uzanım sunan Dağkızılca Fayı, Kuşadası Körfezini kuzeyden sınırlayan Gümüldür Fayı, Küçük Menderes grabenini GB sınırı boyunca uzanan Efes Fayı, Yamanlar Dağını güneyden sınırlayan Güzelhisar ve Menemen Fay Zonu ile Yeni Foça Fayı ana fayları oluşturmaktadır. Sözkonusu faylardan İzmir Fayı, İzmir iç körfezini güneyden sınırlayan kuzeye eğimli ana fay niteliğindedir. Yaklaşık D-B uzanımlı bu keskin morfolojik sınırın güneyinde kalan Seferihisar yükseltisi, batıdan Seferihisar Fayı ve doğudan Tuzla Fayı ile sınırlandırılmıştır. Gülbahçe Fayı ve Yağcılar Fayı ise Karaburun Yarımadası'nı doğudan sınırlayan ana yapısal hatlar niteliğindedir. Bu yapısal süreksizlikler İzmir Körfezi'nin güneyindeki KD-GB uzanımlı yapısal çöküntü (Urla Havzası ve Cumaovası Havzası) ve ilgili yükseltilerin gelişmesine neden olmuştur. Önemli bölümleri kara içlerinde uzanım sunan bu faylardan, özellikle Gülbahçe Fayı ve Tuzla Fayı'nın deniz içinde de devam ettiği belirtilmektedir (Ocakoğlu ve diğ. 2004; 2005). Bölgedeki ana tektonik yapıyı biçimlendiren bu fayların Holosen döneminde yüzey faylanmasıyla sonuçlanmış yıkıcı depremler ürettiği ve bu nedenle gelecekte de İzmir ili için önemli sismik kaynak niteliğinde oldukları kabul edilmektedir (Emre ve diğ. 2011; 2018, Duman ve diğ. 2018).

Bu çalışmada, İzmir ilinde aletsel dönemde meydana gelmiş 5.8 ve daha büyük depremlere ait kayıtlar taranarak İzmir için yeni bir aletsel deprem kataloğu oluşturulmuş ve bu katalogtan çıkan sonuçlara göre bir değerlendirme yapılmıştır. Bu bağlamda, aşağıda, öncelikle bölgenin içinde bulunduğu tektonik ortam özetlenmiştir, izleyen bölümlerde ise, 1904'ten günümüze kadar gelişen depremler kronolojik sıra içinde verilerek İzmir ilinin deprem tehlikesi değerlendirilmiştir.

2. TEKTONİK ORTAM

İzmir ili ve çevresi bölgesel ölçekte İzmir-Balıkesir Transfer Zonu (İBTZ) güney bölümü üzerinde konumlanmıştır (Şekil 1). İBTZ, D-B uzanımlı Gediz (Alaşehir), Küçük Menderes ve Büyük Menderes grabenlerini, Menderes metamorfik çekirdek kompleksini ve bunlarla ilişkili olarak gelişen sıyrıma (detachment) faylarını batıdan sınırlar. İBTZ içinde Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı kaya toplulukları (Kikladik ve Menderes Masifi, İzmir-Ankara zonu kayaları), Eosen yaşlı tortul kayalar, Neojen yaşlı volkano-sedimanter kayalar ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimler ile Holosen-Güncel yaşlı çökeller yer alır. Gümüldür (İzmir) ile Bigadiç (Balıkesir) arasında KD-GB doğrultusunda uzanan İBTZ yaklaşık 150 km uzunluğundadır. Zonun Miyosen döneminden kalıtsal doğu sınırı Kemalpaşa ile Torbalı arasında uzanan Kocaçay Havzası'nda yer alır (Sözbilir ve diğ. 2011). Zonun batı sınırında Karaburun Kuşağı yer alır. Yuntdağı, Yamanlar ve Cumaovası volkanitleri ve bu volkanitlerle ilişkili olarak gelişmiş olan gölsel havzalar, zonun Miyosen dönemine ait aktivitesine işaret eder. Günümüzde oluşumu devam eden İzmir İç Körfezi zonun sınırları içindedir. Sarayköy'den Germencik ilçesine kadar D-B doğrultusunda uzanan Büyük Menderes Grabeni zona yaklaştığında KD-GB doğrultusuna aniden dönerek Söke-Milet havzasını oluşturur (Gürer ve diğ. 2001, Sümer ve diğ. 2013). Benzer şekilde Salihli-Turgutlu arasında yaklaşık D-B doğrultusunda uzanım sunan Alaşehir (Gediz) grabeni zona yaklaştığında genişleyerek Kemalpaşa, Manisa ve Gölarmara havzaları şeklinde üç kola ayrılır. Bu kolların üçü de İBTZ içinde sonlanır. Seferihisar Horstu, Yamanlar, Yuntdağı ve Spil Dağı gibi yükseltiler İBTZ içinde yer alır. Yapılan son çalışmalar, Batı Anadolu kabuğu altında dalan Afrika Levhası'nın yırtıldığını ve bu yırtılmanın yüzeye doğru Batı Anadolu kabuğunda İBTZ'nin gelişmesine neden olduğunu göstermektedir (Gessner ve diğ. 2013, Jolivet ve diğ. 2013, Uzel ve diğ. 2015,). Buna göre, İBTZ dalan Afrika Levhası'ndaki

yırtılmanın yüzeydeki izine karşılık gelmektedir. Bu nedenle yüzeydeki parçalanma İzmir (Gümüldür) ile Balıkesir (Bigadiç) arasında normal faylar da içeren doğrultu atımlı faylarca baskın bir zonun gelişimini sonuçlamıştır (Sözbilir ve diğ. 2003, Uzel ve Sözbilir 2008, Sözbilir ve diğ. 2011, Özkaymak ve diğ. 2013, Uzel ve diğ. 2012; 2013; 2015). Jeofizik/Jeodezik veriler de İBTZ içinde kalan doğrultu atımlı faylarla sınırlı bloklardaki güncel deformasyonun düşey eksen etrafındaki rotasyonlarla karşılandığını belirtmektedir (Aktuğ ve Kılıçoğlu 2006, Pamukçu ve diğ. 2015, Aktuğ ve diğ. 2021, Eyübağil ve diğ. 2021, Solak ve diğ. 2023).

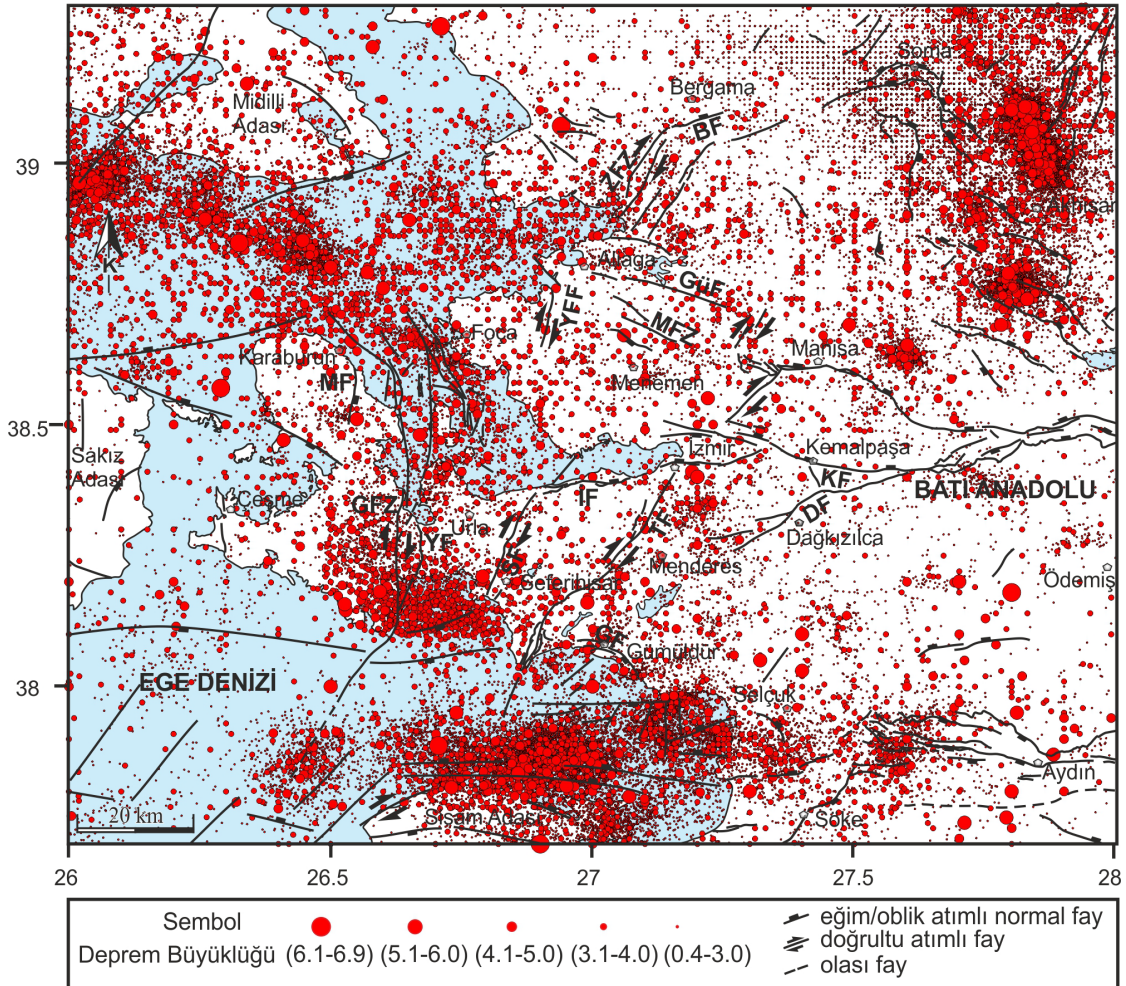


Şekil 1: İzmir ve Çevresinin Jeoloji haritası (Konak 2002, Çakmakoğlu ve Bilgin 2006, Sümer 2007, Sözbilir ve diğ. 2011, Uzel ve diğ. 2012; 2013, Göktaş 2014; 2019, Akbulut ve diğ. 2023'ten düzenlenmiştir). Kısaltmalar; CH: Cumaovası Havzası, KH: Kemalpaşa Havzası, MD: Menemen Düzlüğü, UH: Urla Havzası. Aktif faylar Emre ve diğ. (2011; 2018); denizaltı faylar, Aksu ve diğ. (1987), Ocakoğlu ve diğ. (2005), Gürçay (2014), Coskun ve diğ. (2017)'den alınmıştır. Yerbulduru haritası: Doğu Akdenizin tektonik haritası Özkaymak (2015)'ten düzenlenmiştir. Kısaltmalar; KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu; ASFS: Akşehir Simav Fay Sistemi; DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu; EFZ: Eskişehir Fay Zonu; İBTZ: İzmir Balıkesir Transfer Zonu; KAFZ, Kuzey Anadolu Fay Zonu; KDAFZ:

Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu; ÖFZ: Ölüdeniz Fay Zonu
Figure 1: Geological map of İzmir Province (compiled from Konak 2002, Çakmakoğlu and Bilgin 2006, Sümer 2007, Sözbilir et al. 2011, Uzel et al. 2012; 2013, Göktaş 2014; 2019, Akbulut et al. 2023). Abbreviations; CH: Cumaovası Basin; KH: Kemalpaşa Basin; MD: Menemen Plain; UH: Urla Basin. Active faults were taken from Emre et al. (2011; 2018), and submarine faults are compiled from Aksu et al. (1987), Ocakoğlu et al. (2005), Gürçay (2014); Coskun et al. (2017). Inset: Tectonic outline of eastern Mediterranean area (compiled from Özkaymak (2015)). Abbreviations: ASFS: Akşehir Simav Fault System; DAFZ: East Anatolian Fault Zone; EFZ: Eskişehir Fault Zone; İBTZ: İzmir Balıkesir Transfer Zone; KAFZ, North Anatolian Fault Zone; KDAFZ: Northeast Anatolian Fault Zone; ÖFZ: Dead Sea Fault Zone.

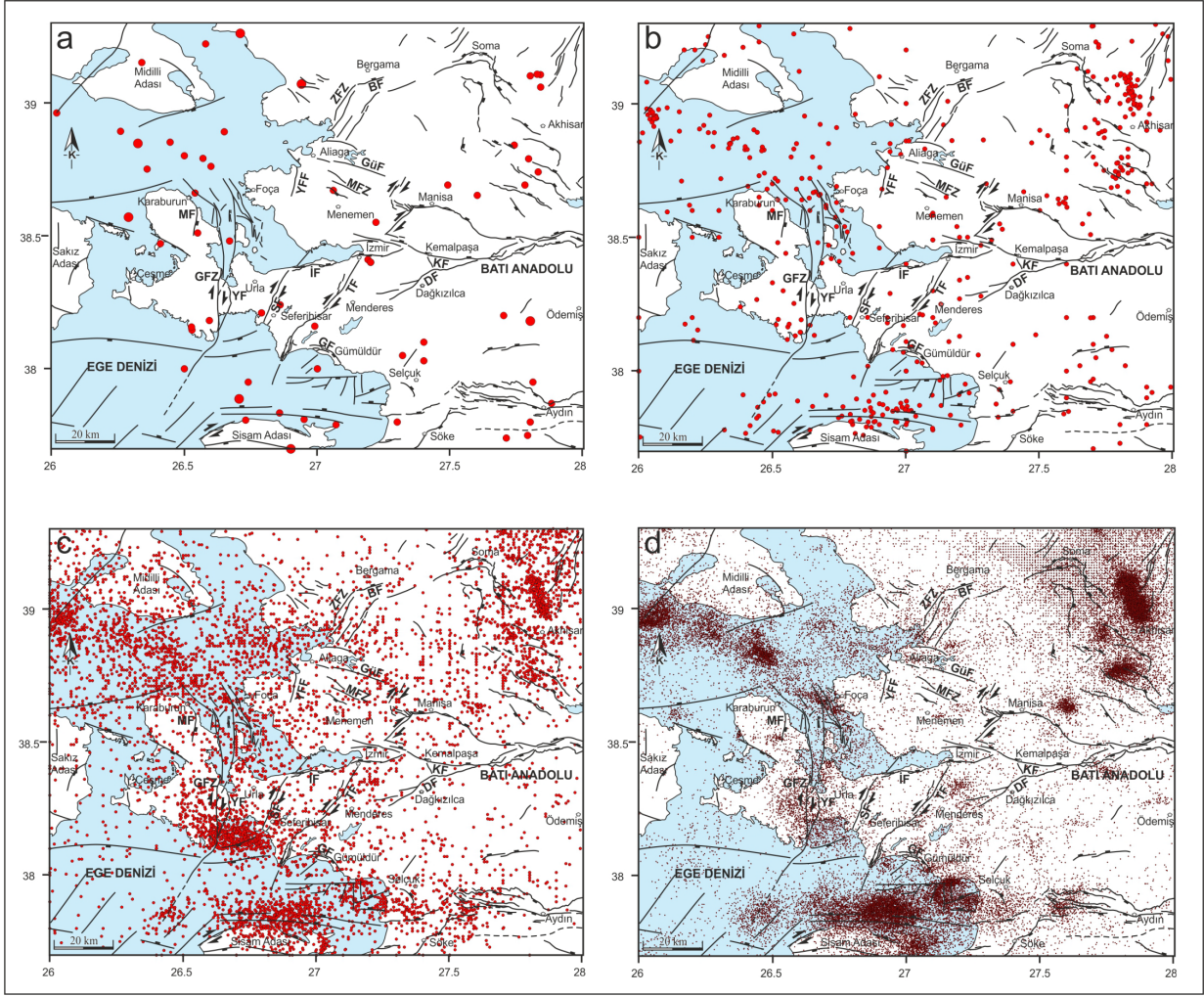
3. İZMİR İLİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN ALETSEL DÖNEM DEPREM KATALOĞU

İzmir ili ve yakın civarı sismik açıdan ülkemizin en aktif bölgelerinden birisidir. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) ile AFAD verilerine göre aletsel dönemde (01.01.1900-26.02.2024 tarihleri arasında) Şekil 2'de koordinatları verilen alan içerisinde büyüklükleri 0.6 ile 6.9 arasında değişen 55.303 adet deprem kaydı vardır. Mevcut dışmerkez verilerinin dağılımı, genel olarak Midilli Adası güneyinde, Sisam Adası kuzeyinde, Sığacık Körfezi'nde ve Akhisar Manisa arasındaki bölgede yoğunlaşmaktadır. Bölgede aletsel dönemde büyüklükleri 3.0 ve altında olan depremlerin sayısı 48.064'dir. Büyüklükleri 3.1 ile 4.0 arasında değişen 6.733 deprem kaydı varken, büyüklükleri 4.1 ile 5.0 arasında 442 adet deprem meydana gelmiştir. Büyüklükleri 5.1 ve 6.0 arasında 56 adet, 6.1 ile 7.0 arasında ise 8 adet deprem kaydı bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2: İzmir ili ve yakın civarının sismotektonik haritası (Deprem verileri, KRDAE (2024) ve AFAD (2024)'ten; Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetos ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.)

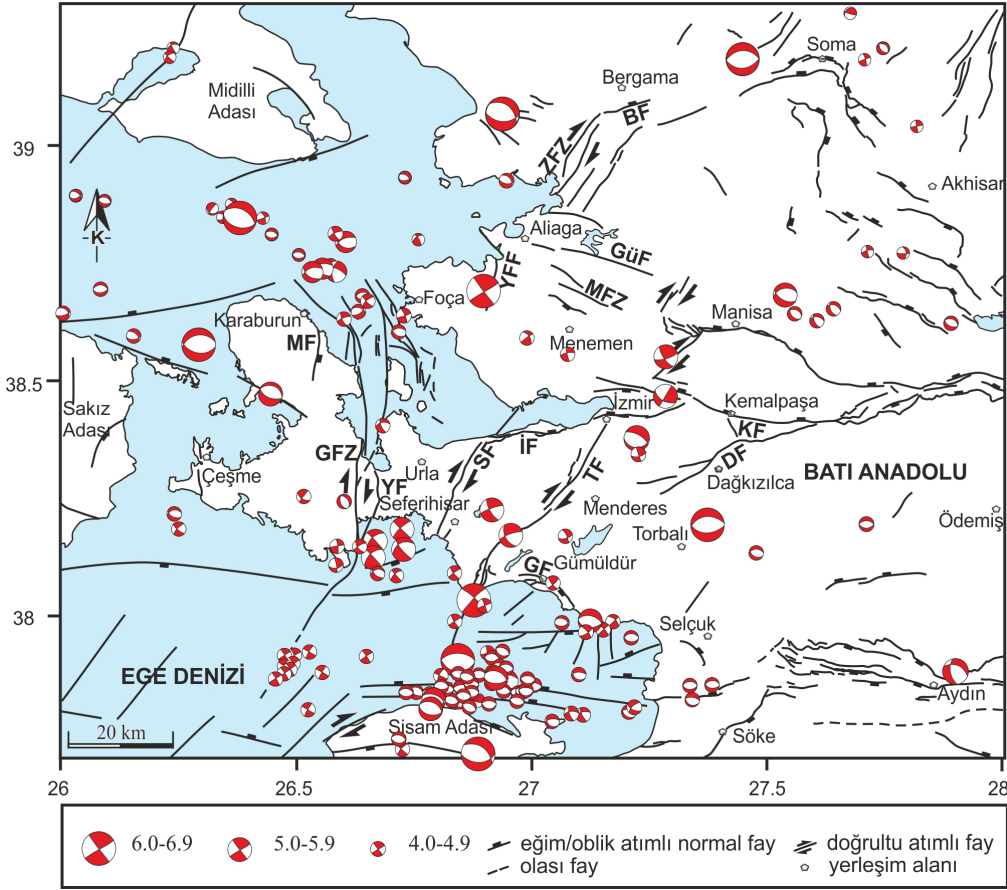
Figure 2: Seismotectonic map of İzmir province and its surroundings (Earthquake data were taken from KRDAE (2024) and AFAD (2024), faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995); Ocakoğlu et al. (2004); Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005); Pavlides et al. (2010); Caputo et al. (2012); Chazitrepetos et al. (2013); Caputo and Pavlides (2013).)



Şekil 3: İzmir ve çevresinin aletsel dönem deprem etkinliği a) büyüklükleri 5.1 ile 6.9 arasındaki depremlerin dağılımı, b) büyüklükleri 4.1 ile 5.0 arasındaki depremlerin dağılımı, c) büyüklükleri 3.1 ile 4.0 arasındaki depremlerin dağılımı ve d) büyüklükleri 0.6 ile 3.0 arasındaki depremlerin dağılımı (Türkiye'deki faylar Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetos ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten, deprem verileri KRDAE (2024)'den alınmıştır.)

Figure 3: Instrumental period earthquake activity of İzmir and its surroundings a) earthquakes with magnitudes between 5.1 and 6.9, b) earthquakes with magnitudes between 4.1 and 5.0, c) earthquakes with magnitudes between 3.1 and 4.0, and d) earthquakes with magnitudes between 0.6 and 3.0 (Faults in Türkiye were taken from Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetos et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013), earthquake data were taken from KRDAE (2024).)

İzmir ve çevresinde meydana gelen Aletsel dönem depremlerin mevcut odak mekanizma sonuçlarını gösteren haritası Şekil 4'te sunulmuştur. Bu haritada verilen aletsel dönemde meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri, İzmir ve çevresinde doğrultu atımlı ve eğim/oblik atımlı normal fayların deprem ürettiğine işaret etmektedir.



Şekil 4: İzmir ili ve yakın civarında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri (Deprem çözümleri Mckenzie (1972), Alptekin (1978), Taymaz ve diğ. (1991), Zanchi ve Angelier (1993), Türkelli ve diğ. (1995), Kalafat (1995), Tan ve diğ. (2008), Tan (2013; 2021), Paradisopoulou ve diğ. (2010), Duman ve diğ. (2018), EMSC (2024), KOERİ (2024), AFAD (2024)'ten, Türkiye'deki faylar Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.)

Figure 4: Focal mechanism solutions of earthquakes that occurred in İzmir and its surroundings (Earthquake focal mechanism solutions were taken from Mckenzie (1972), Alptekin (1978), Taymaz et al. (1991), Zanchi and Angelier (1993), Türkelli et al. (1993), Kalafat (1995), Tan et al. (2008), Tan (2013; 2021), Paradisopoulou et al. (2010), Duman et al. (2018), EMSC (2024), KRDAE (2024), AFAD (2024), faults in Türkiye were taken from Emre et al. (2018); faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

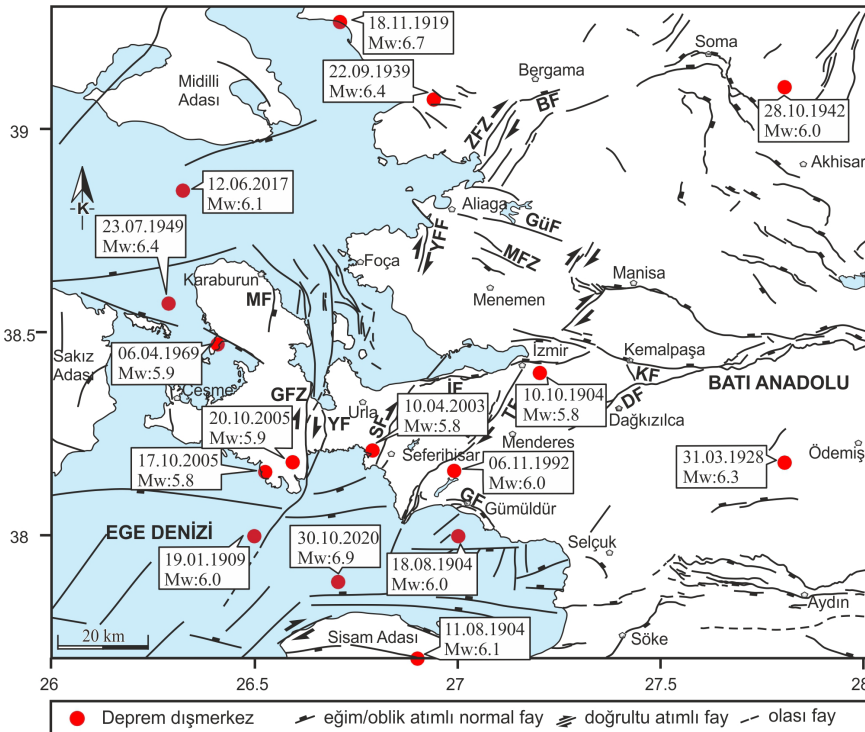
3.1) 11 Ağustos 1904 Sisam Depremi ($M_w=6.1$)

11 Ağustos 1904 günü saat 06:08 civarında dışmerkezi Sisam Adası, derinliği 6 km olan yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir (Ambraseys ve Finkel 1987, Ayhan ve diğ. 1988, Kalafat ve diğ. 2007). Depremin moment büyüklüğü KRDAE (2024) ve Kalafat ve diğ. (2007) tarafından 6.1 olarak verilirken, Paradisopoulou ve diğ. (2010)'a göre depremin moment büyüklüğü 6.8 olarak hesaplanmıştır. Paradisopoulou ve diğ. (2010), deprem büyüklüğünün bir fonksiyonu olarak fay uzunluğu ve kosismik yer değiştirmenin hesaplanabildiği empirik ilişkiye göre (Papazachos ve diğ. 2004), bu deprem ile 46 km uzunluğunda fayın kırıldığını, ortalama yer düşey değiştirmenin tahmini 1.2 metre olduğunu ifade etmektedirler. Paradisopoulou ve diğ. (2010) tarafından hazırlanan odak mekanizma çözümü depremi üreten fayın oblik atımlı normal fay karakterde çalıştığına işaret etmektedir (Şekil 4 ve Şekil 5; Tablo 1 ve Tablo 2).

Tablo 1: İzmir ili ve yakın civarında meydana gelen moment büyüklüğü 5.8 ve daha fazla olan yıkıcı deprem bilgileri (KRDAE 2024, AFAD 2024) (Depremlerin dışmerkez görselleri için Şekil 4'e bakınız. Kısaltmalar: T: oluş tarihi, Z: Oluş zamanı (UTC), E: Enlem, B: Boylam, D: Derinlik (km), M: Büyüklük, Y: Etkilenen yer)

Table 1: Information on devastating earthquakes with moment magnitudes of 5.8 and more that occurred in İzmir Province and its surroundings (KRDAE 2024, AFAD 2024) (See Figure 4 for epicenter images of earthquakes. Abbreviations: T: date of occurrence, Z: time of occurrence (UTC), E: Latitude, B: Longitude, D: Depth (km), M: Size, Y: Affected location)

No	T	Z	E	B	D	M	Y
1	11.08.1904	06:08:00.00	37.7	26.9	6	6.1	Sisam Adası
2	18.08.1904	20:07:00.00	38	27	30	6	Kuşadası Körfezi
3	10.10.1904	17:40:00.00	38.4	27.2	20	5.8	Buca
4	19.01.1909	04:57:00.00	38.70	26.90	60	6	Foça
5	18.11.1919	21:54:50.30	39.26	26.71	10	6.7	Bergama, Soma
6	31.03.1928	00:29:48.90	38.18	27.8	10	6.3	Torbalı
7	22.09.1939	00:36:36.60	39.07	26.94	10	6.4	Dikili
9	23.07.1949	15:03:33.20	38.57	26.29	10	6.4	Karaburun, Çeşme
10	06.04.1969	03:49:33.90	38.47	26.41	16	5.9	Karaburun
11	06.11.1992	19:08:09.20	38.16	26.99	17	6	Orhanlı-Seferihisar
12	10.04.2003	00:40:15.40	38.21	26.79	11	5.8	Seferihisar
13	17.10.2005	09:46:53.97	38.157	26.5268	9.1	5.8	Zeytineli-Urla
14	20.10.2005	21:40:01.41	38.1812	26.5940	8	5.9	Demircili-Urla
15	12.06.2017	12:28:37.53	38,8468	26.3252	14.4	6.1	Ege Denizi
16	30.10.2020	11:51:24.37	37,8877	26.7057	11.2	6.9	Sisam, Ege Denizi



Şekil 5: İzmir ili ve yakın civarında meydana gelen büyüklükleri 5.8 ile 6.9 arasında değişen aletsel dönem depremlerin dışmerkezlerini gösteren sismotektonik harita (Deprem bilgileri için Tablo 1'e bakınız. Türkiye'deki faylar Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır. Deprem verileri KRDAE (2024)'ten alınmıştır.)

Figure 5: Seismotectonic map showing the epicenters of instrumental period earthquakes with magnitudes ranging from 5.8 to 6.9 that occurred in İzmir province and its immediate surroundings (See Table 1 for earthquake information. Faults in Türkiye Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013). Earthquake data were taken from KRDAE (2024).)

Sakız Adası, Santorini, Menemen, Ödemiş, İzmir, Foça ve Aydın'da kuvvetli olarak hissedilen deprem ile Sisam'ta 540 evin tamamen yıkıldığı bilinmektedir (Sieberg 1932, Ambraseys 1988, Papazachos ve diğ. 1997). Ambraseys (1988)'e göre, dışmerkezi Sisam Adası'nın güney sahili olan deprem, adada geniş çaplı hasara neden olmuştur. Ana şok ve şiddetli artçı şoklar çok sayıda tarım yerleşimlerine ve St. Triada Manastırı'na zarar vermiş, adanın güney sahilinde yolları kapatan kaya düşmeleri meydana gelmiştir. Araştırmacıya göre, hasar Patmos Adası ile Söke batısındaki Anadolu sahillerinde de gözlenmiştir.

Tablo 2: 11.08.1904 Sisam depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Ayhan ve diğ. 1988, 2. Ambraseys ve Finkel 1987, 3. Kalafat ve diğ. 2007, 4. Paradisopoulou ve diğ. 2010, 5. Papazachos ve Papazachou 2003, 6. Shebalin ve diğ. 1974, 7. Ambraseys 1988, 8. KRDAE 2024, 9. AFAD 2024)

Table 2: Earthquake parameters of the 11.08.1904 Samos earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Ayhan et al. 1988, 2. Ambraseys and Finkel 1987, 3. Kalafat et al. 2007, 4. Paradisopoulou et al. 2010, 5. Papazachos and Papazachou 2003, 6. Shebalin et al., 1974, 7. Ambraseys 1988, 8. KRDAE 2024, 9. AFAD 2024)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
06:08:00	37.70	26.90	6	M _s 6.2	-	-	-	-	1,9
05:56:00	37.65	26.7	-	M _s 6.2	-	-	-	-	2
06:08:00	37.70	26.90	6	M _w 6.1	-	-	-	-	3,8
06:08:30	37.66	26.93	-	M _w 6.8	-	91°	45°	115°	4,5
06:08	37.7	26.9	5.5 (4-8)	M 6.2	IX	-	-	-	6
05:56	37.65	26.70	-	M _s 6.2	VIII	-	-	-	7

Mevcut veriler 11 Ağustos 1904 Sisam depreminin (M_w=6.1), Sisam Adası güneyinde 46 km uzunlukta yüzey kırığı oluşturan eğim atımlı ve olasılıkla güneye eğimli normal bir fay üzerinde meydana geldiğine işaret etmektedir. Bu deprem ile yaklaşık K-G yönlü genişlemeli tektonizma etkisinde fayın taban bloğunda kalan Sisam Adası orta bölümü yaklaşık 1.2 metre yükseltilmiştir.

3.2) 18 Ağustos 1904 Kuşadası Körfezi Depremi (M_w=6.0)

18 Ağustos 1904 tarihinde saat 20:07'de Kuşadası Körfezi'nde yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir (Ayhan ve diğ. 1988, Ambraseys ve Finkel 1987, Kalafat ve diğ. 2007). Ergin ve diğ. (1967) ve Shebalin ve diğ. (1974) bu depremin şiddetini (I₀) VII olarak vermektedir. Shebalin ve diğ. (1974), Ayhan ve diğ. (1988) ve Kalafat ve diğ. (2007) depremin büyüklüğünü 6.0, derinliğini ise 30 km olarak verirken, Ambraseys ve Finkel'e göre deprem büyüklüğü 5.8, derinliği ise 10 km'dir. Deprem hakkında daha detaylı bilgiye ulaşılamamıştır.

Tablo 3: 18.08.1904 Kuşadası Körfezi depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Ayhan ve diğ. 1988, 2. Ambraseys ve Finkel 1987, 3. Kalafat ve diğ. 2007, 4. Ergin ve diğ. 1967, 5. Shebalin ve diğ. 1974, 6. KRDAE 2024, 7. AFAD 2024)

Table 3: Earthquake parameters of the 18.08.1904 Kuşadası Bay earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Ayhan et al. 1988, 2. Ambraseys and Finkel 1987, 3. Kalafat et al. 2007, 4. Ergin et al. 1967, 5. Shebalin et al. 1974, 6. KRDAE 2024, 7. AFAD 2024)

S:Da:Sa	En	Bo	De (km)	M	I ₀	D	E	R	K
20:07	38.00	27.00	30	M _w 6.0	-	-	-	-	1,3,6
20:04:00	37.73	26.93	10	M _w 5.8	-	-	-	-	2,7
-	38.10	27.00	-	-	VII	-	-	-	4
20:07	38.00	27.00	30 (20-45)	M 6.0	VII	-	-	-	5

Mevcut veriler 18.08.1904 depreminin ($M_w=6.0$), 11.08.1904 Sisam Adası depremi ($M_w=6.1$) tarafından tetiklenen bağımsız bir deprem olduğuna işaret etmektedir. Shebalin ve diğ. (1974), Ayhan ve diğ. (1988) ve Kalafat ve diğ. (2007) tarafından verilen dışmerkez lokasyonları, bu depremin yaklaşık DB ve KB-GD uzanımlı fay kollarından oluşan ve güneye eğimli Gümüldür Fayı'nın üzerinde meydana gelmiş olabileceğine işaret etmektedir (Depremin dışmerkezi Şekil 5'te sunulmuştur). Bununla beraber, Ambraseys ve Finkel (1987) depremin dışmerkezini Sisam Adası; Ergin ve diğ. (1967) ise Gümüldür kuzeyinde vermektedirler.

3.3) 10 Ekim 1904 Buca Depremi ($M_w=5.8$)

10 Ekim 1904 tarihinde saat 17:40 (UTC) itibari ile meydana gelen deprem Shebalin ve diğ. (1974), Ayhan ve diğ. (1988) ve Kalafat (2007)'ye göre İzmir'in Buca ilçesinde, 20 km derinlikte meydana gelmiştir (Depremin dışmerkezi Şekil 5'te verilmiştir). Shebalin ve diğ. (1974) depremin şiddetini VII, büyüklüğünü ise 5.8 olarak vermiştir. Ambraseys ve Finkel (1987) ise bu depremin derinliğini 10 km, büyüklüğünü (M_s) 6.0, dış merkezini Sisam Adası olarak göstermektedirler (Tablo 4). Deprem hakkında daha detaylı bilgiye ulaşılamamıştır.

Tablo 4: 10.10.1904 Buca depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Shebalin ve diğ. 1974, 2. Ambraseys ve Finkel 1987, 3. KRDAE 2024, 4. AFAD 2024)

Table 4: Earthquake parameters of the 10.10.1904 Buca earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Shebalin et al. 1974, 2. Ambraseys and Finkel 1987, 3. KRDAE 2024, 4. AFAD 2024)

Sa:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
17:40:00	38.40	27.20	20 (13-30)	M 5.8	VII	-	-	-	1,3
17:40:00	37.70	26.80	10	M _s 6.0	-	-	-	-	2,4

Mevcut verilere göre, dış merkez lokasyonu depremin Tuzla Fayı'nın kuzey ucunda ya da bu bölgede yer alan yaklaşık D-B uzanımı kuzeye eğimli Buca Fay Zonu üzerinde meydana gelmiş olabileceğine işaret etmektedir.

3.4) 19 Ocak 1909 Foça Depremi ($M_w=6.0$)

Aletsel dönem deprem kayıtlarına göre, 19 Ocak 1909 tarihinde saat 04:57 (UTC) itibari ile büyüklüğü 6, şiddeti IX olan yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir (Shebalin ve diğ. 1974, Ambraseys ve Finkel 1987, Ayhan ve diğ. 1988, Türkelli ve diğ. 1995, Papazachos ve diğ. 2000; 2010, Kalafat ve diğ. 2007, Makropoulos ve diğ. 2012).

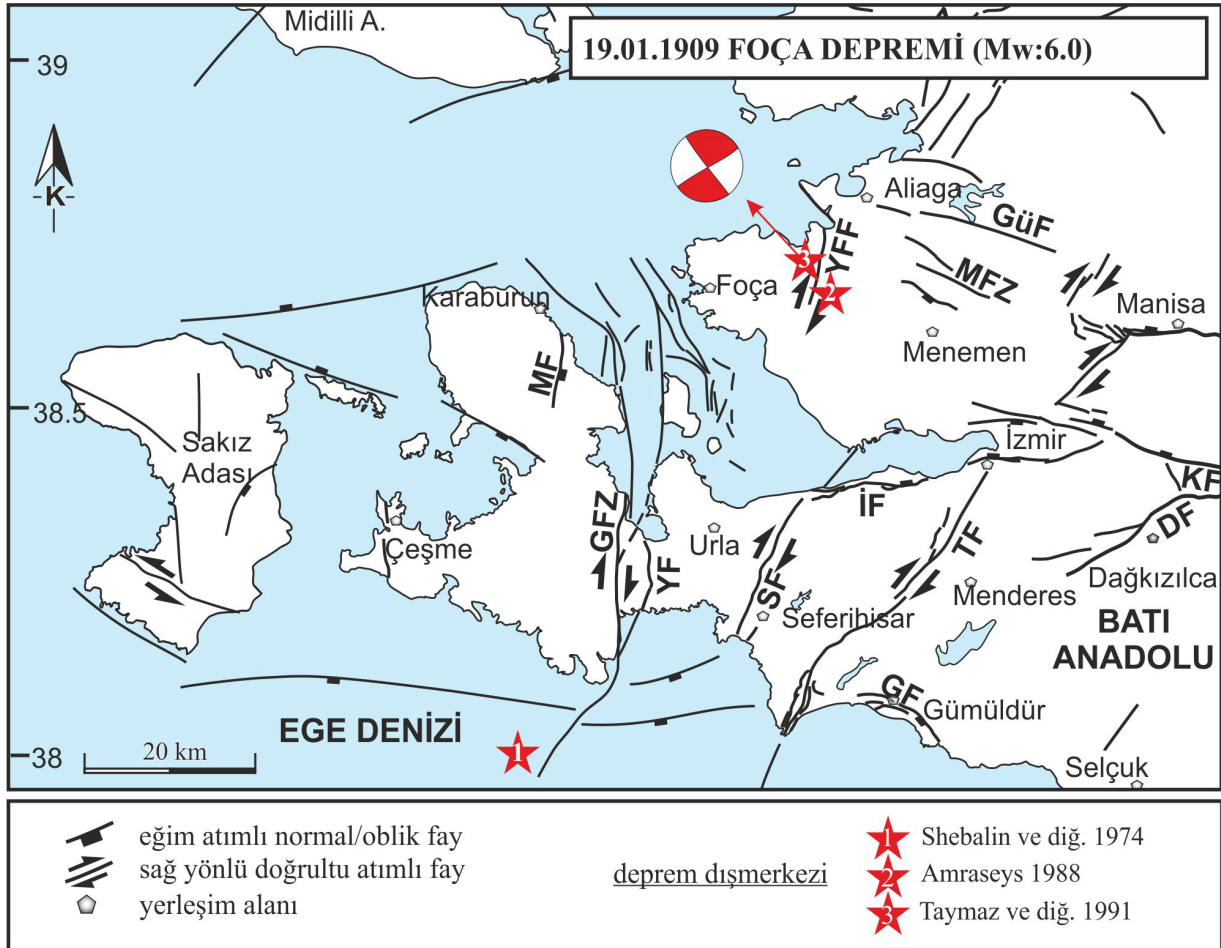
Deprem hakkında günümüze ulaşan sınırlı bilgilere göre, deprem ile Foça ve çevresindeki bölgede 700 evin yıkıldığı, 1000 evin hasar gördüğü ve 8 kişinin hayatını kaybettiği raporlanmıştır (Ambraseys ve Finkel 1987, Türkelli ve diğ. 1995). Depremin dışmerkezi Shebalin (1974)'e göre Sisam adası kuzeyinde Doğanbey açıklarındadır. Ancak Türkelli ve diğ. (1995) depremin dışmerkezinin Güzelhisar, Menemen ve Foça arasında olduğunu ifade etmektedir. Ambraseys ve Finkel (1987) ve Ambraseys (1988)'e göre deprem Foça doğusunda yer alan Ilıpınar köyü yakın güneybatısında meydana gelmiştir. Taymaz ve diğ. (1991) ise depremin dışmerkezini Ilıpınar köyü yakın kuzeybatısında vermektedir (Tablo 5). Deprem derinliği ile ilgili de yeterli bilgi mevcut olmamakla beraber, Shebalin (1974) derinliği 60 km olarak verilmiştir. Deprem derinliğinin daha sığ olması gerektiğini ifade eden Taymaz ve diğ. (1991), tahmini moment hızları için kullanılan kaynak parametrelerine göre depremi üreten fayın doğrultusunu K60°D, fayın mekanizmasını doğrultu atımlı olarak hesaplamışlardır (Şekil 6).

Tablo 5: 19.01.1909 Foça depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Shebalin ve diğ. 1974, 2. Ambraseys ve Finkel 1987, 3. Taymaz ve diğ. 1991, 4. KRDAE 2024)

Table 5: Earthquake parameters of the 19.01.1909 Foça earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Shebalin et al. 1974, 2. Ambraseys and Finkel 1987, 3. Taymaz et al. 1991, 4. KRDAE 2024)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
04:57	38.00	26.5	60	M _s ,M _w 6.0	-	-	-	-	1,4
04:56:00	38.66	26.94	-	M _s 5.8	IX	-	-	-	2
-	38.70	26.90	-	M _s 6.0	-	60°	90°	180°	3

Mevcut dışmerkez, hasarın en fazla olduğu alanlar ve odak mekanizma çözümüne ait veriler, 19.01.1909 Depreminin (M_w=6.0) Yeni Foça Fayı'nın üzerinde meydana gelmiş olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 6: 19.01.1909 tarihinde meydana gelen Foça Depreminin (M_w=6.0) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini ve odak mekanizma çözümünü gösteren harita (Deprem bilgileri için Tablo 5'e bakınız. Türkiye'deki faylar Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.)

Figure 6: Map showing the epicenters and focal mechanism solutions of the 19.01.1909 Foça (M_w=6.0) earthquake taken from different sources (For earthquake information, see Table 5. Faults in Türkiye, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

3.5) 18 Kasım 1919 Soma Depremi ($M_w=6.7$)

18 Kasım 1919 yılında Bergama ve Soma civarında yerleşim alanlarında hasara neden olan şiddetli bir depremin meydana geldiği bilinmektedir (Pınar ve Lahn 1952; Alsan ve diğ. 1975; Taymaz ve diğ. 1991; Paradisopoulou ve diğ. 2010; Papadimitriou ve diğ. 2018). Deprem büyüklüğü, farklı kaynaklara göre 6.7 ile 7.0 arasında verilmiştir. Alsan ve diğ. (1975), Tan (2021), AFAD (2024) ve KRDAE (2024) depremin derinliğini 10 km verirken, Papadimitriou ve diğ. (2018)'e göre depremin derinliği 20 km'dir. Depremi şiddeti, Papadimitriou ve diğ. (2018) ve Ambraseys (1988)'e göre IX olarak verilmiştir. Shebalin ve diğ. (1974) ise depremin şiddetinin VIII olduğunu açıklamıştır (Tablo 6).

Tablo 6: 18.11.1919 Soma depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Taymaz ve diğ. 1991, 2. Paradisopoulou ve diğ. 2010, 3. Alsan ve diğ. 1975, 4. KRDAE 2024, 5. AFAD 2024, 6. Papadimitriou ve diğ. 2018, 7. Tan 2021, 8. Shebalin ve diğ. 1974, 9. Ambraseys 1988)

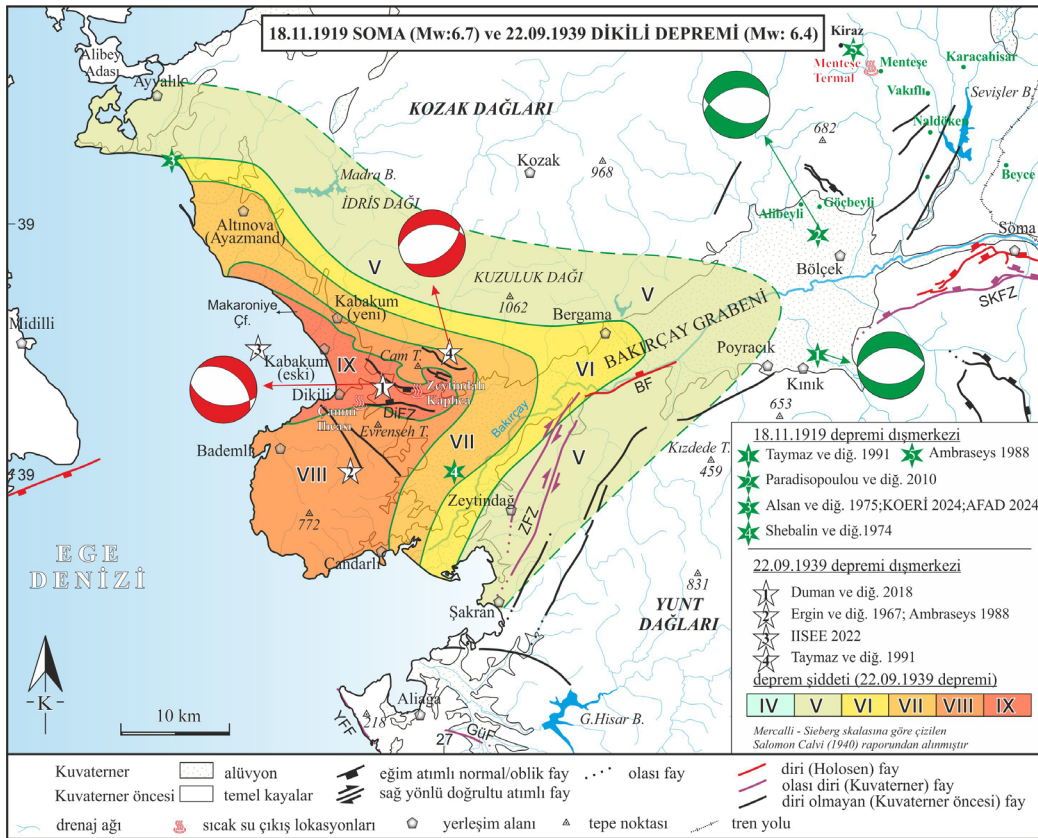
Table 6: Earthquake parameters of the 18.11.1919 Soma earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Taymaz et al. 1991, 2. Paradisopoulou et al. 2010, 3. Alsan et al. 1975, 4. KRDAE 2024, 5. AFAD 2024, 6. Papadimitriou et al. 2018, 7. Tan 2021, 8. Shebalin et al. 1974, 9. Ambraseys 1988)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
21:54:50	39.10	27.40	-	M _s 6.9	-	270°	45°	-90°	1
21:54:50	39.20	27.40	-	M _w 6.9	-	253°	45°	115°	2
21:54:50	39.26	26.71	10	M _s 7.0 M _w 6.8	-	-	-	-	3,4,5
21:54:57	39.41	26.09	20	M _s 7.0	IX	98°	45°	-97°	6
21:54:54	39,498	26,529	10	M _w 6.7	-	-	-	-	7
21:54:41	39.00	27.00	40(20-80)	M 7.0	VIII	-	-	-	8
21:44	39.35	27.44		M _s 6.9	IX	-	-	-	9

Depremi dışmerkezi üzerine farklı kayıtlar mevcuttur. Deprem zamanında bölgede devam eden savaş ortamı nedeniyle, olasılıkla bu deprem hakkında yeterli veri kaydı tutulamamıştır. Günümüze ulaşan mevcut kayıtlara göre, Pınar ve Lahn (1952) bu deprem ile Bergama merkezde hafif ama çevre köylerde ağır hasarların meydana geldiğini raporlamıştır. Taymaz ve diğ. (1991) ve Paradisopoulou ve diğ. (2010) depremin dışmerkezinin Bakırçay Grabeni kuzeydoğu bölümünde Kınık ve Gökbeyli arasında olduğunu söylerken, Ambraseys (1988)'e göre dışmerkez Soma kuzeyindeki dağlık alanda Menteşe ile Kiraz köyleri arasındadır. Alsan ve diğ. (1975), AFAD (2024) ve KRDAE (2024) depremin dışmerkezini Ayvalık-Altınova arasındaki bölgede vermektedir. Ayrıca, Papadimitriou ve diğ. (2018) depremin Midilli adası kuzeybatısında, Biga yarımadası güneybatı ucunda deniz içerisinde, Tan (2021)'de yine Edremit Körfezi içerisinde Küçükkuşu güneybatısında meydana geldiğini ifade etmektedir. Shebalin ve diğ. (1974) ise, depremin dışmerkezini Zeytindağ kuzeybatısında Bakırçay Grabeni içerisinde vermektedir.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası (MMO), tarafından 16 Ağustos 2011 yılında güncellenerek tekrar yayınlanan "Türkiye'de Deprem Gerçeği ve TMMOB Makina Mühendisleri Odası'nın Önerileri Oda Raporu"na göre, 1919 yılında meydana gelen depremde 3 bin kişi hayatını kaybetmiş ve 16 bin ağır hasarlı bina tespit edilmiştir. Bununla beraber, Soma Olay gazetesinin "Soma'da hareket-i Arz" başlıklı haberinde Deprem hakkında aşağıdaki şekilde bahsedilmektedir: "O tarihlerde Balıkesir'de yayın hayatına başlamış, Mustafa Necati ve Vasıf Çınar Bey'ler tarafından hazırlanan İzmir'e Doğru Gazetesi'nin haberine göre, gece yaşanan depremin ardından 25'ten fazla artçı sarsıntı meydana gelmişti. Köylerde tespit edilen insan kaybı ise 200'e yakındı. Akçaavlu (Akçasulu), Naldöken, Vakıflı, Menteşe, Türkali, Söğüşler, Karacahisar, Güçbeyli, Alibeyli ve daha birçok köy mahvolmuş, diğer köylerden ise henüz bir bilgi alınamamıştı. Genel olarak hayvanlar ise enkaz altında kalıp ölmüş, pek azı kurtarılabildiği". Açıkta kalan halkın, perişan bir halde yardım beklediğini bildiren gazete,

Merkezi Hükümet'in Soma'da meydana gelen deprem sebebiyle beş bin lira yolladığını ve bu yardımın dağıtılması için göçmen müdüriyeti memurluğundan Ali Fehmi Bey'in görevlendirildiğini bildirerek haberini sonlandırıyor. Yukarıda verilen gazete haberi Pınar ve Lahn (1952) tarafından verilen hasar bilgileri ile Ambraseys (1988), Taymaz ve diğ. (1991) ve Paradisopoulou ve diğ. (2010) tarafından verilen dışmerkez verilerini destekler nitelikte olup, Depremın Bakırçay Grabeni doğusunda, Bergama ile Soma arasında bir bölgede meydana geldiğine işaret etmektedir. 1919 depremi ile hasar gören köyler Bakırçay Grabeni'nin kuzeydoğu bölümünde yer almaktadır (bknz. Menteşe, Karacahisar, Vakıflı, Naldöken, Alibeyli ve Göçbeyli köyleri, Şekil 7). Ambraseys (1988), depremin Soma kuzeyinde kuzeybatıda Çaparlı köyünden güneydoğuda Korucu, Menteşe ve Cumalı'ya kadar olan 50 km'lik bir alandaki köylere hasar verdiğini raporlamıştır. Araştırmacı, Sivritepe, Asar Tepe ve Yağcılı vadisinde olasılıkla heyelan ilişkili deformasyonlar meydana geldiğini; bununla beraber Manisa ve Bandırma arasındaki tren yolunun Bakırçay Grabeni'nde Beyce yakınlarında (105. ve 115. kilometreler arası) hasar gördüğünü bildirmektedir.



Şekil 7: 18.11.1919 Soma ($M_w=6.7$) ve 22.09.1939 Dikili ($M_w=6.4$) depremlerinin farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini ve odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Soma kuzeyi ve kuzeybatısındaki alanda yer alan ve yeşil renkli yazı ile gösterilen alanlar, 1919 Soma depremi ile hasar gören yerleşim alanlarını göstermektedir. Deprem bilgileri için Tablo 6 ve Tablo 8'e bakınız. Türkiye'deki faylar Emre ve diğ. (2018); Midilli Adası güneyindeki fay Caputo ve diğ. (2012), Pavlides ve diğ. (2010), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 7: Map showing the epicenters and focal mechanism solutions of the 18.11.1919 Soma ($M_w=6.7$) and 22.09.1939 Dikili ($M_w=6.4$) earthquakes taken from different sources (The areas located in the north and northwest of Soma and shown in green text show the residential areas damaged by the 1919 Soma earthquake. For earthquake information, see Table 6 and Table 8. Faults in Türkiye taken from Emre et al. (2018); the fault in the south of Lesbos Island taken from Caputo et al. (2012), Pavlides et al. (2010), Chazitrepetros et al. Retrieved from (2013); Caputo and Pavlides (2013).)

Papadimitriou ve diğ. 2018'e göre, deprem dış merkeziden itibaren 50 km yarıçaplı bir alanda yer alan yerleşim alanlarında hasara neden olmuştur. İzmir ve Sakız (Chios) adasında çok az, Midilli (Mytilene) şehrinde çeşitli hasarlara neden olmuştur. Paradisopoulou ve diğ. (2010) ise, bu depremi Soma depremi olarak tanımlayarak moment büyüklüğünü 6.9 olarak vermektedir. Bu depremi oluşturan sismik kaynağın, 1939 Dikili depremini ($M_w=6.6$) oluşturan kaynak ile yan yana/yakın olduğunu ifade eden araştırmacılar, deprem büyüklüğünün bir fonksiyonu olarak fay uzunluğu ve kosmik yer değiştirmenin hesaplanabildiği empirik ilişkiye göre (Papazachos ve diğ. 2004), bu deprem ile 43 km uzunluğunda fayın kırıldığını, ortalama yer düşey değiştirmenin 63 cm olduğunu ifade etmektedirler. Taymaz ve diğ. (1991) ve Paradisopoulou ve diğ. (2010) tarafından oluşturulan odak mekanizma çözümleri, depreme D-B uzanımlı bir fayın kaynaklık ettiğine işaret etmektedir (Şekil 7).

Depremin dışmerkez dağılımları, deprem ile en fazla hasar gören yerleşim alanlarının lokasyonu, depremin odak mekanizma çözümleri gibi mevcut veriler, depreme kaynaklık eden fayın Soma ve Kınık arasındaki Soma-Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ)'nin yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan ve kuzeye eğimli segmenti üzerinde gelişmiş olabileceğine işaret etmektedir.

3.6) 31 Mart 1928 Torbalı Depremi ($M_w=6.3$)

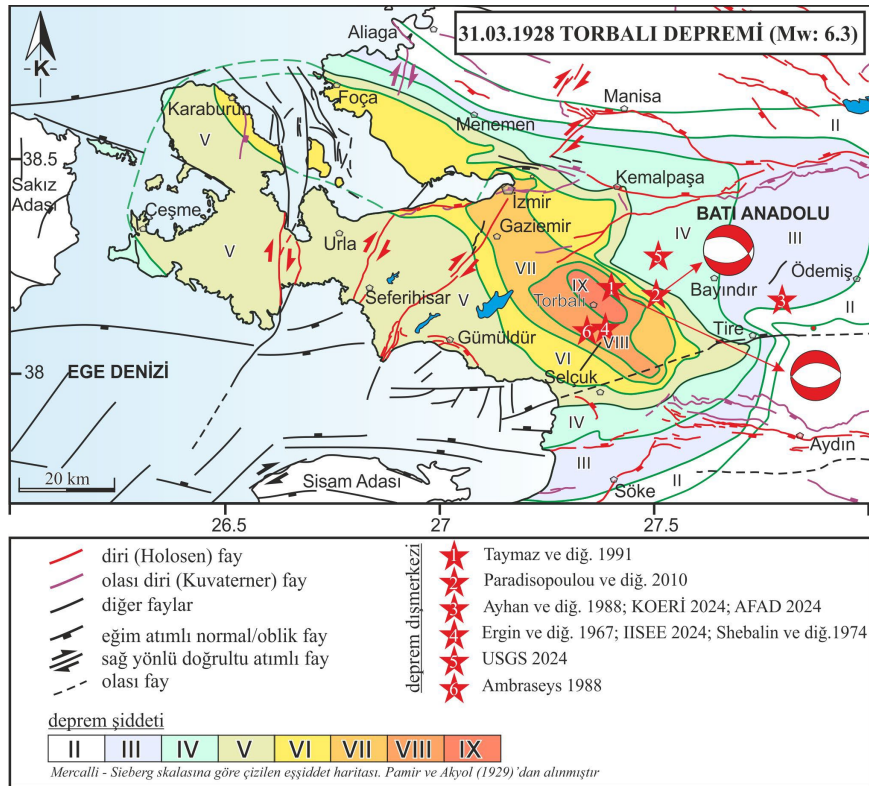
İzmir'in Torbalı ilçesi ve yakın civarı, 31 Mart 1928 tarihinde 00:29 itibariyle yıkıcı bir deprem ($M_w=6.3$) ile sarsılmıştır (Ayhan ve diğ. 1988, KRDAE 2024; AFAD 2024). KRDAE (2024) verilerine göre deprem ile 50 kişi hayatını kaybetmiş, 2500 bina hasar görmüştür. Depremin büyüklüğü ve dışmerkezi üzerine farklı kaynaklardan derlenen veriler Tablo 7'de ve Şekil 8'de sunulmuştur. Deprem odak derinliği, Ayhan ve diğ. (1988), AFAD (2024), KRDAE (2024), ve USGS (2024) tarafından 10 km olarak verilirken, Shebalin ve diğ. (1974) 16 km, Ergin ve diğ. (1967) ise 0-60 km arasında derinlik vermektedir. Bununla beraber Pamir ve Akyol (1929), Shebalin ve diğ. (1974) ve Ambraseys (1988) depremin şiddetini IX olarak vermişlerdir. Pamir ve Akyol (1929) tarafından Mercalli-Sieberg skalasına göre çizilen eş şiddet haritası Şekil 8 ve 9'da sunulmuştur. Bu haritalara göre, Torbalı, Yazıbaşı, Çapak, Eğerci, Arslanlar, Pamukyazı, Çaybaşı, Tepeköy yerleşim alanları deprem ile en fazla hasar alan alanlardır. Bu yerleşim alanlarında ana şok ile su çıkışı/su fışkırması/su bulanıklaşması/debi artışı gibi değişimler raporlanmıştır. Bununla beraber, Karşıyaka, Bornova, Alsancak ve Buca'da yıkılan ve hasar gören binaların olduğu, Kordon yolunun bazı bölümlerinin 20 metre kadar denize kaydığı rapor edilmiştir (Tinal 2009). Detaylı veriler aşağıda özetlenmiştir.

Tablo 7: 31.03.1928 Torbalı depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, Io: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar:1. Pamir ve Akyol 1929, 2. Paradisopoulou ve diğ. 2010, 3. Taymaz ve diğ. 1991, 4. Ayhan ve diğ. 1988, 5. KRDAE 2024, 6.AFAD 2024, 7.USGS 2024, 8.Ergin vd 1967, 9. IISEE 2024, 10. Ambraseys 1988, 11. Shebalin ve diğ. 1974)

Table 7: Earthquake parameters of the 31.03.1928 Torbalı earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, Io: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Pamir and Akyol 1929, 2. Paradisopoulou et al. 2010, 3. Taymaz et al. 1991, 4. Ayhan et al. 1988, 5. KRDAE 2024, 6.AFAD 2024, 7.USGS 2024, 8.Ergin et al. 1967, 9. IISEE 2024, 10. Ambraseys 1988, 11. Shebalin et al. 1974)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	Io	D	E	R	K
00:27	-	-	-	-	IX	-	-	-	1
00:29:47	38.18	27.50	-	M_w 6.5	-	-	-	-	2
-	38.20	27.40	-	M_s 6.5	-	-	-	-	3
00:29:48.9	38.18	27.80	10	M_s 6.5 M_w 6.3	-	-	-	-	4,5,6
00:29:50	38.274	27.511	10	M_w 6.4	-	-	-	-	7
00:29:47	38.09	27.4	0-60	M 6.5	VIII	-	-	-	8, 9
-	38.09	27.35	-	M_s 6.5	IX	-	-	-	10
00:29:45	38.10	27.40	16 (11-24)	M 6.5	IX	-	-	-	11

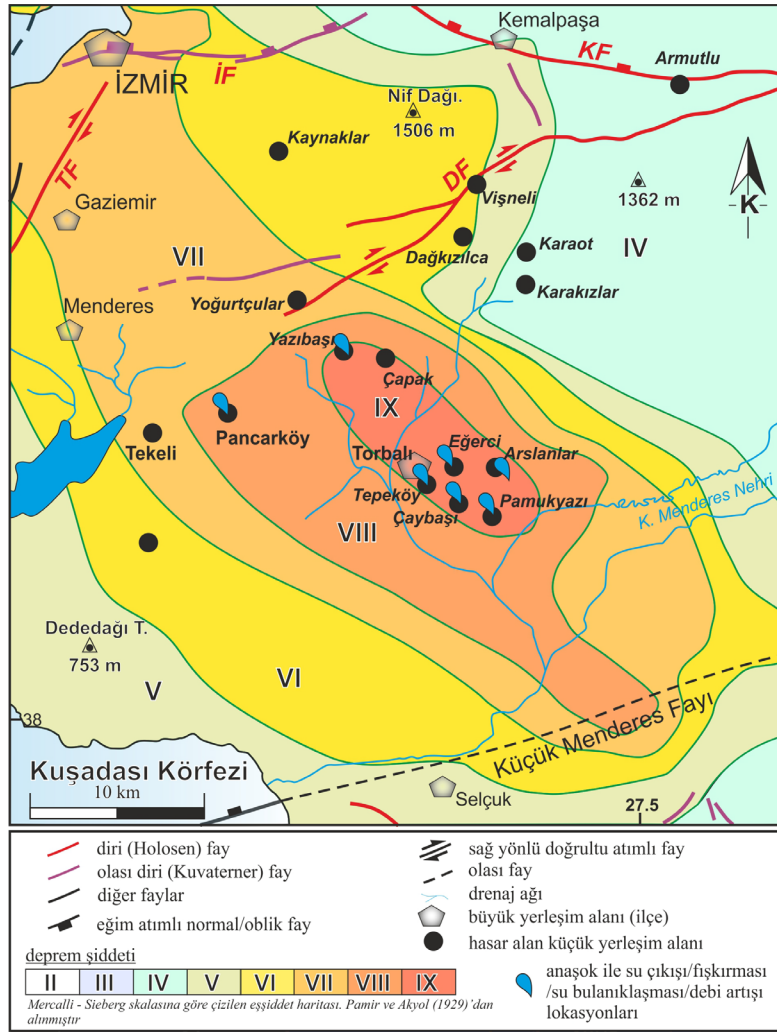
Torbalı (Tepeköy), Yazıbaşı (Hortuna), Çapak (Çapalı), Arslanlar (Aslanlar), Çaybaşı'nda fazla tahribat, İzmir, Manisa, Alaşehir, Uşak, Bayındır, Tire ve Ödemiş'te hafif hasarlar meydana gelmiş; toplamda 2000 ev yıkılmıştır (Pamir ve Akyol 1929, Pınar ve Lahn 1952, Ergin ve diğ. 1967). Mayıs ayına kadar şiddetli artçılar devam etmiştir. Pamir ve Akyol (1929) tarafından deprem sonrası gerçekleştirilen saha çalışmalarına göre, deprem aşağıda açıklanan yüzey deformasyonlarına sebep olmuştur; Torbalı'nın güney mahallesini temsil eden Tepeköy'e yaklaşık 1600 metre mesafede, İzmir-Aydın tren yolunda Çellat gölü olarak bilinen bataklık mevkide trenin geçişine engel olacak şekilde çökme ve deformasyonlar gözlenmiştir. Çaybaşı köyünde zeminde çatlak oluşmuş bu çatlaktan 5 cm yüksekliğe ulaşan çamurlu sular saatlerce fişirmiştir. Çaybaşı, Eğerci, Pamukyazı (Arapçı) ve Tepeköy'de su tulumbalarından (bazı kurumuş tulumbalar dahil) kendiliğinden günlerce bulanık ve çamurlu sular akmıştır. Arslanlar köyünün güneydoğusunda yaklaşık 2 cm genişliğinde çatlaklar oluşmuş ve bu çatlaklardan bulanık beyaz sular fişirmiştir. Yazıbaşı'nda (Hortuna) depremden önce berrak olan memba ve kuyu suları deprem sonrası çoğalarak bulanıklaşmıştır. Bununla beraber, Pancarköy'de (Kayas) birkaç yerde yeni su çıkışları meydana gelmiş, ana şok sırasında sular oldukça yükseğe fişirmiştir. Kaynak çıkış yerinde küçük bir su birikintisi oluşturmuştur. Çapak kuzeybatısında yüzlek veren Neojen yaşlı marnlı sedimanlar üzerinde yaklaşık K-G uzanımlı 25 metre uzunluğunda ve 2 cm genişliğinde yarıklar oluşmuştur. Çapak, Pancarköy (Kayas) ve Karakızlar-Karaot yolunda büyük kaya parçaları yuvarlanmıştır.



Şekil 8: 31.03.1928 tarihinde meydana gelen Torbalı Depreminin (M_w=6.3) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini ve mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası Pamir ve Akyol (1929)'dan alınmıştır.) (Deprem bilgileri için Tablo 7'ye bakınız. Türkiye'deki faylar Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetos ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.)

Figure 8: Map showing the epicenters and focal mechanism solutions of the Torbalı Earthquake (M_w=6.3) that occurred on 31.03.1928, according to different sources (Intensity map taken from Pamir and Akyol (1929).) (For earthquake information, see Table 7. Faults in Türkiye, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetos et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Mevcut verilere göre, 31.03.1928 tarihinde meydana gelen Torbalı Depremi'nin kaynak fayı ve dışmerkez dağılımları üzerine belirsizlik olduğu gözlenmektedir. Pamir ve Akyol (1929) tarafından hazırlanan eş şiddet haritası şiddet dağılımının İzmir ile Tire-Selçuk arasında KB-GD uzanımlı bir zon boyunca özellikle, Torbalı bölgesinde Yazıbaşı ile Pamukyazı arasında yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 9). Bununla beraber, deprem sonrası Taymaz ve diğ. (1991) ve Paradisopoulou ve diğ. (2010) tarafından üretilen iki odak mekanizma çözümü de yaklaşık DB uzanımlı bir kaynağa ve dolayısıyla yaklaşık KG yönlü genişlemeye işaret etmektedir. 2011 Yılında güncellenen Türkiye Diri Fay Haritası'na (Emre ve diğ. 2011) göre deprem dışmerkezlerinin olduğu alanda herhangi bir fay tanımlı olmayıp, en yakın faylar Torbalı kuzeybatısındaki sağ yönlü doğrultu atımlı Dağkızılca Fayı ile Tire Fayı gibi faylardır. Bununla beraber, 2011 yılında güncellenen Türkiye Diri Fay Haritasında yer alamayan ancak, bazı araştırmacılar tarafından (Şengör ve diğ. 1985, Westaway 1990), Küçük Menderes çöküntüsünün güney kenarında, Tire-Balabanlı boyunca devam eden, güneybatıda Efes antik kenti civarında Ege Denizi'ne giren "Küçük Menderes Fayı" isimli bir fay tanımlanmış ve 1928 Torbalı depremi ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9: 31.03.1928 tarihinde meydana gelen Torbalı Depremi'nin detaylı eş şiddet haritası (Pamir ve Akyol 1929'dan alınmıştır.) (Deprem bilgileri için Tablo 7'ye bakınız. Küçük Menderes Fayı, Şengör ve diğ. (1985) ve Westaway (1990)'dan, diğer faylar Emre ve diğ. (2018)'den alınmıştır.)

Figure 9: Detailed intensity map of the Torbalı Earthquake that occurred on 31.03.1928 (Taken from Pamir and Akyol 1929.) (For earthquake information, see Table 7. Küçük Menderes Fault is taken from Şengör et al. (1985) and Westaway (1990), other faults were taken from Emre et al. (2018).)

3.7) 22 Eylül 1939 Dikili Depremi ($M_w=6.4$)

Dikili ve yakın civarı 22 Eylül 1939 günü saat 00:37 (UTC) itibarı ile yıkıcı bir deprem ile sarsılmıştır (Calvi 1940, Pınar ve Lahn 1952, Ergin ve diğ. 1967, Türkelli ve diğ. 1995, Taymaz ve diğ. 1991, Paradisopoulou ve diğ. 2010). Farklı kaynaklara göre depremin dışmerkezi İzmir'in Dikili ilçesi çevresinde tanımlanmıştır (Tablo 8). Deprem Dikili ve Bergama dışında, Karaburun, İzmir ve Balıksesir'in Burhaniye yerleşim alanlarında da şiddetli bir şekilde hissedilmiştir (Aslaner ve Colak 2023). KRDAE (2024), depremin moment büyüklüğünü 6.4, şiddetini ise IX olarak açıklamaktadır. Aynı kaynağa göre, deprem ile 1235 bina ağır hasar görmüştür ve 60 kişi hayatını kaybetmiştir. Depreme ait eş şiddet haritası Mercalli-Sieberg skalasına göre Calvi (1940) tarafından hazırlanmıştır. Depremin ilgili eş şiddet haritası, dışmerkezi üzerine farklı açıklamalar/görüşler, odak mekanizma çözümleri ve ilgili parametreleri Tablo 8'de ve Şekil 7'de sunulmuştur. Calvi (1940) depremin dışmerkezinin Dikili açıklarında deniz içerisinde olması gerektiğini açıklamıştır. Depreme ait odak mekanizma çözümleri, Taymaz ve diğ. (1991) ve Duman ve diğ. (2018) çalışmalarında sunulmuştur. Her iki çözüm de bölgede genişlemeli bir tektonik ortama işaret etmektedir (Şekil 7).

Deprem ile en çok hasar alan yerler, Dikili, Kabakum ve Makaroniye çiftliği olarak rapor edilmiştir (Calvi 1940). Deprem sonrası sahada incelemelerde bulunan Salomon Calvi, raporunda Bergama'da kötü inşa edilmiş ve bakımsız kalmış 30 evin harap olduğunu açıklamıştır. Araştırmacıya göre, Akropolis antik kentinde kayda değer bir hasar gözlenmemiştir. Bergama Dikili arasında, Bergama'ya yaklaşık 2.6 kilometre mesafedeki Güzellik kaplıcası adlı (saniyede 2 litre debiye sahip ve sıcaklığı 35° olan) sıcak su kaynağı depremden etkilenmemiştir. Ancak Dikili'ye doğru Bergama'ya 18.-19. kilometre uzaklıklarda, yaklaşık Cam Tepe ile Evrenseh Tepe arasındaki alanda maksimum sıcaklıkları 92° 'ye ulaşan ve D-B doğrultusu boyunca dizili olan 25 adet eski ılıcanın mevcut olduğu, deprem sonrası bu bölgede 2 adet yeni sıcak su çıkışının tespit edildiği raporlanmıştır. Benzer şekilde bir başka kaynağa göre, Dikili'nin Yazbolu mahallesinde deprem sonrası yerden sıcak suların fışkırdığı belirtilmektedir (Aslaner ve Çolak 2023).

Calvi (1940)'a göre, Dikili yerleşim alanında, 627 ev tamamen yıkılmış, 50 hane de oturulamayacak hale gelmiştir. Dikili kuzeyinde deniz kenarındaki alüvyal/bataklık zemin üzerinde kurulu olan Kabakum'da oturulacak ev kalmamıştır. Bu bölgedeki kumlu zeminde ve Dikili ve Çandarlı'da KG doğrultulu (kıyı hattına paralel) denize doğru kaymalar gözlenmiştir. Dikili ve Kabakum'a nazaran daha az hasara sahip olan Altınova'da ise 65 ev oturulamayacak hale gelmiştir. Salomon Calvi'nin raporunda, Dikili ve çevresinde yüzey kırığının oluştuğuna dair bir gözlem bulunmama ile beraber, Dikili doğusunda yeni sıcak su çıkışlarının oluşması, yer altında bir kırılmanın meydana gelmiş olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir. Pınar ve Lahn (1952) ise, Dikili ile Bergama arasında doğu batı doğrultulu yarıkların açıldığını bildirmişler, bu yarıkları Bakırçay kırıkları ile ilişkilendirmişler ancak bununla ilgili başka bir detay bilgi vermemişlerdir. Paradisopoulou ve diğ. (2010) bu depremin Bakırçay Grabeni'nin batı uzantısında KD-GB uzanımlı bir normal faydan kaynaklandığını açıklamışlar, kosmik yer değiştirmelerin Kolomb gerilim değişimlerinin hesaplanması yöntemi ile (0.85 m kosmik yer değiştirme) bu deprem ile 26 km yüzey kırığı oluşmuş olması gerektiğini saptamışlardır.

Calvi (1940)'a göre, deprem Midilli adasında da kuvvetle hissedilmiş, Midilli yerleşim alanı civarında birkaç eski ev yıkılmış ancak hayatını kaybeden olmamıştır. Altınova ve Bergama, Dikili'ye göre daha az hasara uğramıştır. Artçı depremlerin aylarca devam ettiği bilinmektedir. Pınar ve Lahn (1952), 16 Eylül 1939 günü VII şiddetinde meydana gelen bir depremi 22 Eylül 1939 Dikili depreminin öncü depremi olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 8: 22.09.1939 Dikili depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Calvi 1940; 2. Ambraseys 1988; 3. Ergin ve diğ. 1967; 4. Ayhan ve diğ. 1988; 5. KRDAE 2024; 6. AFAD 2024; 7. Duman ve diğ. 2018; 8. Paradisopoulou ve diğ. 2010; 9. Shebalin ve diğ. 1974; 10. Taymaz ve diğ. 1991)

Table 8: Earthquake parameters of the 22.09.1939 Dikili earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Calvi 1940; 2. Ambraseys 1988; 3. Ergin et al. 1967; 4. Ayhan et al. 1988; 5. KRDAE 2024; 6. AFAD 2024; 7. Duman et al. 2018; 8. Paradisopoulou et al. 2010; 9. Shebalin et al. 1974; 10. Taymaz et al. 1991)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
00:37	-	-	-	-	IX	-	-	-	1
00:37	39.00	26.90	-	M _s 6.5	VIII	-	-	-	2
00:36:32	39.00	26.90	-	M 6.5	IX	-	-	-	3
00:36:36	39.07	26.94	10 km	M _s 6.6; M _w 6.4	IX	100 250	51 43	110 -67	4,5,6,7
00:36:32	39.00	27.00	-	M _w 6.6	-	-	-	-	8
00:36:32	39.10	26.8	10(7-15)	M 6.6	VIII-IX	-	-	-	9
-	39.10	27.00	-	M _s 6.5	-	262	41	-70	10

Yukarıda sunulan dışmerkez dağılımları, eş şiddet haritası, odak mekanizma çözümleri vb. mevcut deprem verileri ile Calvi (1940) ve Pınar ve Lahn (1952) tarafından sunulan arazi gözlemleri, 22.09.1939 Dikili Depremi'nin yaklaşık DB uzanımlı Dikili Grabeni'ni güneyden ve kuzeyden sınırlayan Dikili Fay Zonu (DiFZ) üzerinde meydana gelmiş olabileceğine işaret etmektedir.

3.8) 23 Temmuz 1949 Karaburun-Çeşme Depremi (M_w=6.4)

23 Temmuz 1949 günü saat 15:03 (UTC) itibarıyla Karaburun Yarımadası'nın doğu kısmında yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir (Erkman 1949, Ergin ve diğ. 1967, Ambraseys 1988, Ayhan ve diğ. 1988, Makropoulos ve diğ. 2012). Deprem moment büyüklüğü Makropoulos ve diğ. (2012) ve Paradisopoulou ve diğ. (2010) tarafından 6.7, KRDAE (2024) tarafından 6.4 olarak verilmektedir. Deprem şiddeti, Erkman ve diğ. (1949) tarafından VII, Ambraseys (1988) tarafından VIII, Papazachos ve diğ. (2000) ile Shebalin ve diğ. (1974) tarafından IX ve Pınar (1950), Pınar ve Lahn (1952) tarafından X olarak verilmiştir. Deprem derinliği ise 8-17 km aralığında hesaplanmıştır (Tablo 9). Altınok ve diğ. (2005)'e göre depremden önce 21 ve 22 Mayıs tarihlerinde en büyüğü (M) 4.9 olan öncü sarsıntılar meydana gelmiştir. Depremden sonra, 11 Eylül'e kadar 44 artçı şok meydana gelmiştir. Bunların en şiddetlileri 28-30 Temmuz ve 24 Ağustos'ta meydana gelmiştir. 23 Kasım günü saat 16:50'de M=5.7 olan şiddetli bir deprem kaydedilmiştir. Ergin ve diğ. (1967)'ye göre ana şok sonrası aynı gün içerisinde 36 farklı artçı şok kaydı vardır. Papazachos ve diğ. (2000) tarafından hazırlanan deprem kataloğuna göre ana şok sonrası aynı gün içerisinde büyüklükleri 4.8 ve 5.0 olan iki artçı deprem meydana gelmiştir.

Deprem, Söke, Ödemiş, Edremit, Çanakkale, Alaşehir, Tire, Bandırma ve Ayvalık'ta hissedilmiştir (Pınar 1950). Ambraseys (1988)'e göre depremin dışmerkezi, Çeşme, Chios (Sakız) ve Karaburun yerleşim alanları arasına çizilen bir üçgenin merkezindedir. Araştırmacı, ana şok sonrası tsunami meydana geldiğini, bu bölgelerde kaya düşmeleri ve yüzey deformasyonları meydana geldiğini bildirmiştir. Ergin ve diğ. (1967)'ye göre Karaburun Yarımadası'nın doğu kısmında yer alan Mordoğan ile yarımada'nın kuzey ucu arasındaki köylerde, Denizgiren mevkiinde, Çeşme Yarımadası'ndaki köylerde ve Reisdere civarında ağır hasarlar gözlenmiştir. Deprem, Alaçatı, Foça ve Menemen'de daha hafif hasara neden olmuştur. İzmir'de bazı duvarlar çatlamış, Çeşme İlicasının su debisi artmıştır. Kalafat (1995)'e göre, bu deprem ile 7 kişi hayatını kaybetmiş, 865 bina hasara uğramıştır.

Tablo 9: 23 Temmuz 1949 Karaburun-Çeşme Depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Pinar ve Lahn 1952; 2. Papazachos ve diğ. 2000, 3. Ayhan ve diğ. 1988, 4. KRDAE 2024, 5. AFAD 2024, 6. Shebalin ve diğ. 1974, 7. Makropoulos ve diğ. 2012, 8. Paradisopoulou ve diğ. 2010, 9. McKenzie 1972, 10. Ambraseys 1988)

Table 9: Earthquake parameters of the 23 July 1949 Karaburun-Çeşme Earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Pinar and Lahn 1952, 2. Papazachos et al. 2000, 3. Ayhan et al. 1988, 4. KRDAE 2024, 5. AFAD 2024, 6. Shebalin et al. 1974, 7. Makropoulos et al. 2012, 8. Paradisopoulou et al. 2010, 9. McKenzie 1972, 10. Ambraseys 1988)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
15:03:30	38.55	26.35	-	M 7	X	-	-	-	1
15:03:30	38.68	26.13	-	M 6.7	IX	-	-	-	2
15:03.33.2	38.57	26.29	10	M _s 6.6 M _w 6.4	-	-	-	-	3,4,5
15:03:30	38.50	26.30	8	M 6.6	IX	-	-	-	6
15.03.35	38.71	26.27	17	M _s 7.0 M _w 6.7	-	-	-	-	7
15:03:30	38.58	26.23	-	M _w 6.7	-	84	36	-80	8
15:03:30.1	38.66	26.29	-	M _b 6.7	-	070	056	-149	9
						141	065	-38	
15:03	38.56	26.21	15	M _s 6.6	VIII	-	-	-	10

Bazı kaynaklara göre (Galanopoulos 1954, Ambraseys 1988), Deprem adanın kuzey kısmını, Oenouses ve karşısını, Erythraea yarımadasını (Karaburun), Foça'ya kadar olan alanı etkilemiştir. Chios (Sakız Adası)'da 49, Karaburun'da 33 yerleşim bölgesi hasar görmüştür. Depremden sonra tsunami oluşmuştur. Çeşme sahilini sular basmış, sular geri çekildiğinde karada çok sayıda ölü balık bırakmıştır. Denizciler, deprem sonrasında o bölgede denizin kabardığından bahsetmişlerdir (Altınok ve diğ. 2005). Papazachos and Papazachou (1997)'ye göre Chios'da dalgalar 2 m yüksekliğe ulaşmış ve kumsalı sular altında bırakmıştır. Ambraseys (1988) Sakız Adasının kuzey sahillerindeki Marmaro'da deniz dalgasının yüksekliği 70 cm'e ulaştığını bildirmiştir. Deprem sırasında, Çeşme'de, Yıldız Burnu istikametinde 5 km uzaklıkta, denizden gri renkli su fışkırmıştır. Sonraki 3-4 saatlik sürede su şebekelerindeki su debisi artmıştır. Çeşme ile Chios arasındaki deniz kırmızı renge bürünmüş, birkaç saat suda bulanıklıklar meydana gelmiştir. Karaburun'da sıcak su çıkışları gözlenmiş (Altınok ve diğ. 2005)

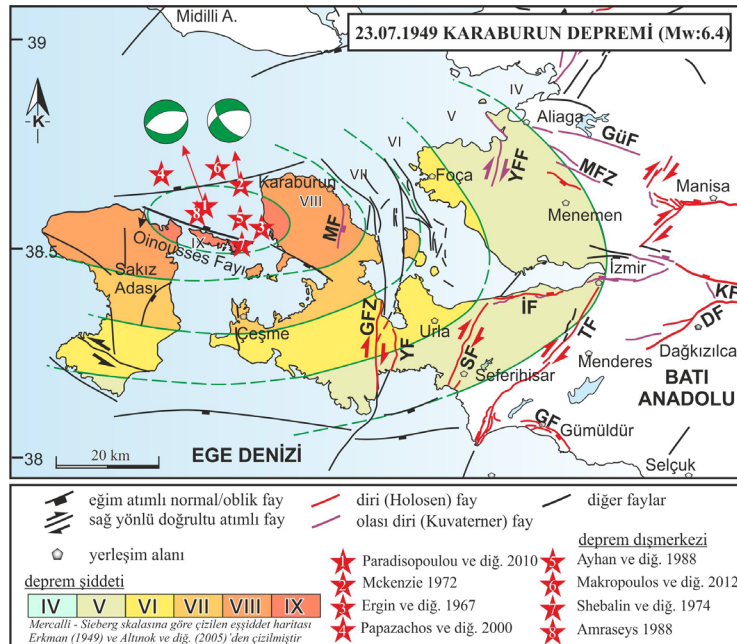
Ambraseys (1988)'e göre, Karaburun'da 407 bina hasar görmüş, 2 kişi hayatını kaybetmiş, 9 kişi yaralanmıştır. Sakız Adası'nda toplamda 50 kişi yaralanmış, Çeşme'de ise 70-80 bina hasar görmüştür (Ambraseys 1988, Altınok ve diğ. 2005). En fazla hasarın meydana geldiği Sakız Adası'nda Marmaro'da 50 bina çökmüştür. Marmaro'da yapay sahil şeridi boyunca yaklaşık 200 metre uzunluğunda, şehir içerisinde de küçük çatlak ve yarıklar oluşmuştur. Adada, Pelinaion dağlarının kuzey yamaçlarında çok sayıda kaya düşmesi ve toprak kayması meydana gelmiş, Sakız'da Liman 35 cm kadar suya gömülmüştür (Soleviev ve diğ. 2000, Altınok ve diğ. 2005). Karaburun'da dağlık alanlardan kayalar düşmüştür, yarımada'nın kuzeydoğusunda, Değirmenburnu, Kösedere (Akburun Tepesi), Yartepe ve Kaynarınar'da, kaya blokları deniz içerisine yuvarlanmıştır (Erkman 1949, Altınok ve diğ. 2005).

Eyidoğan ve diğ. (1991) bu deprem hakkında aşağıdaki bilgileri raporlamıştır: Bölgede son yüzyıl içinde ilk şiddetli deprem 1881'de olmuş ve Sakız Adası adasının hemen hemen her yerinde çok ağır hasar yapmıştır. 23 Temmuz 1949 depreminde Karaburun-Çeşme yarımadasının doğu bölümünde, Mordoğan ile yarımada'nın kuzey burnu arasında, batıda Denizgiren çevresinde, Çeşme yarımadasında ve Çeşme çevresinde köylerde ve Reisdere çevresinde oldukça ağır hasar olmuştur. Alaçatı, Köste, Çeşme, Foça ve Menemen'de hafif hasar olup İzmir'de bazı duvarlar çatlamıştır. Çeşme ilçasının suları çoğalmış ve kaptaj havuzundaki sular sokaklara akmıştır. Bazı akarsular da kesilmiştir. Kuraklıktan dolayı kesilmiş olan bazı çeşmeler depremin tesiri ile tekrar akmaya başlamıştır. Çeşme ilçalarının

açıklarında ve Çeşme yarımadası ile Sakız Adası arasındaki denizde çok şiddetli hareketler gözlenmiştir. Sakız Adası'nda da hasar olmuş, burada 7 kişi hayatını kaybetmiş, 2200 ev yıkılmış ya da hasar görmüştür (Pınar ve Lahn 1952, Ergin ve diğ. 1967, Türkelli ve diğ. 1995). Depremi bir özelliği de artıcı sarsıntılarının uzun sürmesidir. Art sarsıntılar hasarın artmasına neden olmuştur.

Çeşme yarımadasının kuzey kıyılarında yer alan Kızılbaş ve iskelesi, Urla, Tahaffuzhane, İçmeler, Gülbahçe ve Balıklı Ova'da depremin tahribatı çok azdır. Özellikle dolgu olan zeminlerde yapılmış yapılarda etkiler fazladır. Mordoğan iskelesi civarında yapılan incelemelerde yer kaymalarına rastlanmıştır. Özellikle Yartepe'de büyük bir blok ayrılarak denize kaymıştır. Bu bölgedeki yıkıntılara bakılırsa deprem şiddeti VI ya da VII'dir. Eğlen Hoca semtinde ise motor sesini andıran gürültüler duyulmuş ve yer sarsılmaya başlamıştır. 270 hanelik köyün 126'sı kısmen ya da tümüyle yıkılmıştır. Foça ve Aliğa çiftliğinde yapılan incelemelerde tahribatın hafif olduğu gözlenmiştir. Şiddet buralarda IV ya da V'dir. İzmir Bayındırlık ve İskân Müdürlüğünden alınmış bilgilere göre, bu depremde toplam 947 yapı hafif, 820 yapı ağır hasar görmüş ve 6 ev yıkılmıştır.

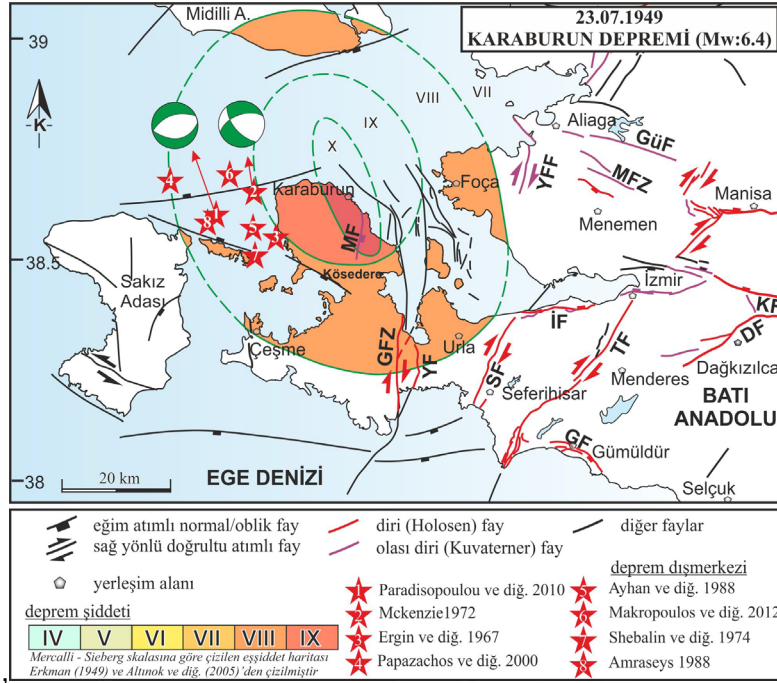
Depreme ait iki farklı eş şiddet haritası mevcuttur; Şekil 10'da Erkman (1949) tarafından hazırlanan ve Altınok ve diğ. (2005) tarafından revize edilen; Şekil 11'de ise Pınar (1950) tarafından oluşturulan eş şiddet haritaları sunulmuştur. Depremi şiddetini IX olarak veren Erkman (1949), deprem sırasındaki en fazla şiddetin Karaburun Yarımadası kuzeybatısı ile Sakız Adası kuzeydoğusu arasındaki alanda olduğuna dikkat çekerken Pınar (1950), depremin Karaburun Yarımadasının kuzeydoğusunda Karaburun ve yakın çevresinde en fazla hasara neden olduğuna ve depremin şiddetinin X olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 10: 23.07.1949 tarihinde meydana gelen Karaburun Depremi'nin (M_w=6.4) Erkman (1949) tarafından hazırlanan Altınok ve diğ. (2005) tarafından revize edilen eş şiddet haritasını, farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Deprem bilgileri için Tablo 9'a bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.)

Figure 10: Map showing the intensity map prepared by Erkman (1949) and revised by Altınok et al. (2005), epicentres and the focal mechanism solutions of the Karaburun Earthquake (Mw: 6.4) that occurred on 23.07.1949, according to different sources (For earthquake information, see Table 9. Faults in Türkiye, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Depremiñ üretilen iki farklı odak mekanizma çözümü vardır. Her ikisinin dışmerkez lokasyonu da Karaburun Yarımadası ile Sakız Adası'nın kuzeyi arasındaki deniz içerisinde ve her ikisi de genişlemeli bir tektonik ortama işaret etmektedir. Paradisopoulou ve diğ. (2010) tarafından üretilen odak mekanizma çözümü, faylanmanın BGB-DKD uzanımlı ($K84^\circ D$) ve neredeyse saf eğim atımlı normal bir faydan (rake: 80°) kaynaklandığını açıklamaktadır. Mckenzie (1972) tarafından üretilen odak mekanizması çözümü ise depreme kaynaklık eden fayın doğru ve eğim atım bileşenine sahip olan oblik atımlı normal faylanma (rake 31° ya da 38°) ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Şekil 10 ve Şekil 11, Tablo 9).



Şekil 11: 23.07.1949 tarihinde meydana gelen Karaburun Depreminin ($M_w=6.4$) Pınar (1950) tarafından hazırlanan eş şiddet haritasını, farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Deprem bilgileri için Tablo 9'a bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 11: Map showing the intensity map prepared by Pınar (1950), epicentres and the focal mechanism solutions of the Karaburun Earthquake ($M_w=6.4$) that occurred on 23.07.1949, according to different sources (For earthquake information, see Table 9. Faults in Türkiye, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Şekil 11'de sunulan ve Pınar (1950) tarafından oluşturulan eş şiddet haritası ile Pınar (1950) ve Pınar ve Lahn (1952) çalışmaları, 23 Temmuz 1949 Karaburun Depremi'nin ($M_w=6.4$) Karaburun Yarımadası'ndan geçen KD-GB uzanımlı bir fay ile ilişkili olduğunu bildirmektedir. Ancak Tablo 9'da verilen tüm dışmerkez dağılımları, mevcut hasar bilgileri ve odak mekanizma çözümleri, 23 Temmuz 1949 depreminin ($M_w=6.4$) Karaburun Yarımadası kuzeyi ile Sakız Adası kuzeyi arasındaki deniz içerisinde yaklaşık DB uzanımlı deniz içi faylardan kaynaklandığına, Erkman (1949) tarafından hazırlanan eş şiddet haritasının sismik veriler ile örtüşmesine işaret etmektedir. Pavlides ve diğ. (2010) ve Chatzipetros ve diğ. (2013) 23 Temmuz 1949 Karaburun Depremi'nin Sakız Adası kuzeybatısı açıklarında yer alan yaklaşık 26 km uzunluğundaki BKB-DGD uzanımlı ve KKD'ya eğimli Oenousses Fayı'ndan kaynaklandığını belirtmektedirler.

3.9) 6 Nisan 1969 Karaburun Depremi ($M_w=5.9$)

6 Nisan 1969 tarihinde saat 03:49 (UTC) itibarıyla, Karaburun Yarımadasının batı sahillerinde meydana gelen bu deprem Sakız Adası, Çeşme ve Karaburun ve çevresinde etkili olarak, bazı evlerin yıkılmasına sebep olmuştur (Ambraseys 1988, Ayhan ve diğ. 1988, Eyidoğan ve diğ. 1991). İncelenen mevcut yayın ve kataloglara göre, depremin büyüklükleri 5.5 ile 5.9 arasında verilirken depremin şiddeti Shebalin ve diğ. (1974) tarafından VIII; Alptekin (1978) tarafından VII olarak verilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10: 6 Nisan 1969 Karaburun Depremine ($M_w=5.9$) ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I_0 : şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Shebalin ve diğ. 1974, 2. Ayhan ve diğ. 1988, 3. KRDAE 2024, 4.AFAD 2024, 5. Taymaz ve diğ. 1991, 6.McKenzie 1972, 7. Tan ve diğ. 2008; Tan 2013, 8.Amraseys 1988, 9. Alptekin 1978, 10. Zanchi ve Angelier 1993)

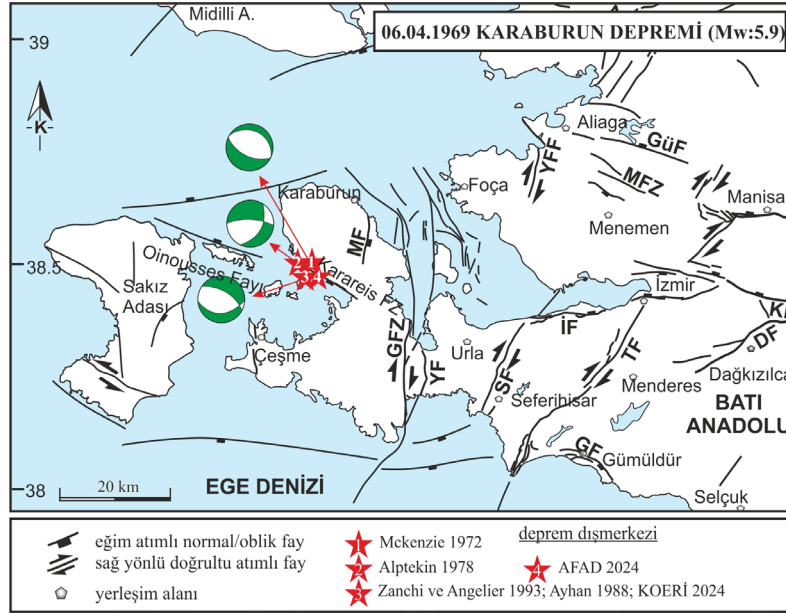
Table 10: Current earthquake parameters of the 6 April 1969 Karaburun Earthquake ($M_w=5.9$) (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I_0 : intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Shebalin et al. 1974, 2. Ayhan et al. 1988, 3. KRDAE 2024, 4.AFAD 2024, 5. Taymaz et al. 1991, 6. McKenzie 1972, 7. Tan et al. 2008; Tan 2013, 8. Amraseys 1988, 9. Alptekin 1978, 10. Zanchi and Angelier 1993)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I_0	D	E	R	K
03:49:34	38.50	26.40	16 (13-19)	M 5.6	VIII	-	-	-	1
03:49:33.9	38.47	26.41	16	M_w 5.9	-	-	-	-	2,3
03:49:35	38.467	26.444	15.2	M_s 5.5	-	-	-	-	4
03:49:33.5	38.5	26.42	14	M_b 5.5	-	101	50	-90	5
03:49:33.5	38.5	26.42	14	M 5.5	-	116	60	-90	6,7
						296	30	-90	
03:49:33	38.5	26.40	14	M 5.5	-	-	-	-	8
03:50	38.5	26.40		M_s 5.8	VII	210	140	70	9
02:39:33	38.47	26.41	16	M_s 5.5	-	-	-	-	10

3 farklı kaynağa göre depremin odak mekanizma çözümü yapılmıştır; McKenzie (1972), ilk gelen deprem dalgasının ilk hareket yönlerini baz alarak depremi üreten fayın eğim atımlı normal faylanma şeklinde çalıştığına, fayın doğrultusunun KB-GD uzanımlı olduğuna, depremin KD-GB yönlü genişleme kuvvetleri etkisi altında geliştiğine işaret etmektedir. Benzer şekilde Zanchi ve Angelier (1993) tarafından üretilen odak mekanizma çözümü de baskın olarak normal faylanmaya işaret ederken, yaklaşık K-G yönlü genişleme ile ilişkilendirilmiştir. Alptekin (1978) ise, genişleme ilişkili doğrultu atımlı faylanma bileşeni yüksek bir harekete işaret etmiştir (Şekil 12).

Tablo 10'da verilen çok sayıdaki kaynak depremin dışmerkezinin Karaburun Yarımadası'nın batı sahillerindeki Teke Dağı'nın yer aldığı Çolak Burnu ve yakın civarında olduğuna işaret etmektedirler. Emre ve diğ. (2011) tarafından güncellenen Türkiye Diri Fay Haritası'nda dışmerkezlerin dağılım gösterdiği alanda herhangi bir fay tanımlanmamıştır. Ancak, Uzel ve diğ. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, bu alanda, Karaburun Yarımadası'nda yer alan Bozdağ Yükseltisini güneybatıdan sınırlayan yaklaşık 20 km uzunluğunda, KB-GD uzanımlı ve GB'ya eğimli Karareis Fay Zonu'nu haritalanmıştır. Araştırmacılar bu fayın eğim/oblik atımlı normal fay karakterine işaret eden fay yüzeyi kinematik ölçümleri sunmuşlardır. Bununla beraber Tan (2013), Karaburun Yarımadası'nda meydana gelen 1969 depreminin ve sonrasında gelişen sismik hareketliliğin Sığacık Körfezi ile Gerence Körfezi arasında KB-GD uzanımlı Karaburun Sismik Zonu üzerinde meydana geldiğine işaret etmişlerdir.

Mevcut dışmerkez dağılımları, fay haritalama çalışmaları ve odak mekanizma çözümleri, 06.04.1969 Karaburun Depreminin Karareis Fay Zonu ya da Karaburun Sismik Zonu üzerinde gelişmiş olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 12: 06.04.1969 tarihinde meydana gelen Karaburun Depreminin ($M_w=5.9$) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Deprem bilgileri için Tablo 10'a bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepitos ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)
Figure 12: Map showing the epicenters and the focal mechanism solutions of the Karaburun Earthquake ($M_w=5.9$) that occurred on 06.04.1969, according to different sources (For earthquake information, see Table 10. Faults in Türkiye, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepitos et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

3.10) 6 Kasım 1992 Doğanbey Depremi ($M_w=6.0$)

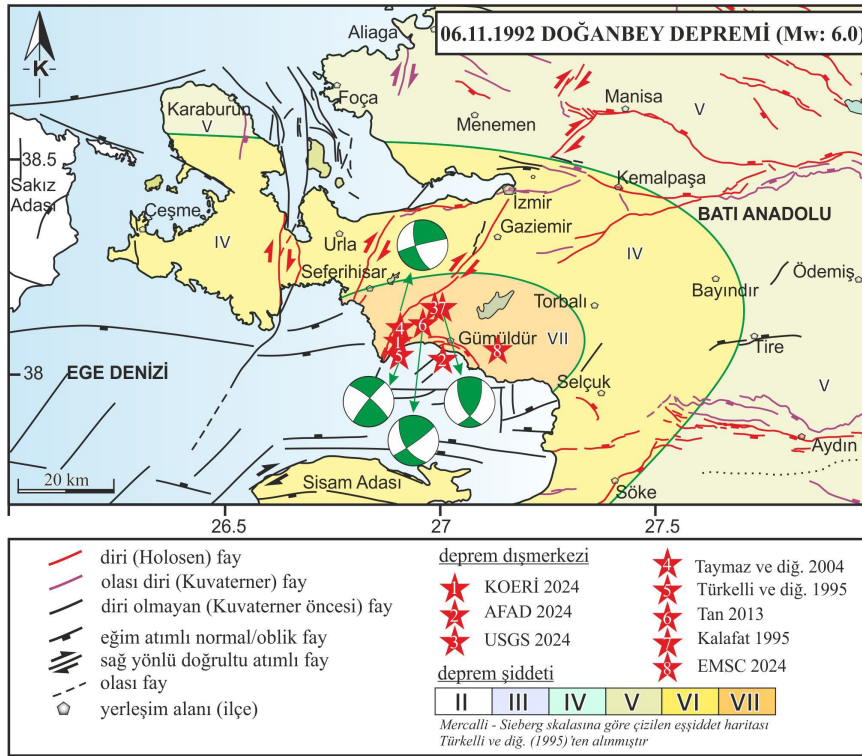
6 Kasım 1992 tarihinde 19:08 (GMT) itibarıyla İzmir İli başta olmak üzere, Seferihisar, Ürkmez, Doğanbey, Gümüldür, Payamlı, Menderes, Urla ve yakın çevrelerinde hasar oluşturan ve kuvvetlice hissedilen şiddetli bir deprem meydana gelmiştir (Kalafat 1995, Türkelli ve diğ. 1995, Tan 2013, AFAD 2024, KRDAE 2024, USGS 2024) (Tablo 11). Türkelli ve diğ. (1995) tarafından, MSK şiddet ölçeğine göre maksimum şiddet VII olarak belirlenmiş ve eş şiddet haritası çizilmiştir (Şekil 13). Haritaya göre en fazla şiddet, Selçuk, Seferihisar ve Torbalı arasında kalan, içerisinde Gümüldür'ün de yer aldığı güneyden Ege Denizi ile sınırlanan alanda tanımlanmıştır.

Kalafat (1995)'a göre, deprem yüzey kırığı oluşturmamıştır. Bununla beraber, Orhanlı Köyü yakınlarında devamlılığı fazla olmayan yaklaşık 30-40 m boyunca kum fışkırması, kompresyon tepelikleri ve çatlaklar şeklinde faya ait izler görüldüğü ifade edilmektedir. Türkelli ve diğ. (1995) tarafından verilen bilgilere göre, 6 Kasım'da meydana gelen ana şok ile Doğanbeyli Köyü'nün içme suyunun kesildiği ve su kaynağının yaklaşık 5-7 km ileride başka bir yerde çıktığı gözlenmiştir. Osmandere mevkiinden köye yaklaşık 5 km uzaktan gelen su kaynağının kesildiği, daha sonra Alaşar denilen mevkiide yeni su kaynağının oluştuğu ifade edilmektedir. Aynı kaynak tarafından, Ürkmez ve kaplıcalar mevkiinde suların bulanıklaştığı bildirilmiştir. Deprem sırasında Doğanbey Burnu, kırmızı bir renge bürünmüş ve deniz içerisinden fıskıran su kaynakları gözlenmiştir. Deprem sonrası gerçekleştirilen saha çalışmalarına göre, İzmir'in güneybatısındaki köylerde özellikle Seferihisar İlçesine bağlı Doğanbey, Ürkmez, Gümüldür, Payamlı'da ve Menderes ile Urla ilçelerinde yapısal hasarlar meydana geldiği belirtilmektedir. Yüzügüllü ve diğ. (1993) tarafından yapılan hasar dağılımına yönelik çalışmalara göre, 99 hafif hasar, 71 orta hasar, 52 ağır hasar ve 3 binada çökme gözlenmiştir. Depremde can kaybı meydana gelmemiştir (Kalafat 1995).

Tablo 11: 6 Kasım 1992 Doğanbey (M_w 6.0) depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I_0 : şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. KRDAE 2024, 2. AFAD 2024, 3.USGS 2024, 4. Türkelli ve diğ. 1995, 5.Tan 2013, 6. Kalafat 1995, 7.EMSC 2024, 8. Taymaz ve diğ. 2004.)

Table 11: Earthquake parameters of the 6 November 1992 Doğanbey ($M_w=6.0$) earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I_0 : intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. KRDAE 2024, 2. AFAD 2024, 3.USGS 2024, 4. Türkelli et al. 1995, 5.Tan 2013, 6. Kalafat, 1995, 7.EMSC 2024, 8. Taymaz et al. 2004.)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I_0	D	E	R	K
19:08:06.3	38.07	26.90	14	M_w 6.0	-	-	-	-	1
19:08:09	38.048	27.004	9.8	M_w 6.0	-	-	-	-	2
19:08:09.2	38.16	26.99	17	M_b 5.7	-	-	-	-	3
	38.05	26.90		M_l 5.5	VII	42	75	-172	4
19:08	38.11	26.96	10	M_w 6.0		54	83	149	5
						240	53		6
19:08:09.3	38.16	27.00	17	M_s 6.0	VII	117	54		6
19:08:09.7	38.05	27.13	10	M_s 5.9	-	-	-	-	7
19:08:09	38.11	26.95	13	M_w 6.0	-	225	85	-158	8



Şekil 13: 06.11.1992 tarihinde meydana gelen Doğanbey Depreminin ($M_w=6.0$) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası Türkelli ve diğ. (1995)'ten alınmıştır. Deprem bilgileri için Tablo 11'e bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.

Figure 13: Map showing the intensity map prepared by Türkelli et al. (1995), focal mechanism solutions and epicenters of the Doğanbey Earthquake ($M_w=6.0$) that occurred on 06.11.1992, according to different sources (For earthquake information, see Table 11. Faults in Türkiye, Emre et al. (2018); faults on Samos Island and its surroundings are described by Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Türkelli ve diğ. (1995) tarafından üretilen odak mekanizma çözümü, depremin doğrultu atımlı faylanma ile ilişkili olduğu, bununla beraber ters bileşene de sahip olduğu sonucuna işaret etmektedir. Araştırmacılar depreme neden olan kırılmanın doğu-batı yönlü sıkışma ve kuzey-güney yönlü genişleme kuvvetleri etkisi altında geliştiğine dikkat çekmişlerdir. Kalafat (1995)'e göre ise depremi üreten fay, doğrultu atımlı bileşene sahip olan oblik faylanma özelliği sunmaktadır. Depremin eğim bileşeni (ters) yanal atım bileşeninden daha baskındır. Tan (2013) ve Taymaz ve diğ. (2004) tarafından sunulan odak mekanizma çözümleri de benzer şekilde yanal atım içeren mekanizmaya işaret etmektedir.

Türkelli ve diğ. (1995)'e göre ana şok sonrası 08-19.11.1992 tarihleri arasında bölgede yaklaşık 155 adet artçı şok kayıt altına alınmıştır. Araştırmacılara göre, ana şok sonrasında meydana gelen artçı depremler Doğanbey Yarımadası, Kuşadası Körfezi, Seferihisar ve İzmir civarında dağılım göstermektedir. İzmir Körfezi ve Karaburun Yarımadası civarında gerçekleşen deprem etkinliklerinin artçı değil, bu deprem ile tetiklenen münferit depremler olduğu ifade edilmiştir.

Depremin farklı kaynaklar tarafından verilen dışmerkez dağılımları, odak mekanizma çözümleri, deprem sonrası saha gözlemleri ve eş şiddet haritası, depremin KD-GB uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı Tuzla Fay Zonu'nun güney segmenti üzerinde meydana geldiğine işaret etmektedir. Deprem sonrası Türkelli ve diğ. (1995) tarafından kayıt altına alınan ilk 10 günlük artçı ve diğer deprem dağılımları, Tuzla Fayı'nın Orhanlı Köyü güneyi kısmında kırılmalar meydana geldiğine, bu depremin Karaburun Yarımadası'nda İzmir Körfezinde ve Kuşadası Körfezinde bağımsız depremleri tetiklediğine, bu şekilde Mordoğan ve Gümüldür Fayları üzerinde küçük ölçekli depremler meydana geldiğine işaret etmektedir.

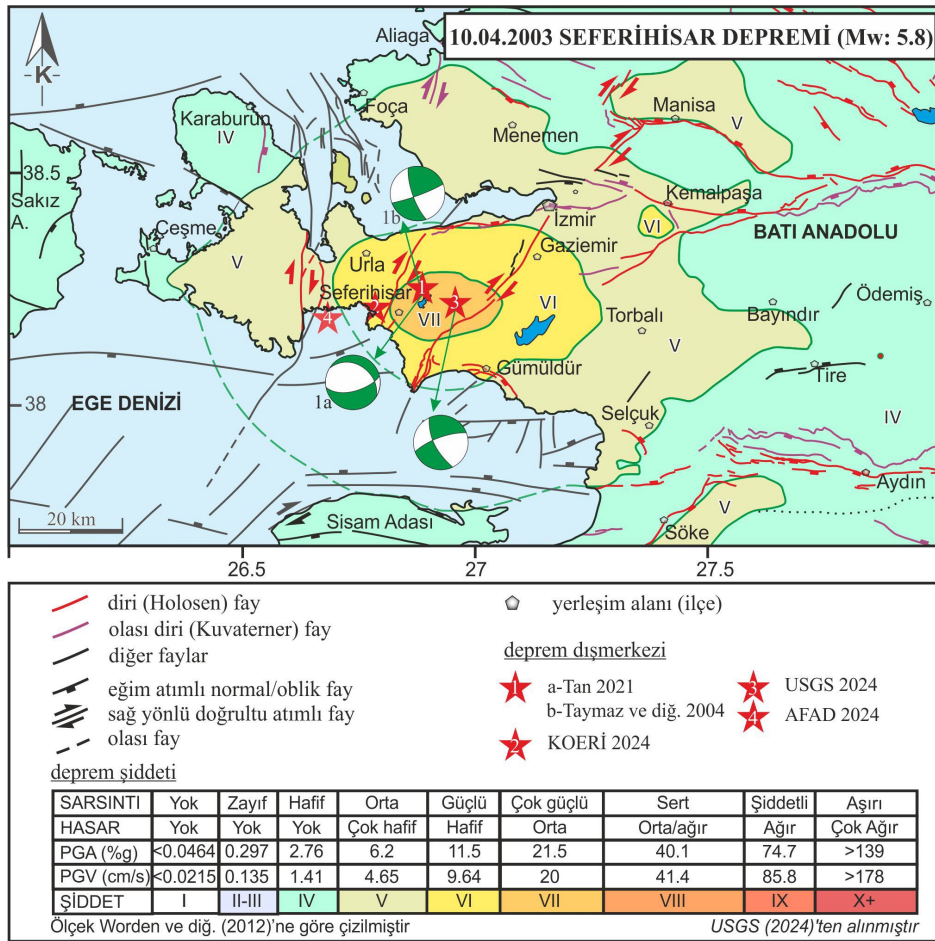
3.11) 10 Nisan 2003 Seferihisar Depremi ($M_w=5.8$)

10.04.2003 tarihinde 00:40 itibarıyla Urla ile Seferihisar arasındaki bölgede şiddetli bir deprem meydana gelmiştir. Depremin büyüklüğü KRDAE (2024) ve USGS (2024) tarafından 5.8 olarak açıklanırken, AFAD (2024), Taymaz ve diğ. (2004) ve Tan (2021) kaynaklarına göre 5.7'dir. Aynı kaynaklara göre depremin derinliği 8 ile 14.1 km arasındadır. Hesaplanan dışmerkez dağılımları depremin Seferihisar ve çevresinde meydana geldiğine işaret etmektedir. KRDAE (2024) verilerine göre ana şok sonrasında 10 Nisan ile 20 Nisan 2003 tarihleri arasında (10 günlük sürede) büyüklükleri 2.9 ile 4.8 arasında değişen 32 adet artçı sarsıntı meydana gelmiştir. Artçı depremler Seferihisar yerleşim alanı ve yakın civarında yoğunlaşmaktadır. USGS (2024) tarafından çizilen eş şiddet haritasına göre Seferihisar yerleşim alanının da içerisinde kaldığı, Seferihisar Fayı ile Tuzla Fay Zonu arasında kalan geniş bir alan VII şiddetinde sarsılmıştır. İzmir ve Aydın'da da şiddetli hissedilen deprem sarsıntısı, Urla ve Seferihisar'da bazı evlerin duvarlarında çatlakların oluşmasına sebep olmuş, İzmir'de şiddetli olarak hissedilmiştir (Emre ve diğ. 2005, Sözbilir ve diğ. 2009, Tan 2013). İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlığı açıklamasında depremde Urla'da bir bekçi kulübesiyle, Seferihisar ve Sığacık yerleşim alanında ikisi boş olan üç evin yıkıldığı ifade edilmiştir. Urla merkezde bazı eski binalarda çatlaklar ve baca yıkılması meydana gelmiştir. Seferihisar merkez ve Sığacık yerleşim alanlarında ise içerisinde Merkez Sağlık Ocağı, İlçe Emniyet Müdürlüğü binası ve okulların da olduğu çok sayıda binada hasarların meydana geldiği bildirilmiştir. İzmir merkezde herhangi bir hasar olmadığı, Kadifekale'deki heyelan bölgesinde, yol üzerindeki çatlağın sarsıntı sırasında daha da büyüdüğü bildirilmiştir. Aynı kaynağa göre, depremde can kaybı meydana gelmemiştir. Dönemin Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'ndan alındığı ifade edilen KRDAE (2024) verilerine göre, bu deprem ile toplamda 53 hafif, 34 adet ağır hasarlı bina tespit edilmiştir. En fazla hasar Konak ilçesine bağlı Altıntaş'ta meydana gelmiştir (12 hafif, 10 ağır hasarlı bina). Bunu Kuşçular (3 hafif, 5 ağır hasarlı bina), Yaka (5 ağır hasarlı bina), Bademler (5 hafif, 4 ağır hasarlı bina) ve Sıra (11 hafif ve 4 ağır hasarlı bina) izlemektedir.

Tablo 12: 10 Nisan 2003 Urla ($M_w=5.8$) depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I_0 : şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Taymaz ve diğ. 2004, 2. KRDAE 2024, 3. USGS 2024, 4. Tan 2021, 5. AFAD 2024)

Table 12: Earthquake parameters of the 10 April 2003 Urla ($M_w=5.8$) earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I_0 : intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Taymaz et al. 2004, 2. KRDAE 2024, 3. USGS 2024, 4. Tan 2021, 5. AFAD 2024)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I_0	D	E	R	K
00:40:16	38.25	26.89	8	M_w 5.7	-	70	85	165	1
00:40:14	38.21	26.79	11	M_w 5.8	-	78	643	-111	2
00:40:15	38.22	26.96	10	M_w 5.8	VII	298	3	-55	3
00:40:16	38.25	26.89	11	M_w 5.7	-	155	707	-15	4
00:40:17	38.226	26.918	14.1	M_w 5.7	-	250	6	-160	5



Şekil 14: 10.04.2003 tarihinde meydana gelen Seferihisar Depreminin ($M_w=5.8$) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası USGS (2024)'ten alınmıştır. Deprem bilgileri için Tablo 12'ye bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 14: Map showing the epicenters and the focal mechanism solutions of the Seferihisar Earthquake ($M_w=5.8$) that occurred on 10.04.2003, according to different sources (The intensity map was taken from USGS (2024)). For earthquake information, see Table 12. Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Depremi üç farklı odak mekanizma çözümünü hazırlanmıştır. Taymaz ve diğ. (2004) ve USGS (2024) tarafından hazırlanan çözüm doğrultu atım bileşenine sahip bir mekanizmaya işaret etmektedir. Tan (2021) tarafından hazırlanan odak mekanizma çözümü ise depreme neden olan fayın baskın olarak normal karakterine ve yaklaşık K-G yönlü genişlemeye işaret etmektedir. (Şekil 14, Tablo 12). Depremi farklı kaynaklar tarafından verilen dışmerkez dağılımları, odak mekanizma çözümleri, deprem sonrası hasar gözlemleri, eş şiddet haritası ve artçı depremlerin dağılımı, depremin KD-GB uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı Seferihisar Fayı üzerinde meydana geldiğine işaret etmektedir.

3.12) 17-20 Ekim 2005 Sığacık Körfezi Depremleri ($M_w=5.8$ ve $M_w=5.9$)

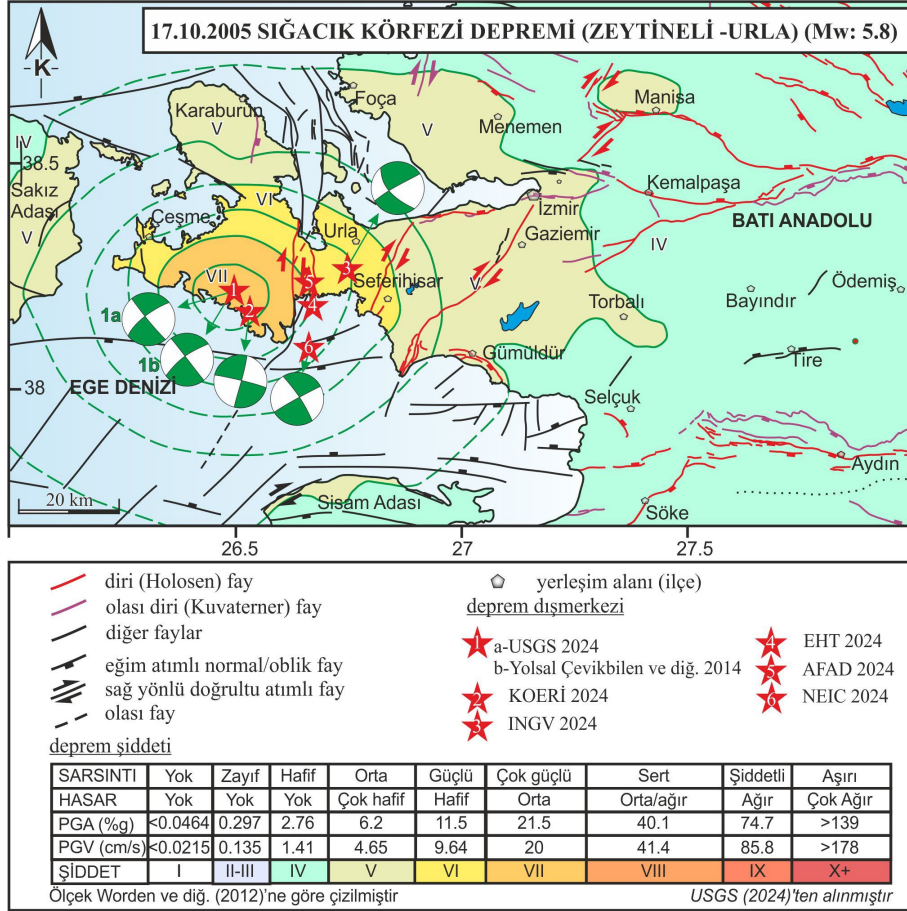
17-20 Ekim 2005 tarihleri arasında Karaburun yarımadasının güneydoğu kenarı şiddetli depremler ile sarsılmıştır (17 Ekim 2005, saat: 05.45, büyüklük $M_w=5.4$, saat: 09.46, büyüklük $M_w=5.8$ ve 20 Ekim 2005, saat: 21.40, büyüklük $M_w=5.9$) (Aktar ve diğ. 2007, Sözbilir ve diğ. 2009, AFAD 2024, EMSC 2024, KRDAE 2024, USGS 2024). Aynı kaynaklara göre bu depremlerin dışmerkezleri Karaburun Yarımadası güneyinde ve Sığacık Körfezi'nde yoğunlaşmakta iken, deprem derinlikleri 8 ile 21 km arasında verilmektedir (Şekil 15, Şekil 16, Tablo 13, Tablo 14). Depremler, İzmir ve ilçeleri, Manisa, Aydın, Balıkesir ve Ege Adalarında hissedilmiştir. 17 Ekim Depremlerinde can kaybı olmamakla birlikte, özellikle Seferihisar ve Urla'da bazı kötü yapılarda kısmen hasara neden olmuştur. KRDAE (2024) verilerine göre ana şok sonrası ilk iki hafta içerisinde toplam 3500 adet deprem meydana gelmiştir.

Sözbilir ve diğ. (2009) depremler sırasında oluşan sismotektonik ve sismogravitasyonel yüzey deformasyonlarını haritalamış ve kayıt altına almışlardır. Deprem sırasında gelişen sismotektonik yüzey deformasyonları KD-GB uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı fay niteliği sunan kademeli (en-echelon) çatlaklar, yaklaşık D-B uzanımlı eğim atımlı normal fay niteliği taşıyan deformasyonlar, heyelanlar, kılcak çatlaklar ve yükselme-çökme şeklindeki deformasyonlardır. KRDAE (2024) 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi depremlerinin deprem dizileri şeklinde geliştiğini ileri sürmektedir. Emre ve diğ. (2005) bu durumu K-G doğrultulu Gülbahçe Fayı'nın parçalı kırılmasına bağlamış, Utku (2005) ise olası ikincil fay zonlarının birbirine paralel gelişen kırılmaları şeklinde teorik bir yaklaşımda bulunmuştur. Sözbilir ve diğ. (2009) yukarıdaki görüşlerin aksine, 2005 deprem dizilerinin, Karaburun yarımadası ile Seferihisar yükseltisi arasında kalan bölgedeki Gülbahçe ile Seferihisar arasında kalan faylarda gelişmiş olan "negatif çiçek yapısı"ndan kaynaklandığını belirtmiştir. Daha sonra Benetatos ve diğ. (2006) ve Aktar ve diğ. (2007) tarafından artçı şoklar kullanılarak yapılan odak mekanizma çözümleri, depremlerin Sığacık Körfezi'nde kesişen KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayların birlikte çalışmasıyla oluştuğu görüşünü desteklemiştir.

Tablo 13: 17 Ekim 2005 ($M_w=5.8$) depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I_0 : şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Yolsal Çevikbilen ve diğ. 2014, 2. KRDAE 2024, 3. USGS 2024, 4. INGV 2024, 5. ETH 2024, 6. AFAD 2024, 7. NEIC 2024)

Table 1: Eearthquake parameters of the 17 October 2005 ($M_w=5.8$) earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I_0 : intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Yolsal Çevikbilen et al. 2014, 2. KRDAE 2024, 3. USGS 2024, 4. INGV 2024, 5. ETH 2024, 6. AFAD 2024, 7. NEIC 2024)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I_0	D	E	R	K
09:46:53	38.20	26.50	9	M_w 5.7	-	233	79	179	1
09:46:54	38.157	26.527	9.1	M_w 5.8	-	-	-	-	2
09:46:53	38.20	26.50	10.4	M_w 5.8	VII	231 140	76 87	-177 -14	3
09:46:56	38.26	26.75	15	M_w 5.8		142 237	60 81	-10 -150	4
09:46:56	38.19	26.67	18	M_w 5.87		225	57	176	5
09:46:57	38.22	26.66		M_w 5.8		-	-	-	6
09:46:58	38.09	26.66	12	M_w 5.8		328 238	80 87	3 170	7



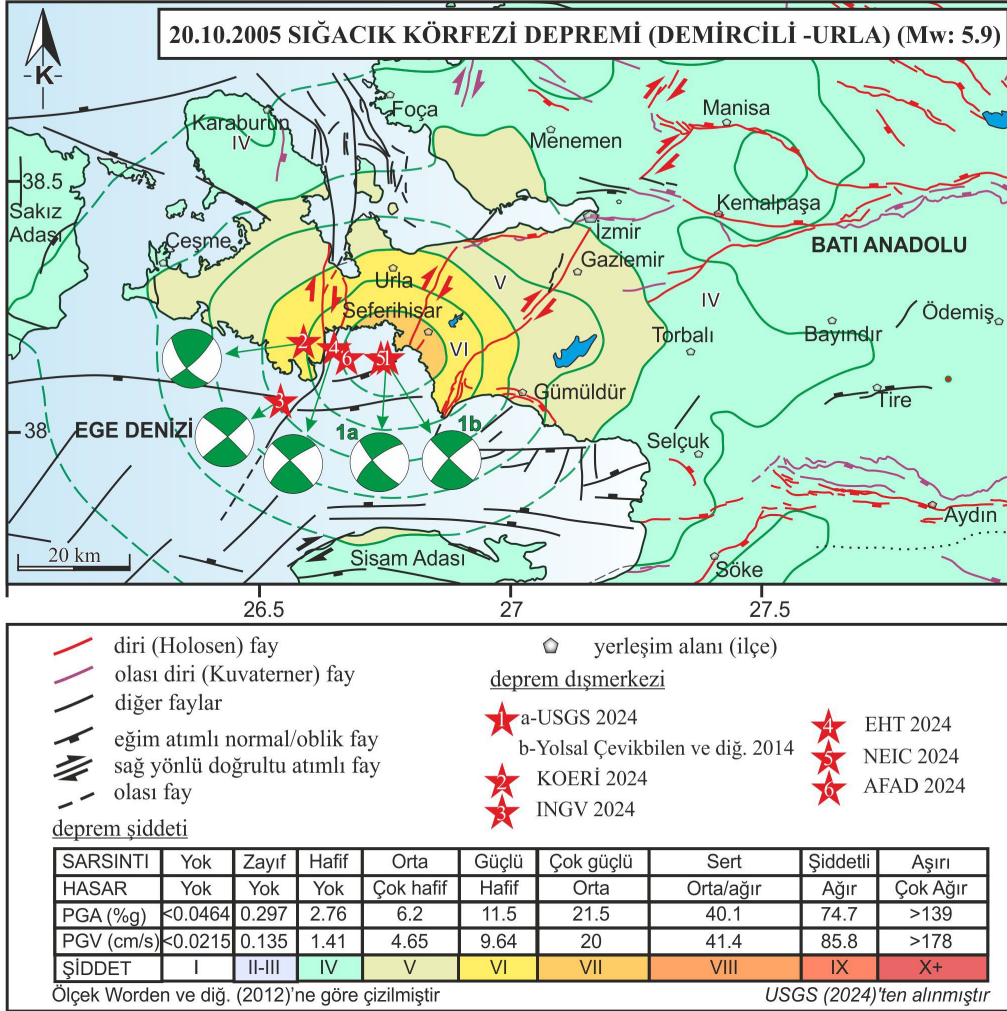
Şekil 15: 17.10.2005 tarihinde meydana gelen Sığacık Körfezi Depreminin (M_w=5.8) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası USGS (2024)'ten alınmıştır. Deprem bilgileri için Tablo 13'e bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 15: Map showing the intensity map, epicenters and focal mechanism solutions of the Sığacık Bay Earthquake (M_w=5.8) that occurred on 17.10.2005, according to different sources (The intensity map was taken from USGS (2024). For earthquake information, see Table 13. Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Tablo 14: 20 Ekim 2005 (M_w=5.9) depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I₀: şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. Yolsal Çevikbilen ve diğ. 2014, 2. KOERİ 2024, 3. USGS 2024, 4. INGV, 2024, 5. ETH 2024, 6. NEIC 2024, 7. AFAD 2024)

Table 14: Earthquake parameters of the 20 October 2005 (M_w=5.9) earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I₀: intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. Yolsal Çevikbilen et al., 2014, 2. KOERİ 2024, 3. USGS 2024, 4. INGV 2024, 5. ETH 2024, 6. NEIC 2024, 7. AFAD 2024)

Sa:Da:Sa	En	Bo	De	M	I ₀	D	E	R	K
21:40:04	38.15	26.75	10	M _w 5.7	-	224	81	182	1
21:40:02	38.18	26.59	08	M _w 5.9	-	-	-	-	2
21:40:04	38.15	26.75	10	M _w 5.9	VII	231 138	73 79	-169 -17	3
21:40:07	38.05	26.53	21	M _w 5.8	-	47 316	84 85	-175 -6	4
21:40:02	38.17	26.65	18	M _w 5.9	-	224	60	178	5
21:40:04	38.15	26:74	10	M _w 5.9	-	228 138	74 88	-178 -16	6
21:40:00	38.15	26.67	15	M _w 5.8	-	-	-	-	7



Şekil 16: 20.10.2005 tarihinde meydana gelen Siğacık Körfezi Depremi'nin ($M_w=5.9$) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası USGS (2024)'ten alınmıştır). Deprem bilgileri için Tablo 14'e bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 16: Map showing the intensity map, epicenters and focal mechanism solutions of the Siğacık Bay Earthquake ($M_w=5.9$) that occurred on 20.10.2005, according to different sources (The intensity map was taken from USGS (2024)). For earthquake information, see Table 14. Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

3.13) 12 Haziran 2017 Ege Denizi Depremi ($M_w=6.1$)

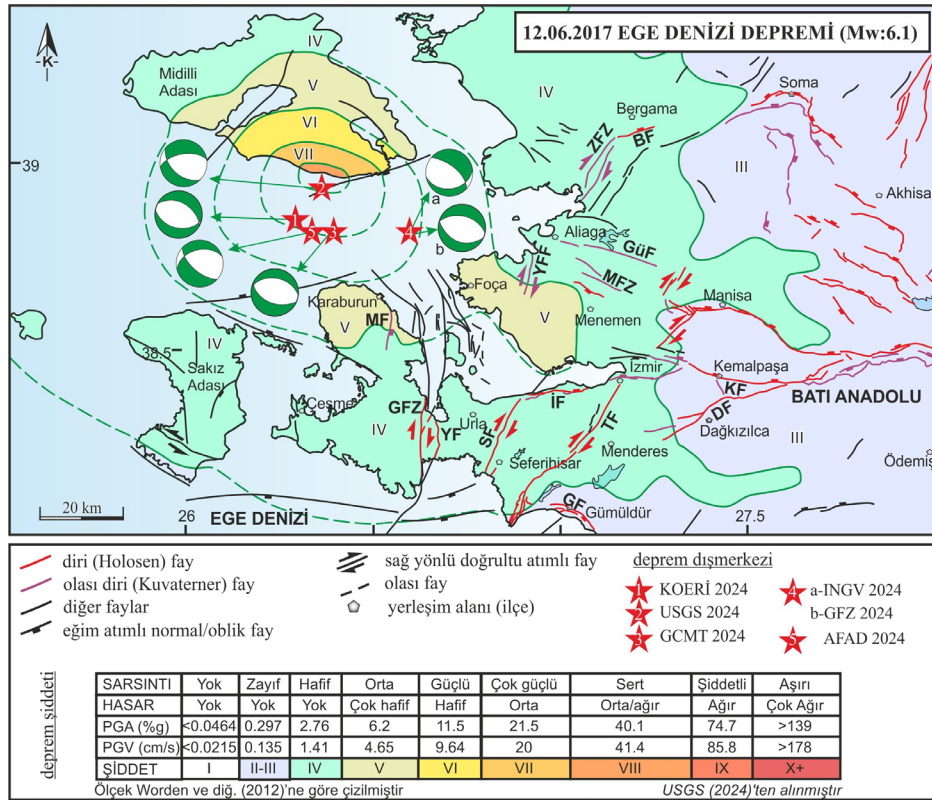
KRDAE (2024) ve AFAD (2024) verilerine göre, 12 Haziran 2017 tarihinde Karaburun Açıkları-Ege Denizi'nde yerel saat ile 15:28'de şiddetli bir deprem meydana gelmiştir. Depremi dışmerkezi, büyüklüğü, odak derinliği ve odak mekanizma çözümüne yönelik olarak farklı sismoloji merkezlerinin verileri Tablo 15 ve Şekil 17'de sunulmuştur. Deprem İzmir, Manisa, Aydın, Balıkesir ve İstanbul olmak üzere geniş bir alanda hissedilmiştir (KRDAE 2017).

Tablo 15'te sunulan kaynaklar tarafından üretilen odak mekanizma çözümleri 12 Haziran 2017 Ege Denizi depremini üreten kaynak fayın baskın olarak yaklaşık K-G yönlü genişlemeli bir tektonik ortam içerisinde çalışan eğim atımlı normal karakterine işaret etmektedir (Şekil 17).

Tablo 15: 12 Haziran 2017 Ege Denizi ($M_w=6.1$) depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I_0 : şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1.KRDAE 2024, 2. USGS 2024, 3.GCMT 2024, 4. INGV 2024, 5. GFZ 2024, 6. AFAD 2024.)

Table 15: Current earthquake parameters of the 12 June 2017 Aegean Sea ($M_w= 6.1$) earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I_0 : intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1.KOERİ 2024, 2. USGS 2024, 3.GCMT 2024, 4. INGV 2024, 5. GFZ 2024, 6. AFAD 2024.)

S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I_0	D	E	R	K
12:28:38	38.85	26.25	10	M_w 6.1	VI	279 117	51 41	-102 -76	1
12:28:39	38.93	26.37	12	M_w 6.3	VIII	279 114	335 7	-102 -82	2
12:28:43	38.80	26.40	12	M_w 6.4	-	282 114	405 0	-99 -82	3
12:28:39	38.80	26.60	10	M_w 6.4	-	84 311	33 66	-131 -67	4
12:28:39	38.80	26.60	10	M_w 6.4	-	112 285	42 48	-84 -94	5
12:28:37	38.80	26.30	38	M_w 6.2	-	255 132	41 64	-139 -57	6



Şekil 17: 12.06.2017 tarihinde meydana gelen Ege Denizi Depreminin ($M_w=6.1$) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası USGS (2024)'ten alınmıştır. Deprem bilgileri için 15'e bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 16: Map showing the epicenters, intensity map and focal mechanism solutions of the Aegean Sea Earthquake ($M_w=6.1$) that occurred on 12.06.2017, according to different sources (The intensity map was taken from USGS (2024). For earthquake information, see 15. Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

Yunanistan hükümetinden yapılan açıklamalara göre bölgede 1 kişi hayatını kaybetmiş, 10 kişi deprem sonucu yaralanmış ve bazı yapılarda hasarlar meydana gelmiştir (Sözbilir ve diğ. 2017). Sözbilir ve diğ. (2017)'ye göre deprem, eğim atımlı normal fay niteliği taşıyan Midilli Fayı (Lesbos Fault) üzerinde meydana gelmiştir. Ana şoktan sonra aynı bölgede KRDAE ve AFAD kayıtlarına göre en büyüğü $M_w=4.9$ olan 200'ün üzerinde artçı deprem kaydı vardır. Özellikle İzmir ilinde gevşek zemin (alüvyon) üzerinde yer alan bazı binalarda da küçük ölçekli hasarlar oluşmuştur. Deprem maksimum şiddeti VII olarak verilmiştir (USGS 2024).

12 Haziran 2017 Denizi Depremi ($M_w=6.1$) sonrası yayınlanan raporda (Sözbilir ve diğ. 2017), bu deprem sonrasında, içerisinde Bergama Fayı, Zeytinadağı Fay Zonu, Yeni Foça Fayı, Güzelhisar Fayı, Menemen Fay Zonu ve Mordoğan Fayı'nın da olduğu geniş bir alanda gerilim transferi olduğuna dikkat çekilmiştir. Raporda 2017 yıllarında İBTZ doğusunda ve batısında meydana gelen sismik aktivitelerin İBTZ boyunca gerilimi artırdığı ifade edilmiştir.

3.14) 30 Ekim 2020 Sisam depremi ($M_w=6.9$)

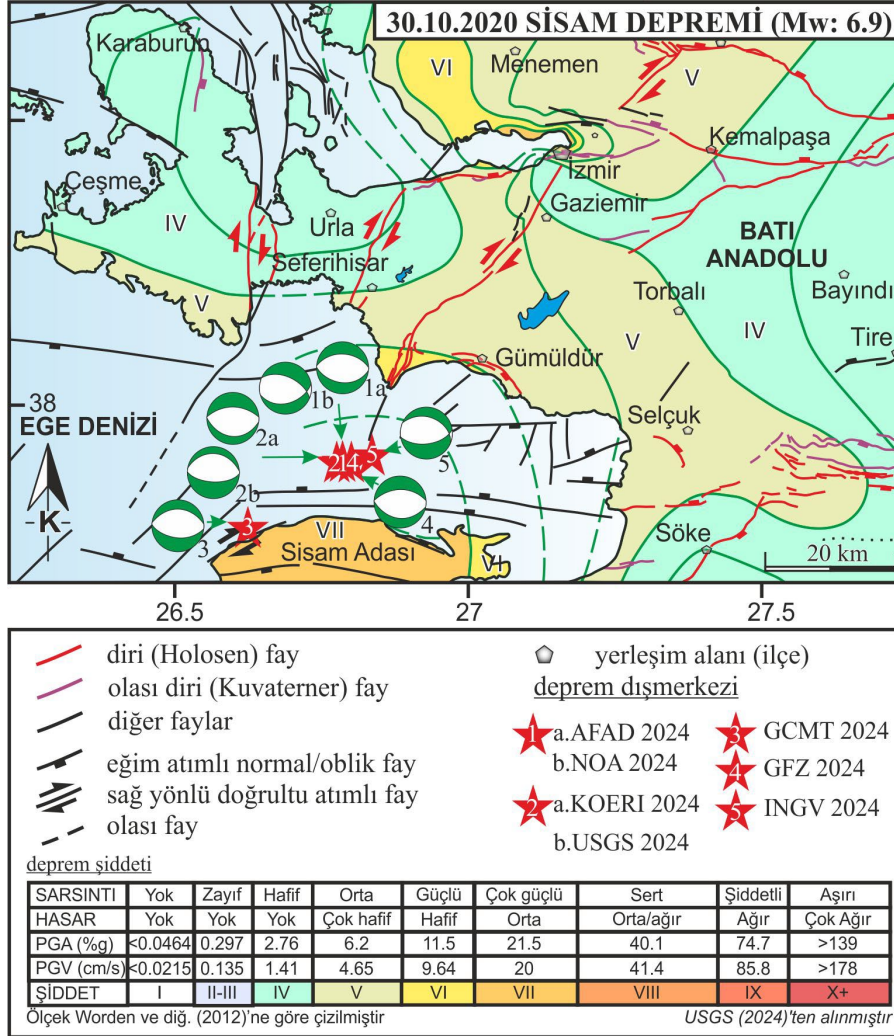
30 Ekim 2020 Saat 14:51 (TSİ)'de merkez üssü Ege Denizinde, Seferihisar (İzmir) açıkları ile Sisam (Samos) Adası arasında yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Deprem büyüklüğü KRDAE (2024) ve AFAD (2024) verilerine göre $M_w=6.9$, derinliği ise 10-11 km olarak açıklanmıştır (Tablo 16). Sisam depremi başta İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli olmak üzere, İstanbul'da da hissedilmiştir. Ana şoktan 11.11.2020 tarihine kadar geçen zamanda, büyüklükleri 1.0 ile 5.3 arasında değişen 3000'e yakın artçı deprem kaydedilmiştir (Sözbilir ve diğ. 2020, AFAD 2024, EMSC 2024). Sisam Depremi sonrasında özellikle Bornova ve Bayraklı ilçelerinde metruk binalarda tamamen çökme, ağır hasar, orta hasar ve hafif hasar olarak yapısal hasarların olduğu, 2 kişi Sisam Adası'nda (Yunanistan) olmak üzere toplamda 119 kişinin hayatını kaybettiği raporlanmıştır (AFAD 2020, Papadimitriou ve diğ. 2020). Sözbilir ve diğ. (2020) tarafından hazırlanan rapora göre, meydana gelen ana şok ve artçı deprem verilerine göre, fayın kırıldığı yer tektonik açıdan önemli olan yaklaşık D-B uzanımlı normal fay karakterli Kuzey Samos Fayı üzerinde yoğunlaşmış ve oluşan diğer artçı depremler ise Karliovası Fayı ve Tuzla Fayının deniz içerisindeki uzanımlarının birleşim noktalarına yakın yerde oluşmuştur. Aktuğ ve diğ. (2021) çalışmasına göre, ana şok karasal alanda herhangi bir yüzey kırığı oluşturmamıştır, ancak, GPS kaynaklı kayma modellemesi depremin yaklaşık 43 km uzunluğunda, 16 km genişliğinde yüzey kırığı oluşturduğuna ve kuzeye eğimli normal bir fay boyunca kuzeydeki tavan bloğun yaklaşık 1.42 metre düşey yönde hareket ettiğine işaret etmektedir.

Tablo 16: 30 Ekim 2020 Sisam Depremi ($M_w=6.9$) depremine ait mevcut deprem parametreleri (Kısaltmalar: S: Saat, Da: Dakika, Sa: Saniye (UTC), En: Enlem, Bo: Boylam, De: Derinlik (km), M: Büyüklük, I_0 : şiddet, D: Doğrultu, E: Eğim, R: Rake; K: Kaynak), (Kaynaklar: 1. AFAD 2024, 2. KRDAE 2024, 3. USGS 2024, 4. GCMT 2024, 5. INGV 2024, 6. GFZ 2024, 7. NOA 2024)

Table 16: Earthquake parameters of the 30 October 2020 Samos Earthquake ($M_w=6.9$) earthquake (Abbreviations: S: Hour, Da: Minute, Sa: Second (UTC), En: Latitude, Bo: Longitude, De: Depth (km), M: Magnitude, I_0 : intensity, D: Direction, E: Dip, R: Rake; K: Source), (Sources: 1. AFAD 2024, 2. KRDAE 2024, 3. USGS 2024, 4. GCMT 2024, 5. INGV 2024, 6. GFZ 2024, 7. NOA 2024)

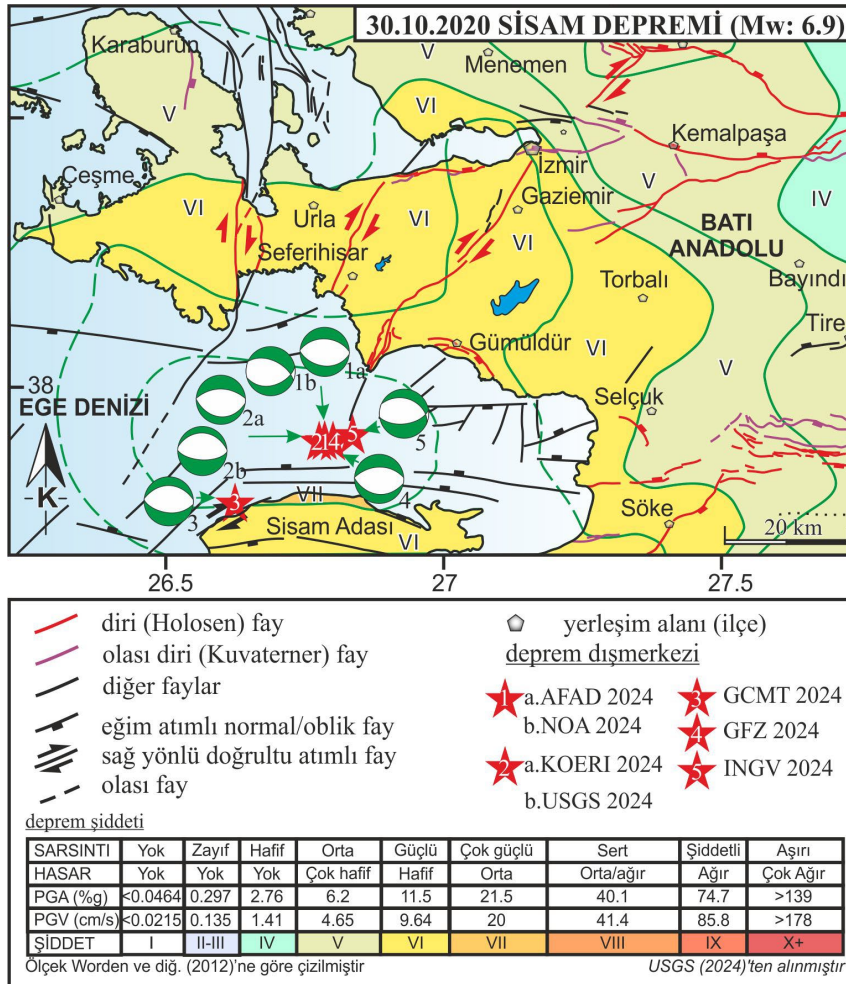
S:Da:Sa	En	Bo	De	M	I_0	D	E	R	K
11:51:24	37.90	26.80	11	M_w 6.9	-	095 270	43 46	-87 -91	1
11:51:27	37.90	26.79	10	M_w 6.9	VI	97 272	34 55	-85 -93	2
11:51:27	37.90	26.79	11.5	M_w 7.0	VII	093 276	61 29	-91 -88	3
11:51:35	37.78	26.63	12	M_w 7.0	-	276 097	34 56	-90 -90	4
11:51:25	37.91	26.84	10	M_w 7.0	-	284 084	43 48	-75 -104	5
11:51:27	37.90	26.82	15	M_w 7.0	-	097 272	41 48	-85 -93	6
11:51:24	37.90	26.80	06	M_w 6.9	-	294 076	54 43	-65 -120	7

Ana şok sonrası meydana gelen sismik aktiviteler genel olarak ana şokun meydana geldiği yaklaşık D-B uzanımlı olan Sisam Adası'nın kuzeyinde yer alan kuzeye eğimli normal fay zonu boyunca dağılım gösterirken, daha batıda İkera havzasında, daha kuzeybatıda Kuşadası Körfezi'nde ve daha kuzeydeki Gümüldür Fayı'nın düşen bloğu üzerinde de aktiviteler gözlenmiştir (Aktuğ ve diğ. 2021, Lentas ve diğ. 2022, Taymaz ve diğ. 2022) (Şekil 18, Şekil 19).



Şekil 18: 30.10.2020 tarihinde meydana gelen Sisam Depreminin (M_w=6.9) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası Çetin ve diğ. (2020)'den alınmıştır. Deprem bilgileri için Tablo 16'ya bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 18: Map showing the epicenters, intensity map and focal mechanism solutions of the Samos Earthquake (M_w=6.9) that occurred on 30.10.2020, according to different sources (Intensity map was taken from Çetin et al. (2020). For earthquake information, see Table 16. Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

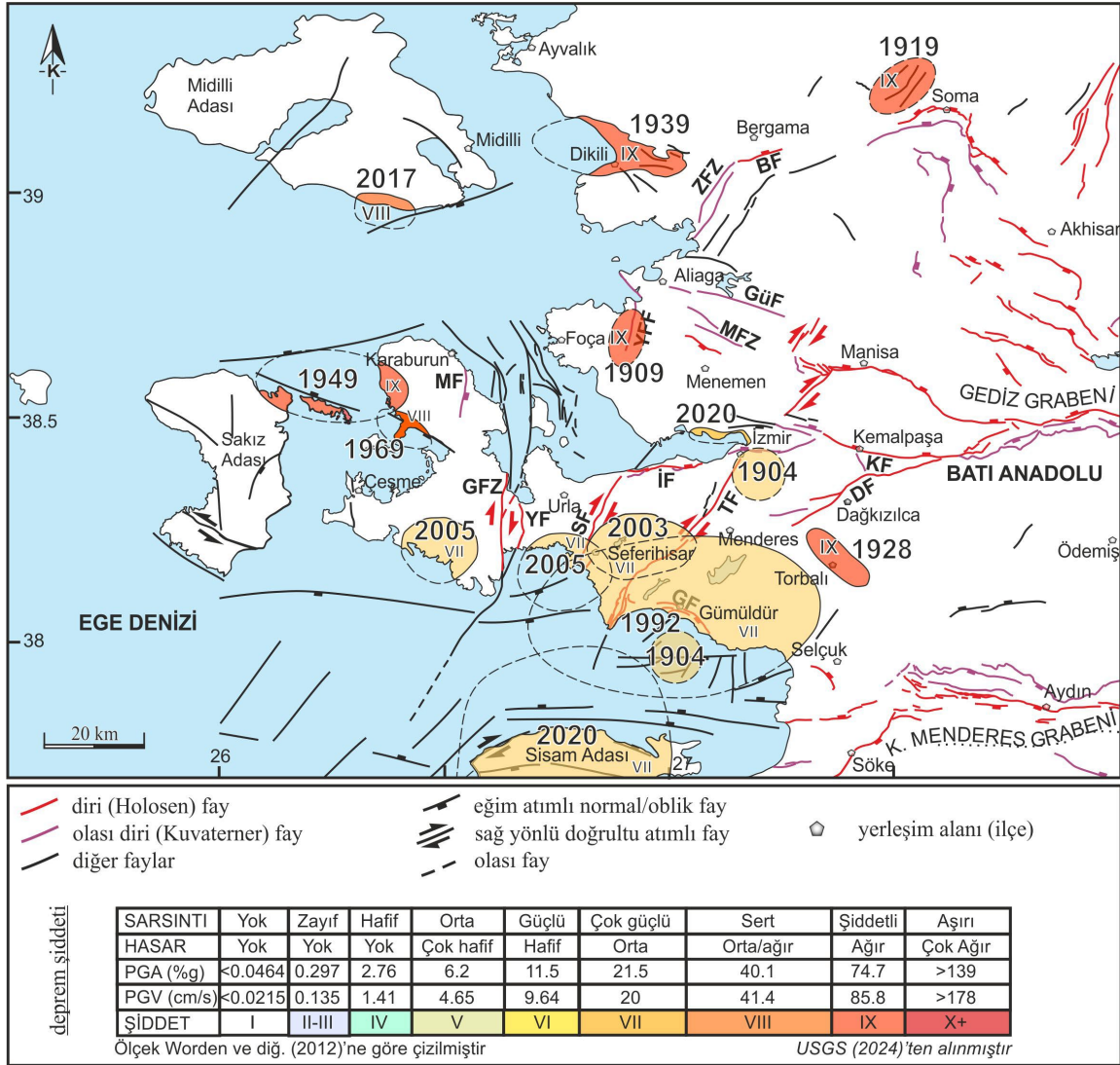


Şekil 19: 30.10.2020 tarihinde meydana gelen Sisam Depreminin (M_w=6.9) farklı kaynaklara göre dışmerkezlerini, mevcut odak mekanizma çözümlerini gösteren harita (Eşşiddet haritası USGS (2024)'ten alınmıştır. Deprem bilgileri için Tablo 16'ya bakınız. Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Oçakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetros ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'ten alınmıştır.)

Figure 19: Map showing the epicenters, intensity map and focal mechanism solutions of the Samos Earthquake (M_w=6.9) that occurred on 30.10.2020, according to different sources (The intensity map was taken from USGS (2024). For earthquake information, see Table 16. Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Oçakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetros et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, İzmir ilini etkileyen aletsel dönem depremleri şiddet-büyükölük ve odak mekanizma çözümleri açısından değerlendirilmiştir. Buna göre, İzmir ilinde 1904 ile 2023 sonu itibarıyla meydana gelen depremlerden hasar ve can kaybına neden olanların 5.8-6.9 aralığında bulunduğu, bu depremlerde elde edilen şiddet değerinin VII ile IX arasında değiştiği görülmektedir. Depremlerin odak mekanizma çözümleri, kaynak fayların eğim/oblik atımlı normal fay ve doğrultu atımlı fay niteliği taşıdığına işaret etmektedir (Şekil 20). Eğim/oblik atımlı normal faylanmalar genel olarak bölgedeki D-B, BKB-DGD ve DKD-BGB uzanımlı normal faylardan kaynaklanırken, doğrultu atımlı karakter sunan faylanmalara KG, KKD-GGB ve KD-GB fay kollarına sahip İBTZ'nin kaynaklık ettiği görülmektedir. Sonuç olarak, aletsel deprem verileri, İzmir ve çevresinde İBTZ'ye ait doğrultu atımlı fay kollarının, bölgedeki normal faylarla beraber deprem ürettiğine, bölgedeki güncel tektonik rejimin transtansiyonel karakterde olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 20: Aletsel dönemde İzmir ili ve çevresinde gelişmiş yıkıcı ($M_w \geq 5.8$) depremlerin lokasyon, şiddet ve diri faylarla ilişkisi (Türkiye'deki faylar, Emre ve diğ. (2018); Sisam Adası ve civarındaki faylar Lykousis ve diğ. (1995), Ocakoğlu ve diğ. (2004), Chamot-Rooke ve DOTMED çalışma grubu (2005), Pavlides ve diğ. (2010), Caputo ve diğ. (2012), Chazitrepetos ve diğ. (2013), Caputo ve Pavlides (2013)'den alınmıştır.)

Figure 20: Location, intensity and relationship with active faults of earthquakes in İzmir and its surroundings during the instrumental period (Faults in Türkiye were taken from, Emre et al. (2018); Faults on Samos Island and its surroundings were taken from Lykousis et al. (1995), Ocakoğlu et al. (2004), Chamot-Rooke and DOTMED study group (2005), Pavlides et al. (2010), Caputo et al. (2012), Chazitrepetos et al. (2013), Caputo and Pavlides (2013).)

İzmir ve yakın çevresi için, büyüklüğü 5.8 ve daha olan depremlerin ortalama oluşma sıklığı 8 yıldır. Son yıllarda yapılan yeni bir çalışmaya göre, Karaburun Yarımadası ve çevresinde büyüklüğü jeodezik deprem tekrarlanma aralığı ($M_w > 5.5$) 25-30 yıl olarak hesaplanmıştır (Eyubagil ve diğ. 2021). Bununla beraber, İzmir İli ve yakın çevresindeki aletsel dönem deprem geçmişine bakıldığında, 11 Ağustos 1904 Sisam Depremi ($M_w = 6.1$), 18 Ağustos 1904 Kuşadası Körfezi Depremi ($M_w = 6.0$) ve 10 Ekim 1904 Buca Depremi ($M_w = 5.8$) birbirini tetikleyecek şekilde gelişmiş olmalıdır. Benzer benzer tetiklenme mekanizması 30 Ekim 2020 Sisam depremi ($M_w = 6.9$) sonrasında 14 Ağustos 2022 Kuşadası Körfezi depremi ($M_w = 4.9$) ve 04 Kasım 2022 Buca depremi ($M_w = 4.9$) ile tekrar etmiştir. Bu da normal faylarla üretilen depremlerden sonra stres boşalımının komşu segmentlerdeki faylar boyunca transfer edildiğini göstermektedir.

İzmir ve çevresinin tarihsel dönem depremlerine baktığımızda şiddet ve büyüklük olarak daha yüksek değerlerin bulunduğu saptanmıştır (Tepe ve diğ. 2021). Şengöçmen ve diğ. (2022) Gülbahçe Fayı üzerinde gerçekleştirdikleri palosismoloji çalışmasında, 1389 depreminin Gülbahçe fayından kaynaklandığı ve bu depremin X şiddetinde gerçekleştiği belirtilmektedir. Tepe ve diğ. (2021) ve Sözbilir ve diğ. (2022)'nin çalışmalarında, M.Ö. 496-M.S. 1899 arasındaki yaklaşık 2400 yıllık bir dönemde İzmir ve çevresinde küçük şiddetli ($I_0=4$) sarsıntılar da dâhil olmak üzere toplamda 450'nin üzerinde deprem kaydedildiği ifade edilmektedir. Aynı yayınlarda bu kayıtlardan İzmir ve yakın çevresinde yıkım ya da hasar meydana getiren şiddeti VIII ve üzerinde olan 52 depremin tespit edildiği belirtilmiştir. Bunlardan 12 tanesinin doğrudan İzmir kent yerleşimini etkilediği saptanmıştır. Bu depremler kronolojik sırasıyla M.S. 105, 177/178, 688, 2 Şubat 1040, 1389, 1654, 10 Temmuz 1688, 1739, 3 Temmuz 1778 ve 1850 depremleri olarak tanımlanmıştır. Bu depremlerde maksimum şiddetin X olduğu ve şiddet-magnitüd dönüşümlerine göre 6.9 büyüklüğüne varan depremler geliştiğini göstermektedir. Tarihsel dönemde meydana gelmiş, can ve mal kaybına neden olmuş en büyük depremin (10 Temmuz 1688) X şiddetinde 6.9 büyüklüğünde olduğu hesaplanmıştır. Son yapılan çalışmalarda Öncü ve diğ. (2024), Tuzla Fayı'nın tarihsel dönemde yüzey faylanmasıyla sonuçlanmış depremler ürettiği ve bu depremlerde 7 büyüklüğüne varan depremlerin geliştiği saptanmıştır. Yukarıda elde ettiğimiz verilere göre, aletsel dönem depremlerinde bu şiddet ve büyüklükte bir deprem henüz yaşanmamıştır ancak İzmir ili ve yakın çevresi yıkıcı deprem üretme potansiyeline sahip çok sayıda diri faya sahiptir. Bu nedenle, il düzeyindeki mevcut yapı stoğunun depreme dirençli hale getirilmesi ve olası bir yıkıcı depreme hazır olma anlamında gereken çalışmaların yapılması hayati derecede önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 121Y285 Numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

AFAD, 2020. 30 Ekim 2020 Sisam Adası (İzmir Seferihisar Açıkları) Mw 6.6 Depremi Raporu, 52s. T.C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara. Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/earthquake-reports> .

AFAD, 2024. Deprem Kataloğu, T.C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/event-catalog>.

Akbulut M., Sümer Ö., Akal C., İnaner H., 2023. Evaluating Geological Heritage Around UNESCO World Heritage Assets: a Study from the Dikili and Madra Mountain (Western Anatolia, İzmir, Türkiye), *Geoheritage*, 15,59.

Aksu A.E., Piper D.J.W., Konuk T., 1987. Late Quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı bays, western Türkiye, *Marine Geology*, 76, 89-104.

Aktar M., Karabulut H., Ozalaybe S., Childs D., 2007. A conjugate strike-slip fault system within the extensional tectonics of Western Türkiye. *Geophysical Journal International*, 171(3), 1363-1375.

Aktuğ B., Kılıçoğlu A., 2006. Recent crustal deformation of İzmir, Western Anatolia and surrounding regions as deduced from repeated GPS measurements and strain field, *Journal of Geodynamics*, 41(5): 471-484.

Aktuğ B., Tiryakioğlu İ., Sözbilir H., Özener H., Özkaymak Ç., Yiğit C.Ö., Solak H.İ., Eyübagil E.E., Gelin B., Tatar O., Softa M., 2021. GPS Derived Finite Source Mechanism of the 30

October 2020 Samos Earthquake, Mw=6.9 in Aegean extensional region, *Turkish Journal of Earth Science* 30, 718-737.

Akyol I.H., Pamir H.N., 1929. 30-31 Mart 1928 tarihindeki Tepeköy - Torbalı zelzelesi hakkında rapor, İstanbul Darülfunun Jeoloji Enstitüsü neşriyatı No: 3.

Alptekin Ö., 1978. Batı Anadolu depremlerinin odak mekanizmaları ve bunların aktif tektonik ile ilişkileri, odak mekanizmaları ve plaka tektonik modeli, *Jeofizik*, 7(3), 30-56.

Alsan E., Tezuçan L., Bath M., 1975. An earthquake catalogue for Türkiye for the interval 1913-1970, KOERİ Observatory Seismological Department Çengelköy, İstanbul, Türkiye and Seismological Institute Box 517, S-751 20 Uppsala, Sweden.

Altinok Y., Alpar B., Özer N., Gazioglu C., 2005. 1881 and 1949 earthquakes at the Chios-Cesme Strait (Aegean Sea) and their relation to tsunamis, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 5, 717-725.

Ambraseys N.N. 1988. Engineering seismology, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 17, 1-105.

Ambraseys N.N., Finkel C.F., 1987. Seismicity of Türkiye and neighbouring regions, 1899-1915, *Annales Geophysicales*, B, 701-726.

Aslaner M., Colak F., 2023. Earthquakes with Magnitude $M \geq 6$ in Izmir in the Republican Era, *Turk Deprem Arastirma Dergisi*, 5(2), 331-351, <https://doi.org/10.46464/tdad.1319513>.

Ayhan E., Alsan E., Sancaklı N., Üçer S.B., 1988. Türkiye ve dolayları deprem kataloğu (1881-1980), B.Ü. yayını.

Benetatos C., Kiratzi A., Ganas A., Ziazia M., Plessa A., Drakatos G., 2006. Strike-slip motions in the Gulf of Sığacık (western Türkiye): Properties of the 17 October 2005 earthquakes seismic sequence, *Tectonophysics*, 426, 263–279.

Calvi W.S., 1940. Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benachbarter Gebiete. MTA, Raport, 276s, Ankara (in German).

Caputo R., Chatzipetros A., Pavlides S., Sboras S., 2012. The Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS): state-of-the-art for northern Greece, *Ann. Geophys.*, 55(5), 859-894.

Caputo R., Pavlides S., 2013. The Greek Database of seismogenic sources (GreDaSS), version 2.0.0: A compilation of potential seismogenic sources ($M_w > 5.5$) in the Aegean Region. <http://gredass.unife.it/>, <https://doi.org/10.15160/unife/gredass/0200>.

Chamot-Rooke N., Dotmed Working Group, 2005. DOTMED – Deep offshore tectonics of the Mediterranean: A synthesis of deep marine data in eastern Mediterranean, Mémoire de la Société géologique de France and American Association of Petroleum Geologists, 177: 64.

Chatzipetros A., Kiratzi A., Sboras S., Zouros N., Pavlides S., 2013. Active faulting in the north-eastern Aegean Seaislands, *Tectonophysics* 597, 106122, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.11.026>.

Coskun S., Dondurur D., Cifci G., Aydemir A., Gungor T., Drahor M.G., 2017. Investigation on the tectonic significance of İzmir, Uzunada Fault Zones and other tectonic elements in the Gulf of İzmir, western Türkiye, using high resolution seismic data, *Mar Pet Geol* 83, 73–83.

Çakmakoğlu A., Bilgin Z.R., 2006. Pre-neogene stratigraphy of the Karaburun Peninsula (W of İzmir Türkiye), *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 132(132), 33-61.

Cetin K.O., Mylonakis G., Sextos A., Stewart J.P., 2020. Seismological and Engineering Effects of the M 7.0 Samos Island (Aegean Sea) Earthquake, Geotechnical Extreme Events Reconnaissance (GEER) Association report, California, pp.374, <https://doi.org/10.18118/G6H088>.

Duman T.Y., Çan T., Emre Ö., Kadirioğlu F.T., Başarır Baştürk N., Kılıç T., Arslan S., Özalp S., Kartal R.F., Kalafat D., Karakaya F., Eroğlu Azak T., Özel N.M., Ergintav S., Akkar S., Altınok Y., Tekin S., Cingöz A., Kurt A.İ., 2018. Seismotectonic database of Türkiye, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(8), 3277-3316.

Emre Ö., Özalp S., Doğan A., Özaksoy V., Yıldırım C., Göktaş F., 2005. İzmir ve yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri (The active faults and earthquake potentials of İzmir and surrounding area), Report No: 10754, Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 2005.

Emre Ö., Özalp S., Duman T.Y., 2011. 1:250.000 scale active fault map series of Türkiye, İzmir (NJ 35-7) Quadrangle, Serial number: 6, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Türkiye.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Şaroğlu F., Olgun Ş., Elmacı H., Çan T., 2018. Active fault database of Türkiye. *Bulletin of Earthquake Engineering* 16(8), 3229-3275, <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0041-2>.

EMSC, 2024. Avrupa Ortadoğu Sismoloji merkezi (European-Mediterranean Seismological Centre.) Erişim adresi: <http://www.emsc-csem.org>.

Ergin K., Güçlü U., Uz Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (Milattan Sonra 11 Yılından 1964 Sonuna Kadar), 24, İTÜ Maden Fakültesi Arz Fiziki Enstitüsü Yayınları, İstanbul.

Erkman M., 1949. Karaburun (İzmir) 23.7.1949 Zelzelesi, İst. KOERİ Rasathanesi, Jeofizik Böl. Yıl: 1, 16s, İstanbul.

ETH, 2024. İsviçre Sismoloji Servisi, ETH Zürih (The Swiss Seismological Service (SED) at ETH Zurich), Erişim adresi: <http://seismo.ethz.ch/>.

Eyidoğan H., Güçlü U., Utku Z., Değirmenci E., 1991. Türkiye büyük depremleri makrosismik rehberi (1900-1988). İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Bölümü yayını, 198s.

Eyübagil E.E., Solak H.İ., Selin Kavak U., Tiryakioğlu İ., Sözbilir H., Aktuğ B., Özkaymak Ç., 2021. Present day strike-slip deformation within the southern part of the İzmir-Balıkesir Transfer Zone based on GNSS data and implications for seismic hazard assessment in western Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 30(2), 143-160.

Galanopoulos A., 1954. Die Seismizität der Insel Chios, 1954, *Gerl, Geitr. Z. Geophys., Leipzig*, 63, 253–264.

Gessner K., Gallardo L.A., Markwitz V., Ring U., Thomson S.N., 2013. What caused the denudation of the Menderes Massif: Review of crustal evolution, lithosphere structure, and dynamic topography in southwest Türkiye, *Gondwana research*, 24(1), 243-274.

GCMT, 2024. Küresel CMT projesi (Global The Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project), Erişim adresi: <https://www.globalcmt.org/>.

GFZ, 2024. Alman yerbilimleri araştırma merkezi (GFZ German Research Centre for Geosciences), Erişim adresi: <https://www.gfz-potsdam.de/>.

Göktaş F., 2014. Neogene stratigraphy and paleogeographic evolution of the Karaburun area, İzmir, Western Türkiye, *Bull Miner Res Explor*, 149, 69-92.

Göktaş F., 2019. Stratigraphy of the neogene sedimentation and volcanism in Çubukludağ Basin, Western Anatolia, *Geol Bull Türkiye*, 62, 63-98.

Gürçay S., 2014. Investigation of submarine active tectonism of the Gulf of Sığacık and Surroundings by high resolution seismic methods, Dissertation, Dokuz Eylül University.

Gürer Ö.F., Bozcu M., Yılmaz K., Yılmaz Y., 2001. Neogene basin development around Söke-Kuşadası (western Anatolia) and its bearing on tectonic development of the Aegean region, *Geodinamica Acta*, 14, 57-69.

IISEE, 2024. Uluslararası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Enstitüsü (International Institute of Seismology and Earthquake Engineering), Erişim adresi: https://iisee.kenken.go.jp/cgi-bin/utsu/result_eng.cgi.

INGV, 2024. İtalya Ulusal Deprem Gözlemevi (the Italian Earthquake National Observatory) Erişim adresi: <https://terremoti.ingv.it/en>.

Jolivet L., Faccenna C., Huet B., Labrousse L., Le Pourhiet L., Lacombe O., Lacomte E., Burov E., Denele Y., Brun J., Philippon M., Paul A., Salaun B., Karabulut H., Piromallo C., Monie P., Gueydan F., Okay A., Oberhänsli R., Pourteau A., Augier R., Gadenne L., Driussi O., 2013. Aegean tectonics: strain localization, slab tearing and trench retreat, *Tectonophysics*, 597-598, 1-33.

Kalafat D., 1995. Anadolu'nun Tektonik Yapılarının Deprem Mekanizmaları Açısından İrdelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Ana Bilim Dalı, İstanbul, 412s.

Kalafat D., Güneş Y., Kara M., Deniz P., Garip K., Kekovalı K., Kuleli S., Gülen L., Yılmaz M., Özel N., 2007. Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğu (1900-2005; $M \geq 4.0$): A revised and extended earthquake catalogue for Türkiye since 1900 ($M \geq 4.0$), *Boğaziçi Üniversitesi Yayınları* No=977, 558s., Bebek, İstanbul.

KRDAE, 2017. 12 Haziran 2017 Karaburun Açıkları- Ege Denizi Depremi raporu, B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Erişim adresi: http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/wp-content/uploads/2017/06/12_HAZIRAN_2017_EGE_DENIZI_DEPREMI.pdf.

KRDAE, 2024. B.Ü. Kandilli Rasathanesi BDTİM Deprem Sorgulama Sistemi, B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>.

Konak N., 2002. Geological map of Türkiye in 1/500.000 scale: İzmir sheet, *Publication of Mineral Research and Exploration Directorate of Türkiye*, Ankara.

Lentas K., Charikleia G.G., Kalligeris N., Melis N.S., 2022. The 30 October 2020, MW = 7.0, Samos earthquake: aftershock relocation, slip model, Coulomb stress evolution and estimation of shaking, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 20,819-851.

Lykousis V., Anagnostou C., Pavlakis P., Rousakis G., Alexandri M., 1995. Quaternary sedimentary history and neotectonic evolution of the eastern part of the Central Aegean Sea, Greece, *Marine Geology* 128, 59-71, [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(95\)00088-G](https://doi.org/10.1016/0025-3227(95)00088-G).

Makropoulos K., Kaviris G., Kouskouna V., 2012. An updated and extended earthquake catalogue for Greece and adjacent areas since 1900, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1425–1430, <https://doi.org/10.5194/nhess-12-1425-2012>.

McKenzie D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.

NEIC, 2024. National Earthquake Information Center, USGS Earthquake Hazard Program, Erişim adresi: <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/national-earthquake-information-center-neic>.

NOA, 2024. The National Observatory of Athens, Erişim adresi: <https://www.noa.gr/en/>.

Ocakoğlu N., Demirbağ E., Kuşçu İ., 2004. Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Türkiye): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province, *Tectonophysics*, 391, 67-83.

Ocakoğlu N., Demirbağ E., Kuşçu İ., 2005. Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Türkiye): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime, *Marine Geology*, 219, 155-171.

Öncü U., Sözbilir H., Özkaymak Ç., Softa M., Sümer Ö., Eski S., Spencer J.Q.G., Şahiner E., Yüksel M., Meriç N., Topaksu M., 2024. Palaeoseismologic evidence for a seismic gap located very close to the epicentre of 30 October 2020 Samos Earthquake (M6.9), western Anatolia, Türkiye, *Natural Hazards*, 120, 4699-4727, <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06290-6>.

Özkaymak Ç., 2015. Tectonic analysis of the Honaz Fault (western Anatolia) using geomorphic indices and the regional implications, *Geodinamica Acta*, 27(2-3), 110-129.

Özkaymak Ç., Sözbilir H., Uzel B., 2013. Neogene–Quaternary evolution of the Manisa Basin: Evidence for variation in the stress pattern of the İzmir-Balıkesir Transfer Zone, western Anatolia, *Journal of Geodynamics Special issue: Tethyan Evolution, Anatolia*, 65, 117-135.

Pamukçu O.A., Gönenç T., Çırmık A., Sındırgı P., Kaftan İ., Özdemir Ö., 2015. Investigation of vertical mass changes in the south of İzmir (Türkiye) by monitoring microgravity and GPS/GNSS methods, *J. Earth Syst. Sci.*, 124(1), 137-148.

Papadimitriou P., Kassaras I., Kaviris G., Tselentis G.A., Voulgaris N., Lekkas E., Chouliaras G., Evangelidis C., Pavlou K., Kapetanidis V., Karakonstantis A., Kazantzidou-Firtinidou D., Fountoulakis I., Millas C., Spingos I., Aspiotis T., Moumoulido A., Skourtsos E., Antoniou V., Andreadakis E., Mavroulis S., Kleanthi M., 2018. The 12th June 2017 M-w=6.3 Lesbos earthquake from detailed seismological observations, *Journal Of Geodynamics*, 115, 23-42.

Papadimitriou P., Kapetanidis V., Karakonstantis A., Spingos I., Kassaras I., Sakkas V., Kouskouna V., Karatzetzu A., Pavlou K., Kaviris G., Voulgaris N., 2020, Preliminary Report on the M w =6.9 Samos Earthquake of 30 October 2020, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28729.60002>.

Papazachos B.C., Comninakis P.E., Karakaisis G.F., Karakostas B.G., Papaioannou Ch.A., Papazachos C.B., Scordilis E.M., 2000. A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding

area for the period 550BC-1999, Publ. Geophys. Laboratory, University of Thessaloniki, 1, 333pp.

Papazachos B.C., Comninakis P.E., Scordilis E.M., Karakaisis G.F., Papazachos C.B., 2010. A catalogue of earthquakes in the Mediterranean and surrounding area for the period 1901-2010, *Publ. Geophys. Laboratory, University of Thessaloniki*.

Papazachos B.C., Kiratzi A.A., Karakostas B.G., 1997. Toward a homogeneous moment magnitude determination in Greece and surrounding area, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 87, 474-483.

Papazachos B.C., Papazachou C., 1997. The Earthquakes of Greece, 304 p, Thessaloniki, Ziti Publication.

Papazachos B.C., Papazachou C., 2003. The Earthquakes of Greece, 286 p, Ziti publications, Thessaloniki.

Papazachos B.C., Scordilis E.M., Panagiotopoulos D.G., Papazachos C.B., Karakaisis G.F., 2004. Global Relations between seismic fault parameters and moment magnitude of Earthquakes, *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXXVI, 1482-1489.

Paradisopoulou P.M., Papadimitriou E.E., Karakostas V.G., Taymaz T., Kiliyas A., Yolsal S., 2010. Seismic hazard evaluation in western Türkiye as revealed by stress transfer and time-dependent probability calculations, *Pure and Applied Geophysics*, 167, 8-9, 1013-1048.

Pavlidis S., Caputo R., Sboras S., Chatzipetros A., Papathanasiou G. and Valkaniotis S., 2010. The Greek Catalogue of Active Faults and Database of Seismogenic Sources, *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43(1), 486-494.

Pınar N., 1950. Etude géol. et sismologique du tremblement de terre de Karaburun (İzmir) du 23 juillet 1949.

Pınar N., Lahn E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu 6-36, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Yayınları, Ankara (in Turkish).

Shebalin N.V., Karnik V., Hadzievski D., 1974. Catalogue of Earthquakes, Part I 1901-1970, Part II prior to 1901. 606 p, UNESCO, Skopje.

Sieberg A., 1932. Erdbebengeographie. Handbuch der Geophysik, 687-817, Band IV, Berlin, Germany (in German).

Solak H.İ., Tiryakioğlu İ., Özkaymak Ç., Sözbilir H., Aktuğ B., Yavaşoğlu H.H., Özkan A., 2023. Recent tectonic features of Western Anatolia based on half-space modeling of GNSS Data, *Tectonophysics*, 872, 1-12.

Soleviev S.L., Solovieva O.N., Go C N., Kim K.S., Shchetnikov N.A., 2000. Tsunamis in the Mediterranean Sea, 2000 B.C.–2000 A.D., *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Kluwer Academic Publishers, 237 p., 2000.

Sözbilir H., İnci U., Erkül F., Sümer Ö., 2003. An active intermittent transform zone accommodating N–S extension in Western Anatolia and its relation to the North Anatolian Fault System, International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems; Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology, and Field Training Course in Paleoseismology, Ankara. Poster Session, 2(2).

Sözbilir H., Özkaymak Ç., Tatar O., Softa M., Sümer Ö., Tepe Ç., Eski S., Öncü U., Şengöçmen Geçkin B., Koçbulut F., Şahiner E., Yüksel M., Topaksu M., Spencer J.O.G., Deliormanlı A.H., 2022. İzmir İlinin Sismik Tehlike Kaynakları ve Deprem Üretme Potansiyelleri (Seismic Hazard Sources of İzmir City and Their Earthquake Potentials). İzmir Deprem Çalıştayı-İZDEP'22, (İzmir Earthquake Workshop-IZQUAKE'22) Bildiri Özleri Kitabı, 14-15, 31.10.2022, DEÜ Sabancı Kültür Merkezi, İzmir.

Sözbilir H., Softa M., Eski S., Tepe Ç., Akgün M., Pamukçu O.A., Çirmik A., Utku M., Özdağ Ö.C., Özden G., Özçelik Ö., Evlek D.A., Çakır R., Baba A., Uzelli T., Tatar O., 2020. 30 Ekim 2020 Sisam (Samos) Depremi (Mw: 6,9) Değerlendirme Raporu, 111 sayfa. <https://daum.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2020/11/Samos-Deprem-Raporu.pdf>.

Sözbilir H., Sarı B., Uzel B., Sümer Ö., Akkiraz S., 2011. Tectonic implications of transtensional supradetachment basin development in an extension-parallel transfer zone: the Kocaçay Basin, western Anatolia, Türkiye, *Basin Research*, 23(4), 423-448.

Sözbilir H., Sümer Ö., Uzel B., Ersoy Y., Erkül F., İnci U., Helvacı C., Özkaymak Ç., 2009. 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) Depremlerinin Sismik Jeomorfolojisi ve Bölgedeki Gerilme Alanları ile İlişkisi, Batı Anadolu (The Seismic geomorphology of the Sığacık Gulf (İzmir) earthquakes of October 17 to 20, 2005 and their relationships with the stress field of their Western Anatolian region), *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 52(2), 217-238.

Sözbilir H., Sümer Ö., Uzel B., Eski S., Tepe Ç., Softa M., 2017. 12 Haziran 2017 Midilli Depremi (Karaburun Açıkları) ve Bölgenin Depremselliği raporu, 14s. <https://daum.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2019/07/Midilli-Deprem-Raporu.pdf>.

Sümer Ö., 2007. Güzelbahçe (İzmir) Çevresinin alüvyonel sedimantolojisi ve aktif tektoniği, [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi], Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 103s.

Sümer Ö., İnci U., Sözbilir H., 2013. Tectonic evolution of the Söke basin: Extension-dominated transtensional basin formation in western part of the Büyük Menderes Graben Western Anatolia, Türkiye, *Journal of Geodynamics*, 65, 148-175.

Şengöçmen Geçkin B., Sözbilir H., Özkaymak Ç., Softa M., Spencer J.Q.G., Şahiner E., Meriç N., Deliormanlı A.H., 2022. Evidence of surface rupture associated with historical earthquakes on the Gülbahçe Fault Zone (İzmir, Türkiye) and its application for determination of the surface fault-rupture hazard zone, *Nat Hazards*, 114, 2189-2218, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05467-9>.

Şengör A.M.C., Görür N., Şaroğlu F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Türkiye as a case study, In K Biddle, N Christie-Blick (Eds.), Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications*, 37, 227-264.

Tan O., 2013. The Dense Micro-Earthquake Activity at the Boundary Between the Anatolian and South Aegean Microplates, *J Geodyn.*, 65, 199-217, <https://doi.org/10.1016/j.jog.2012.05.005>.

Tan O., 2021. A homogeneous earthquake catalogue for Türkiye. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 21, 2059-2073.

Tan O., Tapırdamaz M.C., Yörük A., 2008. The earthquake catalogues for Türkiye, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 405-418.

Taymaz T., Jackson J., McKenzie D., 1991. Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea, *Geophysical Journal International*, 106: 433-490.

Taymaz T., Tan O., Yolsal S., 2004. Seismotectonics of western Türkiye: a synthesis of source parameters and rupture histories of recent earthquakes. EOS Trans. Am. Geophys. Union 85 (47) (Fall Meeting Suppl., p.408, Moscone Convention Center, San Fransisco-California, USA, December 13–17, 2004).

Taymaz T., Yolsal-Çevikbilen S., Irmak T.S., Vera F., Liu C., Eken T., Zhang Z., Erman C., Keles D., 2022. Kinematics of the 30 October 2020 Mw 7.0 N'eon Karlov'asion (Samos) earthquake in the Eastern Aegean Sea: Implications on source characteristics and dynamic rupture simulations, *Tectonophysics* 826, 229223.

Tepe Ç., Sözbilir H., Eski S., Sümer Ö., Özkaymak Ç., 2021. Updated historical earthquake catalog of İzmir region (western Anatolia) and its importance for the determination of seismogenic source, *Turkish Journal of Earth Science*, 30, 779-805.

Tinal M., 2009. 1928 Torbalı (İzmir) depremi, *Turkish Studies*, 4(8), 2229-2243.

Türkelli N., Kalafat D., İnce Ş., 1995. 6 Kasım 1992 İzmir depremi ve artçı şokları, *Deprem Araştırma Bülteni*, 68, 58-95 (in Turkish).

USGS, 2024. Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Dairesi, (USGS: United States Geological Survey), Erişim adresi: <http://www.usgs.gov/>.

Utku M., 2005. İzmir Depremleri Dizisi-Pakistan Depremi Türkiye'yi Etkiler mi? *Cumhuriyet, Bilim Teknik*, 927, 16-17.

Uzel B., Sözbilir H., 2008. A First record of strike-slip basin in western Anatolia and its tectonic implication: The Cumaovası basin as an example, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 559-591.

Uzel B., Sözbilir H., Özkaymak Ç., 2012. Neotectonic evolution of an actively growing superimposed basin in western Anatolia: The inner bay of İzmir, Türkiye, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(4), 439–471.

Uzel B., Sözbilir H., Özkaymak Ç., Kaymakçı N., Langeris C.G., 2013. Structural evidence for strike-slip deformation in the İzmir-Balıkesir Transfer Zone and consequences for late Cenozoic evolution of western Anatolia (Türkiye), *Journal of Geodynamics Special issue: Tethyan Evolution, Anatolia*, 65, 94, 116.

Uzel B., Langereis C.G., Kaymakçı N., Sözbilir H., Özkaymak Ç., Özkaptan M., 2015. Paleomagnetic evidence for an inverse rotation history of Western Anatolia during the exhumation of Menderes metamorphic core complex, *Earth and Planetary Science Letters*, 414, 108-125.

Westaway R., 1990. Block rotation in Western Türkiye: 1. Observational Evidence, *J. of Geoph. Res.*, 95, 19857-19884.

Yolsal Çevikbilen S., Taymaz T., Helvacı C., 2014. Earthquake mechanisms in the Gulfs of Gökova, Sığacık, Kuşadası, and the Simav Region (western Türkiye): Neotectonics, seismotectonics and geodynamic implications, *Tectonophysics*, 635, 100-124.

Yüzügüllü Ö., Beyen K., Kadakal U., Erdik M., 1993. November 6 1992 İzmir Earthquake: Structural Damage, A Preliminary Reconnaissance Report, Printed at Boğaziçi University., 40-61.

Zanchi A., Angelier J., 1993. Seismotectonics of western Anatolia: Regional stress orientation from geophysical and geological data, *Tectonophysics*, 222, 259-274.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan diri fay verileri, MTA Genel Müdürlüğü Türkiye Diri Fay Haritası, Sismolojik veriler, T.C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Avrupa Ortadoğu Sismoloji Merkezi (EMSC), İsviçre Sismoloji Servisi (ETH), Küresel CMT Projesi (GCMT), Alman yerbilimleri araştırma merkezi (GFZ), Uluslararası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Enstitüsü (IISSE), İtalya Ulusal Deprem Gözlemevi (INGV), USGS Deprem Tehlike Programı, Ulusal Deprem Bilgi Merkezi (NEIC), Atina Ulusal Gözlemevi (NOA), Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Dairesi (USGS)'den temin edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): Ç.Ö., H.S., MS.
- Literatür araştırması (*Literature research*): Ç.Ö., H.S., M.S.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): Ç.Ö., H.S.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): Ç.Ö., H.S.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): Ç.Ö.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): Ç.Ö., H.S.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): Ç.Ö., H.S.



Investigation of Ionosphere Anomalies due to Earthquakes

Osman Batur Celik ¹ and Bahadır Aktug ¹

¹ Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, 06830 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0813-1219, 0000-0002-7995-4477

Keywords

Ionosphere, Earthquake, GPS, VTEC, Earthquake precursor

Highlights

- * Analysis of pre-earthquake ionospheric changes
- * Use of high-precision GPS data
- * Natural Disaster Research

Aim

The aim of this study is to investigate the potential relationship between earthquakes and ionospheric anomalies

Location

Türkiye

Methods

High-precision GPS data analysis and modeling techniques based on the Single Layer Ionosphere Model were employed to calculate Total Electron Content and Slant Total Electron Content values

Results

The study revealed a potential relationship between pre-earthquake crustal deformation and ionospheric changes, providing insights into earthquake prediction. Further research and the development of comprehensive models are essential to harness the full potential of ionospheric changes as precursors to earthquakes

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions : AFAD, MTA, TUSAGA

Financial Disclosure

Financial support was received within the scope of the project numbered UDAP-Ç-19-32

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Celik O.B., Aktug B., 2024. Investigation of Ionosphere Anomalies due to Earthquakes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 329-348, <https://doi.org/10.46464/tdad.1461932>.

Manuscript

Research Article

Received: 03.04.2024

Revised: 05.08.2024

Accepted: 19.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1461932



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Osman Batur Celik

Email: obcelik@ankara.edu.tr

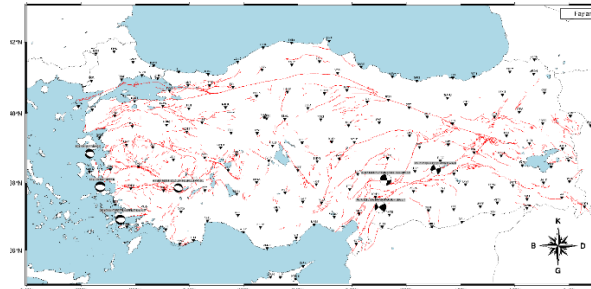


Figure
Map of earthquakes used in the study



Deprem Kaynaklı Olabilecek İyonosfer Anomalilerinin Araştırılması

Osman Batur Çelik¹ ve Bahadır Aktuğ¹

¹ Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06830 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0813-1219, 0000-0002-7995-4477

ÖZET

Bu çalışmada, depremlerle ilişkili iyonosferik anomaliler incelenmiş ve 2017-2023 yılları arasında gerçekleşmiş $M_w \geq 6$ büyüklüğündeki depremler ele alınmıştır. Deprem verileri AFAD ve KRDAE kataloglarından, iyonosfer verileri ise TUSAGA-Aktif, NASA ve IGS gibi veri servislerinden temin edilmiştir. Toplam Elektron İçeriği (TEİ) yöntemi ile depremler öncesi ve sonrası 14 günlük periyotlarda iyonosferik değişiklikler analiz edilmiştir. 1964 Alaska depreminden sonra ortaya atılan Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) modeli, depremler öncesinde iyonosferde gözlemlenen değişikliklerin deprem tahmini için kullanılabilirliğini öne sürmektedir. Bu model doğrultusunda yapılan çalışmada, depremler öncesi iyonosferde çeşitli yükselişler ve alçalışlar gözlemlenmiştir. Ancak, bu anomalilerin depremlerle doğrudan bir ilişkisinin olup olmadığı kesin olarak belirlenememiştir. Bulgular, iyonosferik anomalilerin deprem tahmininde potansiyel bir gösterge olarak kullanılabilirliğini işaret etmekle birlikte, daha fazla veri ve analiz gerekliliğini ortaya koymaktadır. Deprem öncesi iyonosferde gözlemlenen bu değişikliklerin daha iyi anlaşılması ve kesin sonuçlara varılması için ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler

İyonosfer, Deprem, KKS, VTEC, Deprem tahmini

Öne Çıkanlar

- * İyonosferdeki deprem öncesi değişikliklerin analizi
- * Yüksek hassasiyetli KKS verilerinin kullanımı
- * Doğal Afet Araştırmaları

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 03.04.2024
Düzeltilme: 05.08.2024
Kabul: 19.08.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1461932

Sorumlu yazar

Osman Batur Çelik
Eposta: obcelik@ankara.edu.tr

Investigation of Ionosphere Anomalies due to Earthquakes

Osman Batur Celik¹ and Bahadır Aktug¹

¹ Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, 06830 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0813-1219, 0000-0002-7995-4477

ABSTRACT

In this study, ionospheric anomalies associated with earthquakes are analyzed and earthquakes with a magnitude of $M_w \geq 6$ between 2017 and 2023 are considered. Earthquake data were obtained from AFAD and KOERI catalogs, while ionospheric data were obtained from data services such as TUSAGA-Aktif, NASA and IGS. Ionospheric changes in 14-day periods before and after the earthquakes were analyzed with the Total Electron Content (TEC) method. After the 1964 Alaska earthquake, the Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) model suggests that changes observed in the ionosphere before earthquakes can be used for earthquake prediction. In the study conducted in line with this model, various rises and falls in the ionosphere were observed before earthquakes. However, it could not be determined whether these anomalies are directly related to earthquakes. The findings suggest that ionospheric anomalies can be used as a potential indicator for earthquake prediction, but more data and analysis are needed. Further research is needed to better understand these changes observed in the ionosphere before earthquakes and to draw definitive conclusions.

Keywords

Ionosphere, Earthquake, GPS, VTEC, Earthquake Precursor

Highlights

- * Analysis of pre-earthquake ionospheric changes
- * Use of high-precision GPS data
- * Natural Disaster Research

Manuscript

Research Article

Received: 03.04.2024
Revised: 05.08.2024
Accepted: 19.08.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1461932

Corresponding Author

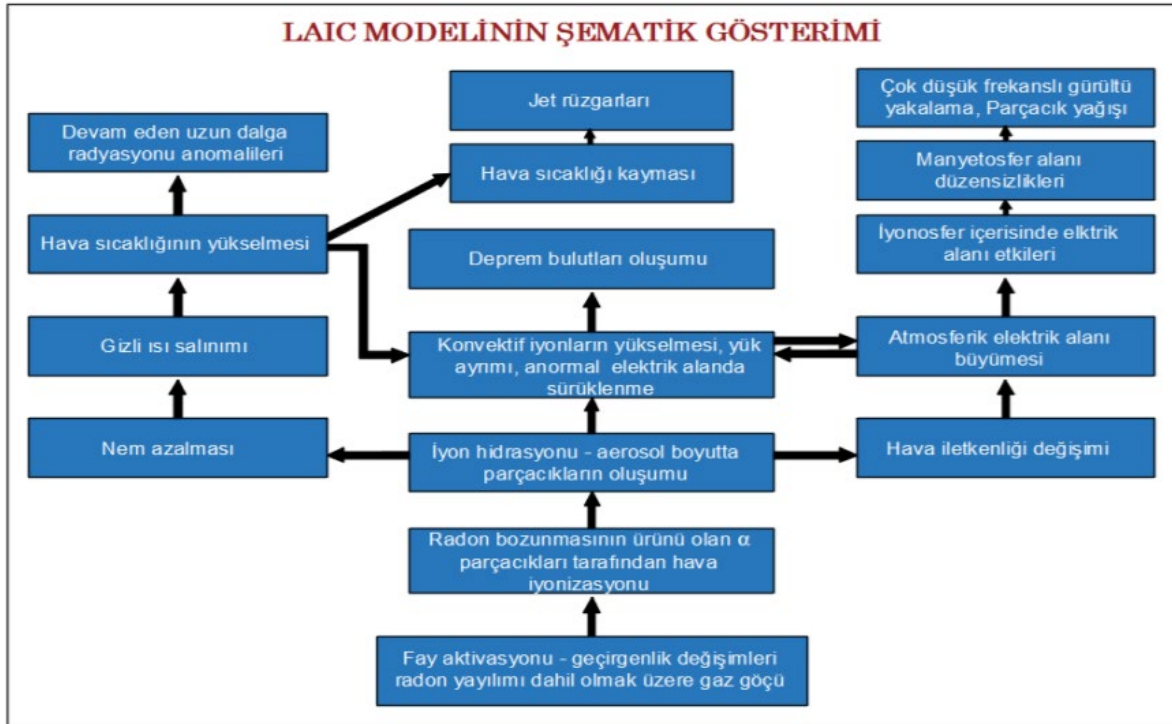
Osman Batur Celik
Email: obcelik@ankara.edu.tr

1. GİRİŞ

Deprem tahminine yönelik çalışmalar, doğal afetlerin yol açtığı büyük yıkımlar ve kayıplar göz önüne alındığında, oldukça önemli bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmaların temel amacı, depremlerin önceden tahmin edilerek insan hayatının korunması ve maddi kayıpları minimize edilmesidir. Depremler doğası gereği fiziksel ve kimyasal süreçlerin kompleks bir birleşimi sonucu meydana gelmektedir. Depremler öncesi gözlemlenen kabuk deformasyonları ve iyonosferdeki değişimlerin incelenmesi, bu tahminlerin yapılmasında umut vadeden belirtiler olarak değerlendirilmektedir.

İlk olarak 28 Mart 1964'te Alaska'da 9.2 M_w büyüklüğünde meydana gelen deprem sonrası Davies ve Baker (1965) tarafından yapılan çalışmayla beraber deprem ve atmosfer arasındaki potansiyel ilişki incelenmeye başlanmıştır. Ardından gözlemlenen bu potansiyel ilişki ilk defa Pulinets ve diğ. (1994) tarafından 1994 yılında bir model haline getirilmiş ve bu model Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) (Pulinets ve diğ. 2022) olarak adlandırılmıştır.

LAIC modeli, yani Litosfer-Atmosfer-İyonosfer Eşleşmesi Modeli, yer kabuğu, atmosfer ve iyonosfer arasındaki etkileşimleri inceleyen bir araştırma alanıdır. Bu model, kısa vadeli deprem öncülleri olarak adlandırılan anomali varyasyonlarını ve farklı yer yüzeyi, atmosfer ve iyonosfer süreçleri arasındaki sinerjiyi açıklayabilir (Şekil 1) ve üç katman arasındaki fiziksel ve kimyasal süreçlerin nasıl birbiriyle ilişkili olduğunu anlamak için kullanılır (Pulinets ve diğ. 2022).



Şekil 1: LAIC modelinin şematik gösterimi (Köz 2022)
Figure 1: Schematic representation of the LAIC model (Köz 2022)

Şekil 1’de bulunan LAIC modelini maddeler halinde açıklanırsa:

- Depremlerin ana kaynağı, tektonik plakaların hareketi ve tektonik aktivitedir.
- Fay hatlarının hareketi, yer kabuğunda gaz göçünü artırır.
- Radon gazı da dahil olmak üzere farklı gazlar aktif fay hatlarından salınır.
- Radon gazı, atmosferik gazları iyonlaştırarak su damlacıklarının oluşumunu tetikler.
- Bu iyonlaşma ve su damlacıklarının oluşması gizli ısı açığa çıkarır.
- Gizli ısı miktarı, oluşan iyon kaynaklı parçacıkların büyüklüğüne bağlıdır.
- Deprem hazırlık bölgelerinde 600-1000nm büyüklüğünde parçacıklar gözlemlenebilmektedir.
- Bu sürece iyon-kaynaklı çekirdeklenme (IIN) adı verilir.
- Su buharının yoğunlaşması, gizli ısı açığa çıkmasıyla birlikte gerçekleşir.
- Deneysel veriler ve teorik tahminler, IIN sonucu açığa çıkan gizli ısının, deprem öncesi gözlenen termal anomalilerin kaynağı olduğunu göstermektedir.
- Uydular kullanılarak deprem öncesi gizli ısı akısı anormallikleri izlenebilir.
- Radon gazı tarafından iyonlaşan hava, yatay ve düşey hava akımlarına neden olur.
- Yatay ve düşey hava akımlarının birleşimi, küçük ölçekli helezonik hava hareketleri ve aktif fay hatlarının yakınında helezonik girdap hücrelerinin oluşmasına yol açar.
- Büyük iyon kümelerinin oluşumu, atmosferin sınır tabakasının iletkenliğini ve aktif fay hatları üzerindeki küresel elektrik devresinin yerel parametrelerini değiştirir.
- İyonosfer potansiyeli üzerindeki değişimler, deprem hazırlık bölgelerinde iyonosferik anomalilerin ana kaynağıdır.
- Bu anomaliler, yer tabanlı ve uydu araçları tarafından iyonosferin tüm katmanlarında ve manyetosferde tespit edilebilir.

Sonraki yıllarda literatüre kazandırılan çalışmalar göstermiştir ki LAIC modeli göz önünde bulundurularak atmosfer-iyonosfer-litosfer ilişkisi, deprem öncesi, sırası ve sonrasında meydana gelen iyonosferik anomalilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve bu anomalilerin deprem tahmininde potansiyel bir öncü gösterge olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, depremlerin neden olduğu fiziksel ve kimyasal değişimlerin, iyonosferdeki toplam elektron içeriği (TEİ) ve diğer parametreler üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde inceleyerek, deprem tahmini konusunda umut vadeden yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Yapılan çalışmalardan bazıları şöyledir:

Rolland ve diğ. (2011) yılında yaptıkları çalışmada, 2011 Tohoku depremi sonrası meydana gelen tsunaminin oluşturduğu yerçekimi dalgalarının üç boyutlu (3B) sayısal modellenmesi ve Hawaii’de okyanus üzerinde gözlemlenen hava parlamaları incelenmiştir. Çalışma, hava parlamaları ile sentetik ve gerçek verilerin uyumlu olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, tsunamilerin atmosfer-iyonosfer gözlemleri ile tespit edilmesinin ne kadar yararlı olabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, tsunamilerin oluşturduğu şok-akustik dalgaların süpersonik hızla yayıldığı ve bu dalgaların yerden iyonosfere kadar mevcut olan tüm elektronları etkilediği belirtilmiştir.

Astafyeva ve diğ. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Japonya’daki Küresel Konumlama Sistemi (KKS) ağı GEONET’den elde edilen 1 Hz KKS ölçümleri kullanılarak, büyük ($M_w=9.0$) Tohoku Depremi’nin jeolojik hattı üzerindeki atmosferde bulunan toplam elektron içeriği (TEİ) ölçümleri aracılığıyla depremin iyonosfer üzerindeki etkisi hakkında bilgi edinilmiştir. 11 Mart 2011 depremi durumunda, ilk iyonosferik bozulmalar Honshu’nun doğusundaki tsunaminin varışından 17 dakika önce kaydedilmiştir. TEİ’deki bozulmanın ilk varışı, depremin 140 km doğusundaki odaktan 464 saniye sonra kaydedilmiştir. Bir sonraki 45 saniye içinde, iyonosferik noktaların dağılımı, ko-sismik kabuk kırılması alanıyla eşleşen dikdörtgen bir alanı görüntülemiştir. Bu kaynak bölgesinden ko-sismik iyonosferik bozulma, daha sonra 1.3-1.5 km/s hızıyla yayılmıştır. Bu hız değerleri, daha önce akustik dalgalar için rapor edilen değerlerin %30-40’ından daha yüksektir. Muhtemelen süpersonik hızla yayılan şok-akustik dalgaların gözlemlendiği ve bu dalgaların yerden iyonosfere kadar mevcut olan tüm elektronları havaya uçurmuş olduğu düşünülmektedir. Bu bulgular, jeolojik olarak aktif bölgelerin gerçek zamanlı KKS izlemesinin ko-sismik kabuk değişikliklerinin parametreleri

hakkında bilgi verebileceğini ve daha sonra kısa vadeli tsunami uyarıları için kullanılabileceğini göstermektedir.

Jin ve diğ. (2014) yılında yaptıkları çalışma, 2011 Tohoku depremi sonrasında gözlenen sismo-iyonosferik bozulmaların desenini ve evrimini incelemektedir. Bu çalışma, KKS gözlemlerinden elde edilen verilerle yapılmış ve özellikle depremin ardından ionosferde oluşan bozulmaların zamanla nasıl değiştiğini ortaya koymuştur. Çalışmada, büyük bir depremin ardından ionosferde meydana gelen yoğunluk dalgalanmalarının, deprem sonrası dönemde belirgin bir şekilde gözlemlendiği belirtilmiştir. Bu dalgalanmaların, depremle tetiklenen atmosferik dalgalar ve ionosferdeki plazma hareketleriyle ilişkili olduğu vurgulanmıştır.

İnyurt ve diğ. (2020), Türkiye’de 24 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen $M_w=6.8$ Elâzığ depremini incelemiştir. Çalışmada, deprem öncesi, anı ve sonrasını kapsayan 60 günlük Küresel Konumlama Uydu Sistemleri (KKUS) verileri analiz edilmiştir. Ayrıca, deprem kaynaklı ionosferik anomalilerin daha iyi değerlendirilmesi için K_p , Dst ve $F10.7cm$ değerleri de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, depremden önceki bir haftalık süreçte, iki farklı günde toplam elektron içeriğinde (TEİ) belirgin anomaliler olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, ionosferik değişimlerin deprem tahmininde potansiyel bir gösterge olabileceğini ortaya koymaktadır.

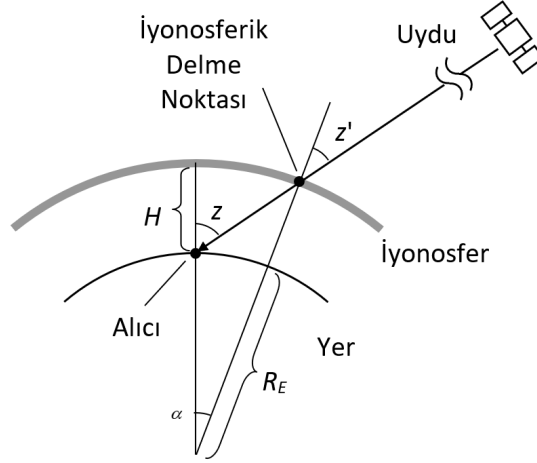
Literatürdeki örneklerle benzer olarak bu çalışmada, deprem öncesi ve sonrası ionosferde meydana gelen değişimlerin analizi yapılmıştır. Özellikle 2017-2023 yılları arasında meydana gelen ve büyüklüğü $M_w \geq 6$ olan depremler belirlenmiş ardından depremler içerisinde seçilmiş olanlar incelenmiştir. Türkiye Ulusal Sabit KKUS İstasyonlarından elde edilen çift frekanslı KKUS verileri kullanılmıştır. Deprem odaklarına en yakın KKUS istasyonlarından elde edilen çift frekanslı KKUS ölçümleri kullanılarak ionosferik gecikmeler ve Toplam Elektron İçeriği (TEİ) belirlenmiştir. Bu veriler, farklı zaman periyotları için analiz edilerek depremlerle olabilecek potansiyel ilişkiler değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

İyonosfer yapısı gereği sürekli aktif halde iyonizasyonun gerçekleştiği bir atmosfer bölgesidir. İyonosferdeki değişimin gözlenmesi ve ölçümü Toplam Elektron İçeriği (TEİ) – Total Electron Content (TEC) olarak adlandırılmaktadır ve TEİ 1 metre yarı çaplı silindir içerisinde bulunan serbest haldeki elektron sayısına karşılık gelmektedir, silindir içerisinde kalan Toplam Elektron İçeriği Birimi (TEİB) – Total Electron Content Unit (TECU) olarak adlandırılmaktadır. Toplam Elektron İçeriği (TEİ), KKUS sinyallerinin ionosferden geçerken maruz kaldığı faz gecikmesi kullanılarak hesaplanır. Bu hesaplama için kullanılan temel formüller (Eşitlik 1) ve yöntemler aşağıda açıklanmıştır:

$$10^{16} \frac{\text{elektron}}{m^2} = 1 \text{ TEİB (TECU)} \quad (1)$$

İyonosferdeki Toplam Elektron İçeriği hesaplanırken yörüngede bulunan uydulardan yararlanılmaktadır. Uydular yeryüzündeki alıcılar ile iletişim kurarken iki farklı kanalda ve iki farklı frekans kullanılmaktadırlar. Bu frekanslar sırasıyla **L1 ($f_1 = 1575,42 \text{ MHz}$)** ve **L2 ($f_2 = 1227,60 \text{ MHz}$)** dir. Atmosferde serbest halde bulunan elektronların farklı frekanslar üzerinde farklı oranda gecikmeye sebep olduğu bilinmektedir. Uydularda bulunan atomik saat yardımıyla uydu ve yeryüzündeki alıcı arasındaki iletişimde meydana gelen sinyal gecikmesi hesaplanabilmektedir. Bu İyonosferik gecikme sahte mesafe (pseudorange) ve faz gecikmesinin geometriden arındırılmış birleşimi ile elde edilmektedir ve hesaplama yapılırken Tek Katman İyonosfer Modeli (Single Layer Ionosphere Model- SLIM) kullanılmaktadır.



Şekil 2: Tek Katman İyonosfer Modeli
Figure 2: Single Layer Ionosphere Model

Modelde bulunan değişkenler (Şekil 2) sırasıyla H: Ortalama iyonosfer kalınlığı, z: zenit açısı, R: Dünyanın yarıçapıdır.

Çift frekanslı KKUS ölçümleri yardımıyla L (faz) ve P (kod) değerleri kullanılarak TEİ aşağıdaki şekilde (Eşitlik 2, 3, 4, 5) hesaplanır (Jin ve diğ. 2015).

$$L_{1,j}^i = \rho_{0,j}^i - d_{ion,1,j}^i + d_{trop,j}^i + c(\tau^i - \tau_j) + \lambda_1(b_1^i - b_{1,j}) + \lambda_1 N_{1,j}^i + \varepsilon_{L,1,j}^i \quad (2)$$

$$L_{2,j}^i = \rho_{0,j}^i - d_{ion,2,j}^i + d_{trop,j}^i + c(\tau^i - \tau_j) + \lambda_2(b_2^i - b_{2,j}) + \lambda_2 N_{2,j}^i + \varepsilon_{L,2,j}^i \quad (3)$$

$$P_{1,j}^i = \rho_{0,j}^i + d_{ion,1,j}^i + d_{trop,j}^i + c(\tau^i - \tau_j) + c(d_1^i - d_{1,j}) + \varepsilon_{P,1,j}^i \quad (4)$$

$$P_{2,j}^i = \rho_{0,j}^i + d_{ion,2,j}^i + d_{trop,j}^i + c(\tau^i - \tau_j) + c(d_2^i - d_{2,j}) + \varepsilon_{P,2,j}^i \quad (5)$$

Denklemlerde bulunan değerler sırasıyla,

- L taşıyıcı faz ölçümü,
- P kod ölçümü,
- ρ KKUS uydusu ile alıcı arasındaki gerçek mesafe,
- d_{ion} iyonosferik gecikme,
- d_{trop} troposferik gecikme,
- c vakum ortamında ışık hızı,
- τ uydu ve alıcının saat hatası,
- b alıcı ve uydu faz donanım gecikmesi,
- d alıcı ve uydu kod donanım gecikmesi,
- N taşıyıcı fazın belirsizliği,
- ε KKUS ölçümlerinden kalan değerlerdir.

Toplam Elektron İçeriği (TEİ) ve Eğik Toplam Elektron İçeriği (STEC) (Eşitlik 6), iyonosferdeki elektron yoğunluğunu ve bu yoğunluğun zamana ve mekâna bağlı değişimlerini analiz etmek için kullanılan önemli parametrelerdir. ETEİ, KKUS sinyallerinin iyonosferden geçerken uğradığı faz gecikmesi kullanılarak hesaplanır ve doğru TEİ (VTEC) değerleri, eğim faktörü ile düzeltilerek elde edilir. Bu hesaplamalar, iyonosferik anomalilerin tespiti ve analizi için temel araçlardır.

$$\begin{aligned}
\text{STEC} &= \frac{f_1^2 f_2^2}{40.28(f_1^2 - f_2^2)} (L_1 - L_2 + \lambda_1(N_1 + b_1) - \lambda_2(N_2 + b_2) + \varepsilon_L) \\
\text{STEC} &= \frac{f_1^2 f_2^2}{40.28(f_2^2 - f_1^2)} (P_1 - P_2 - (d_1 - d_2) + \varepsilon_P)
\end{aligned} \tag{6}$$

Bu denklemde (Eşitlik 6),

- f taşıyıcı faz frekansını,
- uydu (i) ve alıcı (j) donanımındaki faz (b) ve kod (d) frekanslar arası biaslerini temsil eder,
- $d_1 = d_1^i - d_{1,j}$, $d_2 = d_2^i - d_{2,j}$, $b_1 = b_1^i - b_{1,j}$, $b_2 = b_2^i - b_{2,j}$ değerleri, ilgili biaslere karşılık gelir,
- L taşıyıcı faz ve P sahte uzunluk (pseudorange) gözlemlerini temsil eder,
- λ , sinyal dalga boyunu simgeler,
- N belirsizliktir.

Denklem, iki farklı frekansta (f_1 ve f_2) elde edilen taşıyıcı faz ve sahte uzunluk gözlemlerini ifade eder. Frekanslar arası farklar, sistemdeki donanım özelliklerinden kaynaklanan hataları düzelten sabitlerle (bias değerleri) giderilir. Bu düzeltmeler, doğru konum belirleme ve zaman senkronizasyonu gibi uygulamalarda hayati öneme sahiptir. Belirli bir uydu-alıcı çifti için frekanslar arası biaslar, gözlemlenen değerlerin sistem tarafından sağlanan referans değerlerine göre nasıl ayarlandığını gösterir. Bu düzeltmeler, KKUS (Küresel Konumlama Uydu Sistemleri- Global Navigation Satellite System-GNSS) sistemlerinde yaygın olarak kullanılan matematiksel modellerin önemli bir parçasıdır.

Elde edilen Eğik Toplam Elektron İçeriği (STEC) değerlerinin ardından Dikey Toplam Elektron İçeriği (VTEC) hesaplanabilir. VTEC, iyonosferdeki elektron yoğunluğunun zenit (dikey) yönünde bir noktadaki değişimini ölçer. STEC, sinyalin yerden uyduya doğru eğik bir yol izlediği dikkate alınarak hesaplandığından, bu eğik yoldaki toplam elektron içeriği VTEC'e dönüştürülmelidir.

VTEC değerleri çift frekanslı GNSS ölçümleri ile aşağıdaki formül (Eşitlik 7) kullanılarak hesaplanabilir:

$$VTEC = STEC * \cos\left(\arcsin\left(\frac{R \sin z}{R+H}\right)\right) \tag{7}$$

Burada:

- R : Yerin yarıçapı (6378 km),
- H : İyonosferik tabakanın yüksekliği (300 km),
- z : Sinyalin zenit açısıdır.

Bu formül, sinyalin yer yüzeyinden iyonosfere olan eğimini dikkate alarak STEC'yi dikey yöne (zenit) dönüştürür. Bu şekilde elde edilen VTEC değerleri, iyonosferdeki elektron yoğunluğunun daha doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlar. Bu değerler, depremlerin atmosferik etkilerini anlamak ve analiz etmek için kritik öneme sahiptir ve deprem öncesi atmosferik değişimlerin detaylı bir şekilde incelenmesine olanak tanır.

3. VERİ

Araştırmanın yöntemlerini ve veri analizi tekniklerini ayrıntılı bir şekilde açıklamak üzere, ilk olarak veri toplama ve işleme adımları üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, Python (Van Rossum ve Boer (1991) başta olmak üzere, JavaScript, batch ve bash betikleri kullanılarak otomatik veri elde etme işlemleri gerçekleştirilmiştir. TUSAGA-Aktif (TUSAGA-Aktif 2023) istasyonlarından elde edilen veriler, IONOLAB-TEC (Sezen ve diğ. 2013) yazılımının kullanımı

için gereken CODE EPH (AIUB 2023a), IGS SP3 (IGS 2023), CODE DCB (AIUB 2023b) ve IONEX (NASA 2023) dosyaları ile birleştirilmiştir. Bu dosyalar, ilgili yayın bağlantılarından edinilmiştir (Tablo 3) ve günlere ait veriler bu şekilde toplanmıştır. Daha sonra, elde edilen veriler IONOLAB-TEC (Sezen ve diğ. 2013) yazılımına uygun hale getirilmiş ve program aracılığıyla çalışma günlerine ait Slant Total Electron Content (STEC) ve sonrasında Vertical Total Electron Content (VTEC) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlerin görselleştirilmesi için ise Python kütüphaneleri, özellikle PyGMT (Uieda ve diğ. 2022) ve Matplotlib (Hunter 2007) kullanılmıştır. Bu adımlar ve araçlar, depremlerin incelenmesi sürecinde kullanılan sistematik yöntemleri ve elde edilen veri analizi sonuçlarını görselleştirerek anlamamıza katkı sağlamıştır.

Bu çalışmada kullanılan depremler 2017-2023 yılları arasında gerçekleşmiş moment magnitüdü altıdan büyük depremler arasından seçilmiş olup Tablo 1 de gösterilmiştir, ayrıca her bir depreme ait 1 gün ve deprem öncesi 7, deprem sonrası 8 olacak şekilde 15 günlük dönemler belirlenmiştir. Depremlerin belirlenmesinin ardından odak merkezine yakın TUSAGA-Aktif (TUSAGA-Aktif 2023) istasyonları seçilmiştir.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan depremler
Table 1: Used earthquakes in the study

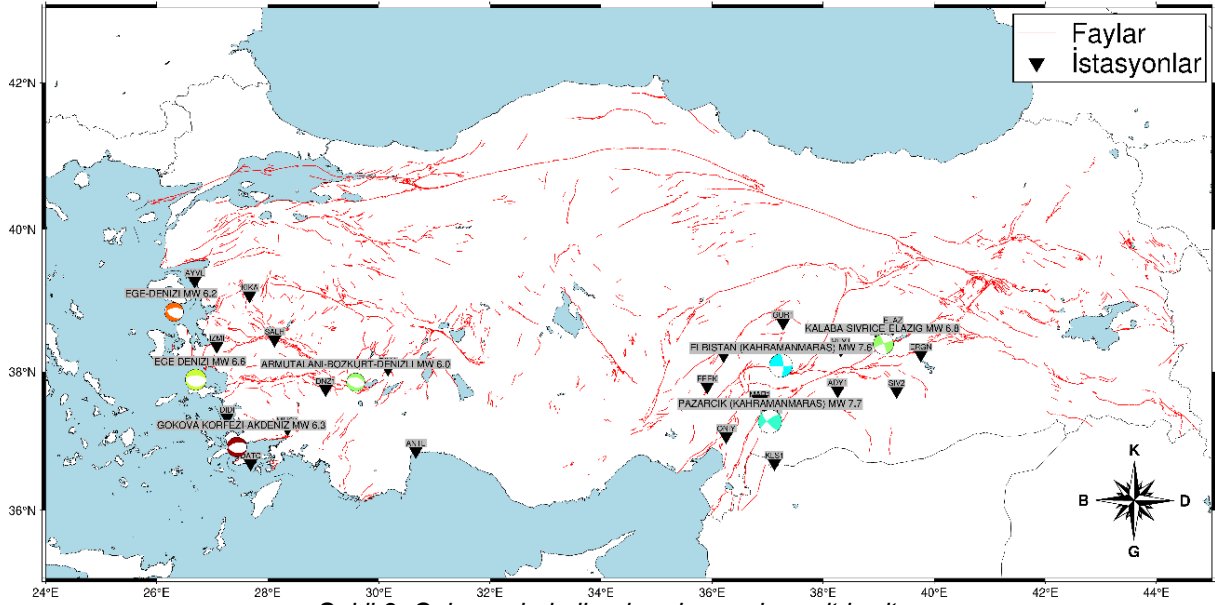
Depremin Tarihi	Depremin Saati (UTC)	Enlem (°)	Boylam (°)	Derinlik (km)	Magnitüt (M _w)	Depremin Lokasyonu	Kullanılan İstasyonlar
20.07.2017	22:31:12	36.974	27.523	7.80	7	Gökova Körfezi-Akdeniz	DATC, DIDI, MUG1
12.06.2017	12:28:37	38.851	26.256	6.96	6.2	Ege-Denizi	AYVL, IZMI, KIKA, SALH
08.08.2019	11:25:30	37.851	29.584	10.92	6.0	Armutalani-Bozkurt-Denizli	ANTL, DINA, DNZ1, MUG1
30.10.2020	11:51:24	37.888	26.777	16.54	6.6	Ege Denizi	DIDI, IZMI, MUG1, SALH
24.01.2020	17:55:11	38.359	39.063	8.06	6.8	Kalaba-Sivrice-Elâziğ	ERGN, SIV2, ARPK, ELAZ, ADY1
06.02.2023	01:17:32	37.288	37.043	8.6	7.7	Pazarcık-Kahramanmaraş	FEEK, TUF1, GUR1, MLY1, ADYI, ONIY, ANTE, KLIS, MAR1
06.02.2023	10:24:47	38.089	37.239	7.0	7.6	Elbistan-Kahramanmaraş	FEEK, TUF1, GUR1, MLY1, ADYI, ONIY ANTE, KLIS, MAR1

Odak mekanizması çözümleri, AFAD'ın çevrim içi hizmetlerinden alınmıştır (AFAD 2023a). Şekillerde kullanılan fay bilgileri ise MTA'nın gerçekleştirdiği çalışmadan derlenmiştir (Emre ve diğ. 2013). TUSAGA-Aktif istasyonlarının koordinatları resmî sitesinden elde edilmiştir (TUSAGA-Aktif 2023). Seçilen depremlerin odak mekanizması bilgileri, Tablo 2'de sunulan verilere dayanarak PyGMT (Uieda ve diğ. 2022) kullanılarak görselleştirilmiş ve Şekil 3 oluşturulmuştur.

Tablo 2: Çalışmada kullanılan depremler
Table 2: Used earthquakes in the study

Depremin Tarihi	Depremin Saati (UTC)	Enlem (°)	Boylam (°)	Derinlik (km)	Magnitüt (M _w)	Fay Türü	Strike	Dip	Rake	Odak Mekanizması Çözümü
20.07.2017	22:31:12	36.9740	27.5230	7.80	7	Ters	275	38	-80	
12.06.2017	12:28:37	38.8511	26.2565	6.96	6.2	Doğrultu Atımlı	114	43	-78	
08.08.2019	11:25:30	37.8510	29.5840	10.92	6.0	Ters	283	46	-91	
30.10.2020	11:51:24	37.8881	26.7770	16.54	6.6	Normal	95	43	-87	
24.01.2020	17:55:11	38.3593	39.0630	8.06	6.8	Doğrultu Atımlı	248	76	1	
06.02.2023	01:17:32	37.288	37.043	8.6	7.7	Doğrultu Atımlı	233	74	18	
06.02.2023	10:24:47	38.089	37.239	7.0	7.6	Doğrultu Atımlı	358	73	174	

Çalışmada Kullanılan Depremler



Şekil 3: Çalışmada kullanılan depremlere ait harita
Figure 3: Map of the earthquakes used in the study

Her bir KKUS istasyonuna ait RINEX (Receiver INdependent EXchange) formatlı dosyalar, ayrıca bu istasyonlar ile kullanılmak üzere SP3 (Standard Product 3), IONEX (IONosphere-map EXchange) ve Yörünge Bilgileri (Broadcast Ephemeris) verileri, SOPAC/CSR (Scripps Orbit and Permanent Array Center/California Spatial Reference Center) elde edilmiştir (IONEX Working Group 1998). Verilerin elde edildiği adresler ve formatlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Çalışmada kullanılan verilerin kaynakları
Table 3: Sources of the data used in the study

KKUS Veri Formatı	Veri URL
TUSAGA İstasyon Verileri	https://www.tusaga-aktif.gov.tr/
CODE EPH Dosyaları	ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE/
IGS SP3 Dosyaları	ftp://gssc.esa.int/gnss/products/
CODE DCB Dosyaları	ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE/
IONEX Dosyaları	https://gdc.cddis.eosdis.nasa.gov/pub/gps/products/ionex/

Çalışmada kullanılacak olan depremlerin belirlenmesinin ardından, verilerin indirilmesi, hazırlanması ve görselleştirilmesi için Python komutları kullanılmıştır. Süreci açıklamamız gerekirse:

- Deprem odağına en yakın olan TUSAGA-Aktif (TUSAGA-Aktif 2023) KKUS istasyonları, detaylı görsel incelemeler ve harita analizleri kullanılarak tespit edilmiştir. Bu aşamada, deprem bölgesine coğrafi olarak en yakın istasyonların seçimi yapılmıştır,
- Belirlenen TUSAGA-Aktif (TUSAGA-Aktif 2023) istasyonlarına ait KKUS verileri, deprem gününü ve deprem öncesindeki 7 günü ile deprem sonrası 8 günü kapsayacak şekilde indirilmiştir. Bu veri seti, toplamda 15 günlük bir periyodu içermekte ve depremin öncesi, anı ve sonrası dönemleri kapsamaktadır,
- IONOLAB-TEC (Sezen ve diğ. 2013) yazılımında kullanılmak üzere geriye kalan verilerin depreme ait belirlenen günlere göre Tablo 3'te yer alan adreslerden indirilmesi,
- İndirilen tüm veriler, IONOLAB-TEC (Sezen ve diğ. 2013) yazılımının analiz gereksinimlerine uygun şekilde gerekli dizinlere taşınmıştır. Bu adımda, verilerin doğru formatta ve düzenli bir şekilde hazırlanması sağlanmıştır, böylece yazılımın verileri etkili bir şekilde işlemesi mümkün kılınmıştır,

- Analiz sonuçları, PyGMT ve matplotlib kütüphaneleri kullanılarak görselleştirilmiştir. Bu görselleştirme aşaması, elde edilen verilerin daha anlaşılır ve yorumlanabilir hale getirilmesi için kritik öneme sahiptir. Grafikler ve haritalar, analiz sonuçlarının bilimsel toplulukla paylaşılması ve yorumlanması için hazırlanmıştır.

Veriler IONOLAB-TEC (Sezen ve diğ. 2013) yazılımıyla kullanılmak üzere hazırlanmasının ardından verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. IONOLAB-TEC, KKS ve GLONASS gibi KKUS sistemlerinden elde edilen çift frekanslı sinyalleri kullanarak TEC hesaplamaları yapar. Yazılım, L1 ve L2 frekansları gibi farklı frekanslarda alınan KKUS sinyallerini analiz ederek STEC (Slant Total Electron Content) hesaplar. Bu ölçümler, sinyallerin iyonosferdeki yolculukları sırasında maruz kaldıkları gecikmelerden kaynaklanan değişimleri içerir. Elde edilen STEC değerleri, sinyallerin eğim açısına göre düzeltilir ve böylece Dikey Toplam Elektron İçeriği (VTEC) hesaplanır. Bu düzeltme, iyonosferdeki elektron yoğunluğunun doğru bir şekilde belirlenmesi için önemlidir. Yazılım, çeşitli matematiksel modeller ve düzeltme faktörleri kullanarak KKUS verilerindeki donanımsal ve çevresel hataları minimize eder. Bu sayede elde edilen TEC değerleri daha güvenilir hale gelir.

Yazılım, deprem öncesi ve sonrası dönemlerde iyonosferdeki değişimleri izleyerek, deprem tahminine yönelik araştırmalara katkıda bulunur. Bu analizler, depremle ilişkili iyonosferik anomalilerin belirlenmesine yardımcı olur ve elde edilen sonuçlar bulgular bölümünde yer almaktadır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmamız kapsamında elde edilen verilerin analiz sonuçları sunulmaktadır. Öncelikle, depremler öncesi ve sonrasında gözlemlenen iyonosferik değişimler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen veriler, belirlenen deprem olayları için Toplam Elektron İçeriği (TEİ) analizleriyle değerlendirilmiştir. İyonosferik anomali belirleme yöntemleri kullanılarak, deprem öncesi ve sonrası dönemdeki TEİ değişiklikleri analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler hem uydu bazlı gözlemlerden hem de yer tabanlı KKUS istasyonlarından toplanmıştır. Bulgular, deprem öncesi ve sonrasındaki iyonosferik anomalilerin varlığını ve bu anomalilerin depremlerin tahmininde kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla detaylı bir şekilde sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlar, depremlerin iyonosfer üzerindeki etkilerini anlamamıza ve bu etkinin potansiyelini değerlendirmemize yardımcı olmuştur. Elde edilen TEİ değerlerine ek olarak çalışma bölgelerine ait haritalar görselleştirilmiştir. Depremlere ait saatler belirtilirken UTC zaman dilimi kullanılmıştır. Çalışmada bulunan depremler içerisinde bu bölümde yalnızca iki büyük depremden bahsedilmiştir, bu depremlere ilişkin bulgular detaylandırılmaktadır. Diğer depremlere makalenin kapsamını gereksiz yere uzatmamak için bu bölümde yer verilmemiştir.

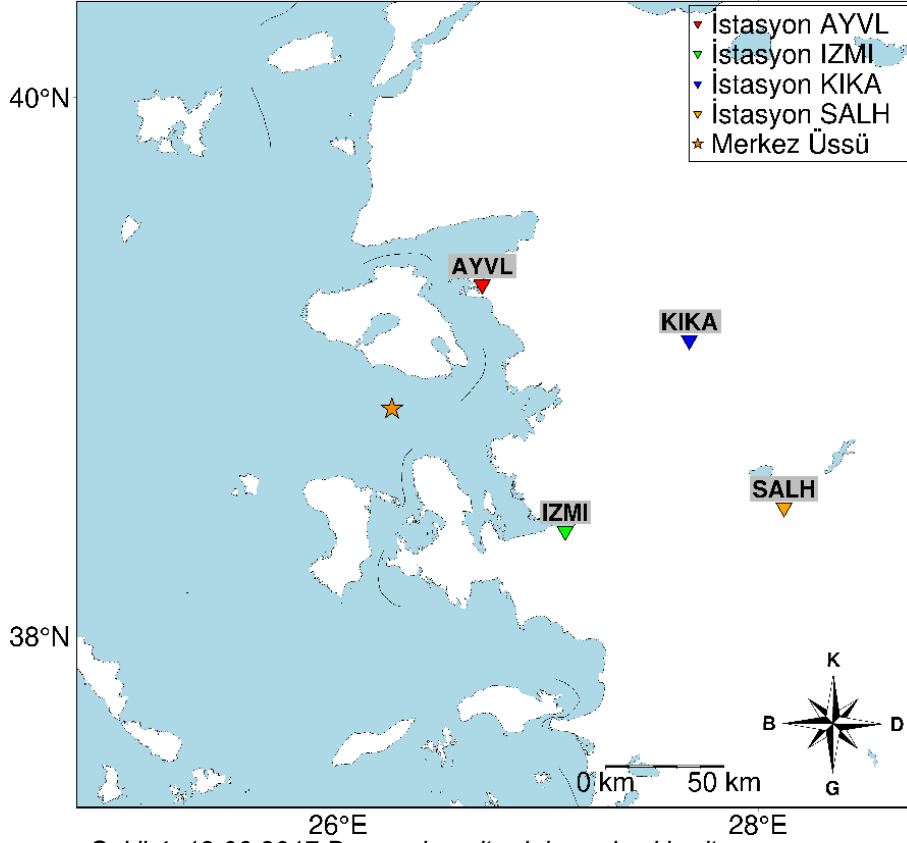
4.1) 12.06.2017 Ege Denizi Depremi

12.06.2017 tarihinde yerel saat ile 15:28:37'de Midilli Adası'nın güneyinde, büyüklüğü $M_w= 6.2$ (KRDAE 2023) ve derinliği ~16 km olan bir deprem meydana gelmiştir, raporda merkez üssüne en yakın yerleşim yerinin ~23 km uzaklıkta İzmir'e bağlı Karaburun ilçesinin Hasseki Köyü olduğu belirtilmiştir (DEÜ 2017). Depremin odak merkezine yakın olan dört TUSAGA-Aktif istasyonu Şekil 4'te harita üzerinde gösterilmiştir. İstasyonların deprem merkez üssüne olan uzaklıkları sırasıyla:

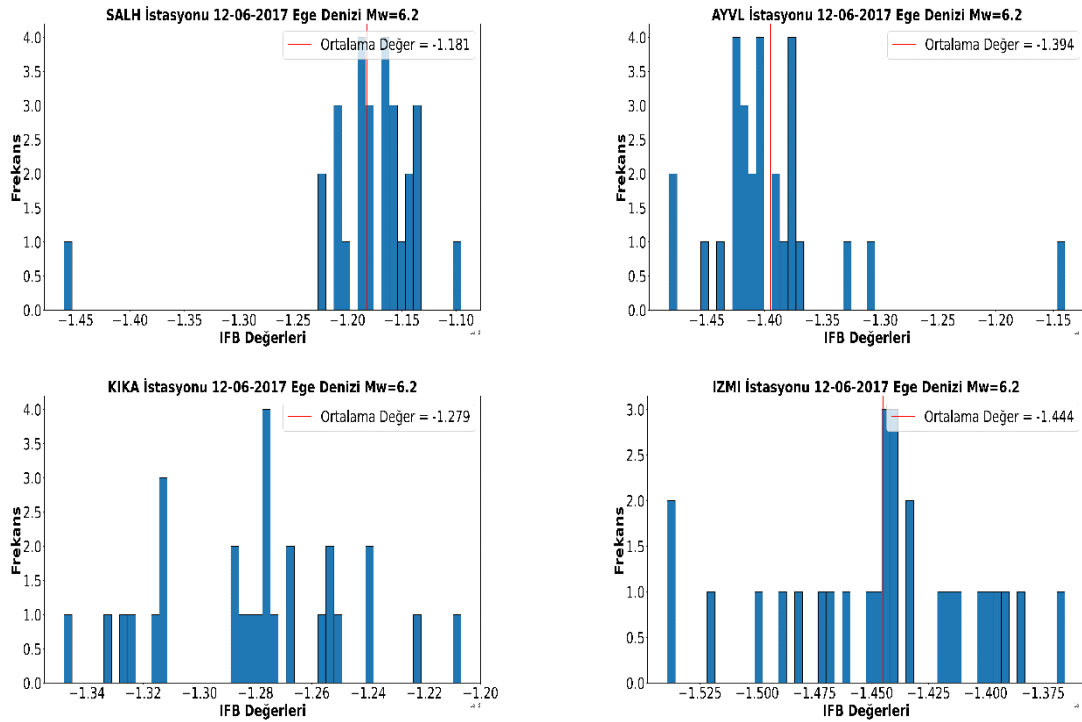
- AYVL istasyonu ~ 63,2 km,
- IZMI istasyonu ~ 87,8 km,
- KİKA istasyonu ~ 125,6 km
- SALH istasyonu ~ 167.17 km.

şeklindedir. Deprem sonrası yalnızca hafif hasar meydana gelmiş herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır.

2017-06-12 12:28:37(UTC) Ege Denizi Mw=6.2 Merkez Üssü

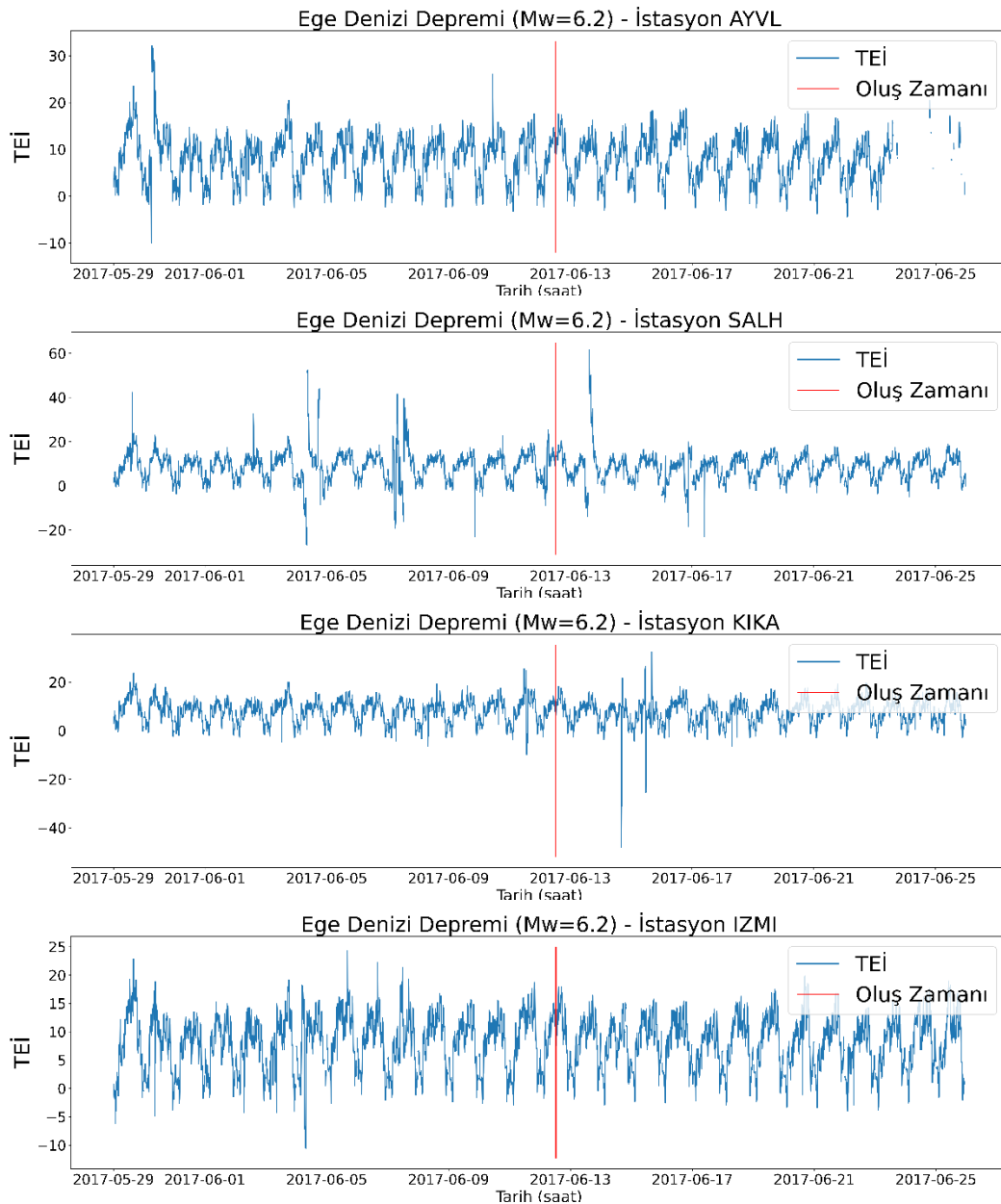


Şekil 4: 12.06.2017 Depremine ait odak merkezi haritası
Figure 4: 12.06.2017 Earthquake epicenter map



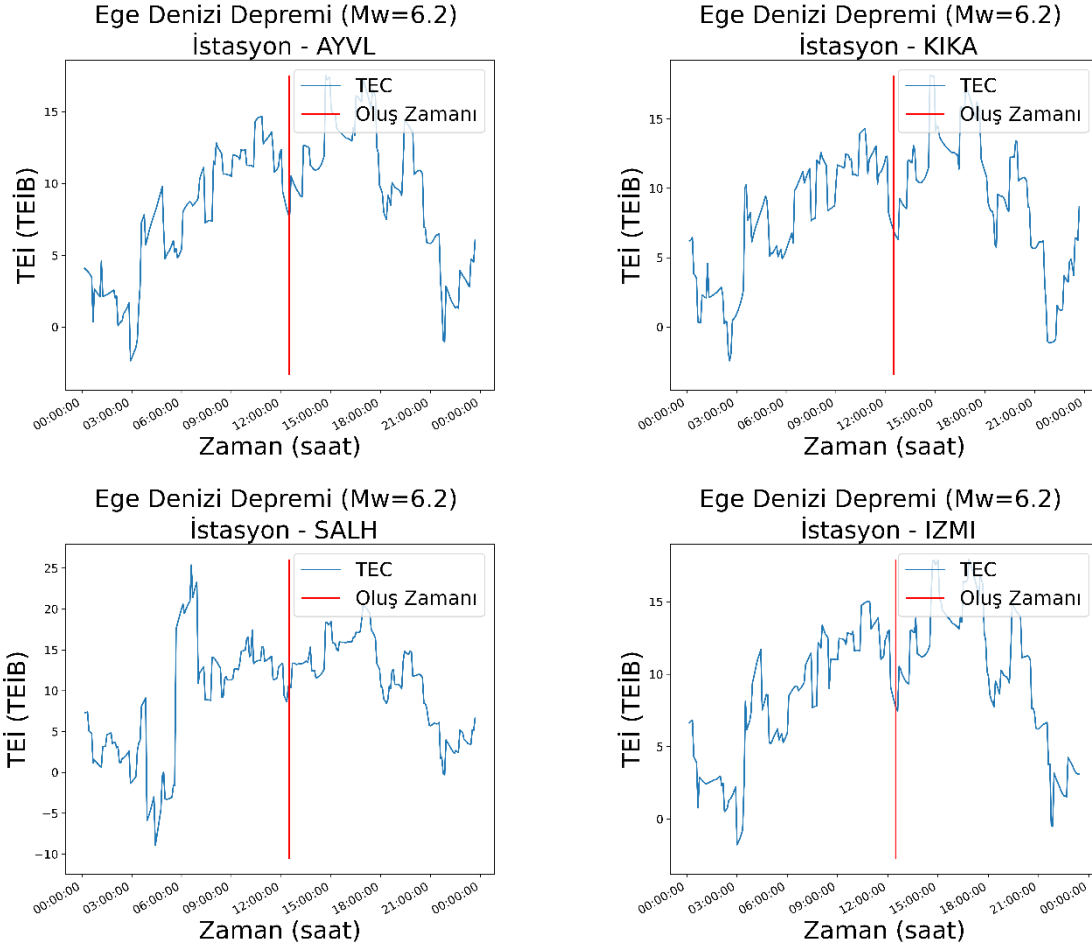
Şekil 5: 12.06.2017 Depremine ait istasyonların IFB değerleri
Figure 5: 12.06.2017 Earthquake IFB graph

TEİ değeri hesaplamalarında IFB değerleri (Şekil 5) göz önünde bulundurularak yapılmıştır.



Şekil 6: 12.06.2017 Depremine ait 15 günlük TEİ grafikleri
Figure 6: 15-day TEC graph for 12.06.2017 Earthquake

Şekil 6'da görüldüğü gibi 15 günlük zaman diliminde meydana gelen ani yükseliş ve alçalışlar ile beraber bazı günlerde veri üzerinde kopukluklar meydana gelmiştir. Bu kopmaların kesin sebebi bilinmemekle beraber, atmosferik koşullar sebebiyle olabileceği düşünülmektedir. Gözlemlenen kopmalar ile meydana gelen değişimler doğrudan deprem ile ilişkilendirilememiştir.



Şekil 7: 12.06.2017 Depremine ait 1 günlük TEİ grafikleri
Figure 7: 1-day TEC graph for 12.06.2017 Earthquake

Deprem gününe ait veriler incelendiğinde (Şekil 7) 03:00-06:00 arasında normal iyonosfer değişimlerinin dışında ani bir yükseliş görüldüğü ancak bu değişimin deprem ile doğrudan ilişkisi kurulamamıştır. Değişimin atmosferik koşullar sebebiyle olabileceği ve jeomanyetik fırtına, güneş aktivitesi gibi harici gözlemlerin detaylı incelenmesi sonucu bu anomalinin kaynağının daha net bir şekilde belirlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

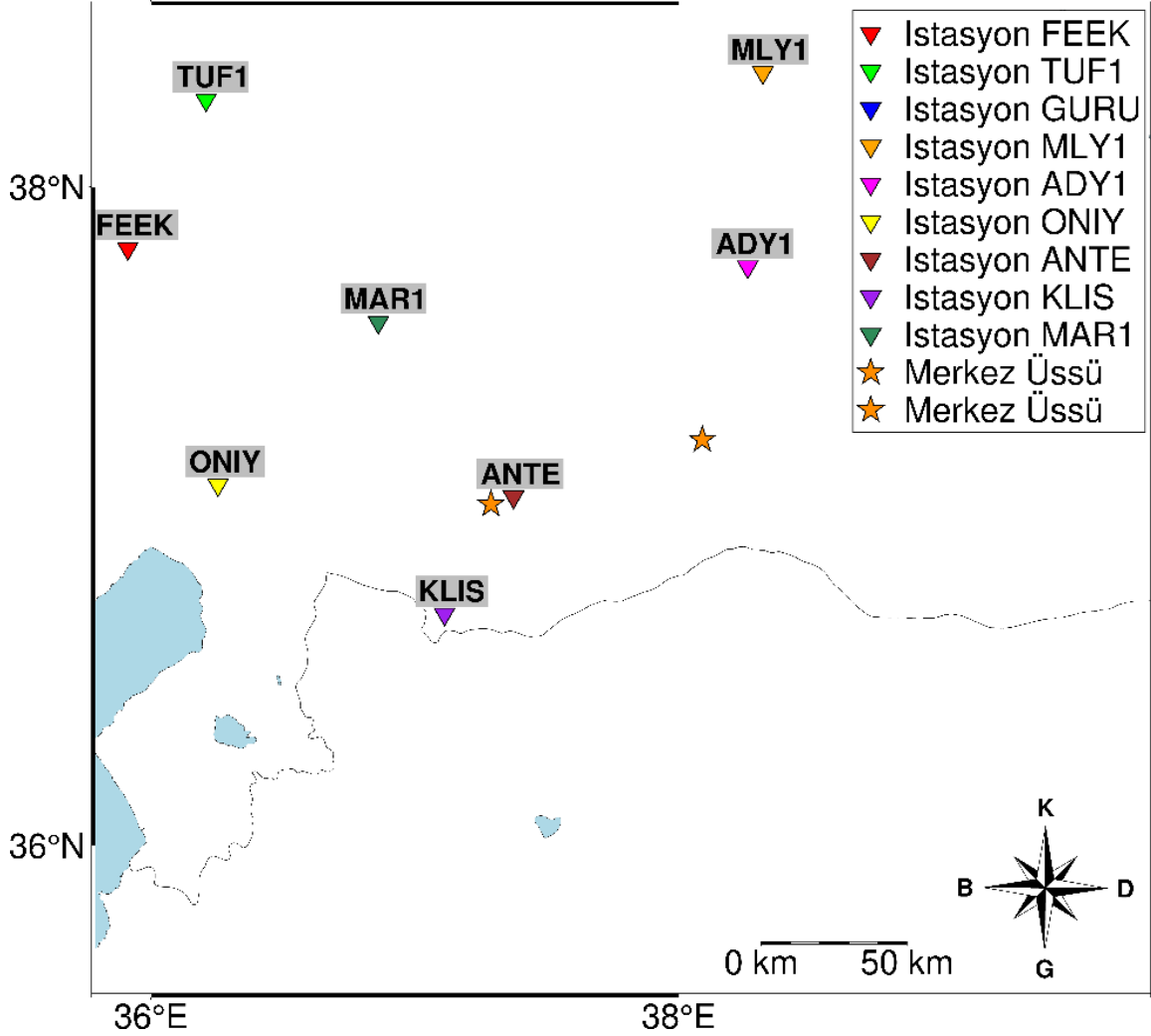
4.2) 06.02.2023 Kahramanmaraş Depremleri

06.02.2023 günü, Türkiye saati ile 04:17'de ve 13:24'te merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan $M_w = 7.7$ ve $M_w = 7.6$ büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. $7.7 M_w$ büyüklüğündeki deprem yerin 8.6 ~km derinliğinde meydana gelirken, $7.6 M_w$ büyüklüğündeki deprem yerin 7 ~km derinliğinde meydana gelmiştir (AFAD 2023b). İstasyonların deprem merkez üssüne olan uzaklıkları sırasıyla:

- Deprem 1'e FEEK ~ 148,7 km
- Deprem 1'e TUF1 ~ 165,4 km
- Deprem 1'e GURU ~ 186,1 km
- Deprem 1'e MLY1 ~ 170,5 km
- Deprem 1'e ADY1 ~ 117,2 km
- Deprem 1'e ONIY ~ 91,98 km
- Deprem 1'e ANTE ~ 7.980 km
- Deprem 1'e KLIS ~ 40,33 km
- Deprem 1'e MAR1 ~ 71,88 km
- Deprem 2'ye FEEK ~ 202,3 km
- Deprem 2'ye TUF1 ~ 200,5 km
- Deprem 2'ye GURU ~ 178,0 km
- Deprem 2'ye MLY1 ~ 124,2 km
- Deprem 2'ye ADY1 ~ 59,93 km
- Deprem 2'ye ONIY ~ 163,3 km
- Deprem 2'ye ANTE ~ 66,28 km
- Deprem 2'ye KLIS ~ 104,9 km
- Deprem 2'ye MAR1 ~ 115,3 km

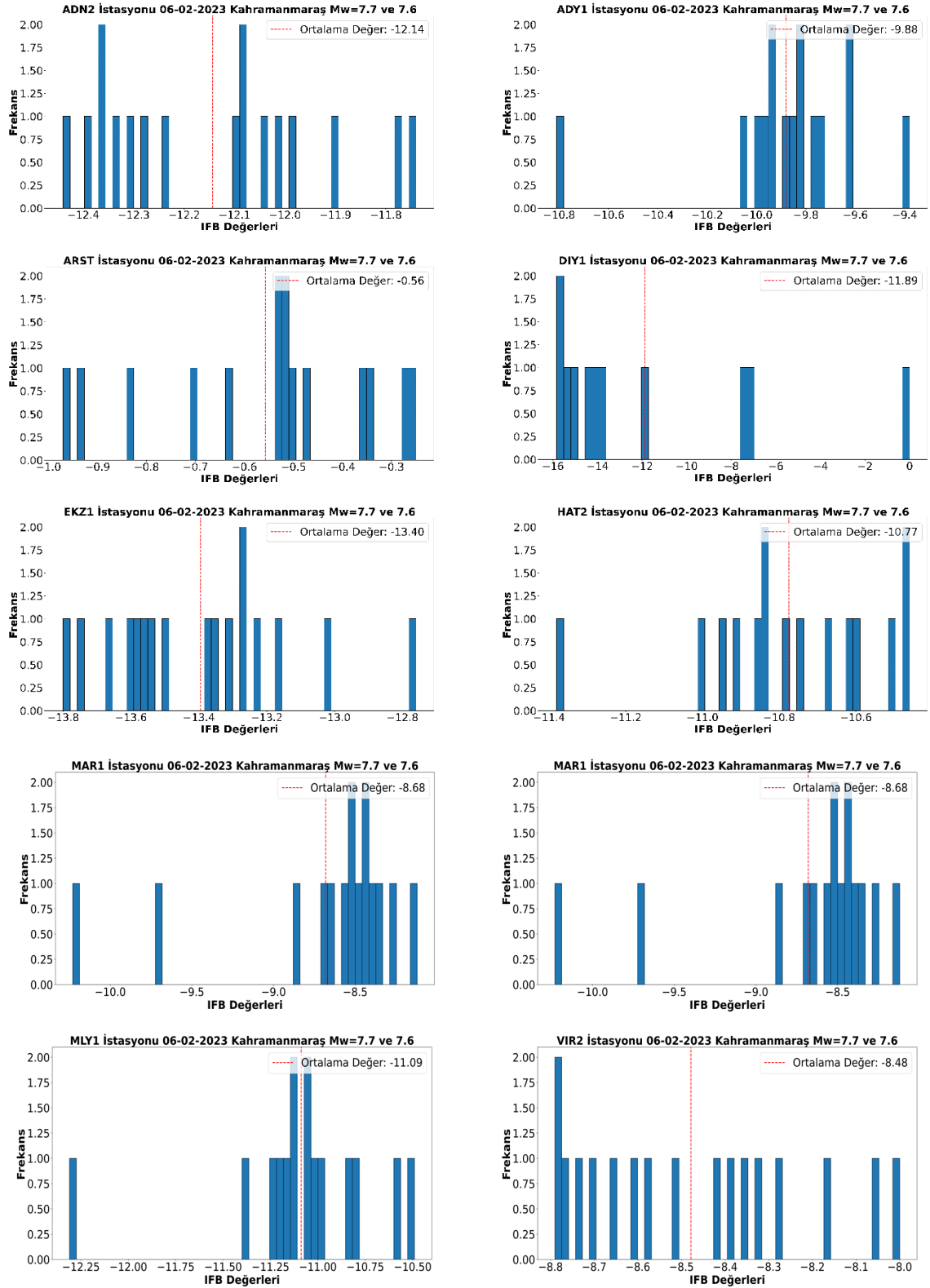
şeklindedir. İstasyonların konumları Şekil 8'deki gibidir. Deprem Türkiye Cumhuriyeti tarihinde meydana gelen en yıkıcı ve en ölümcül depremlerden biri olmuştur.

2023-02-06 Kahramanmaraş Depremleri Merkez Üssü

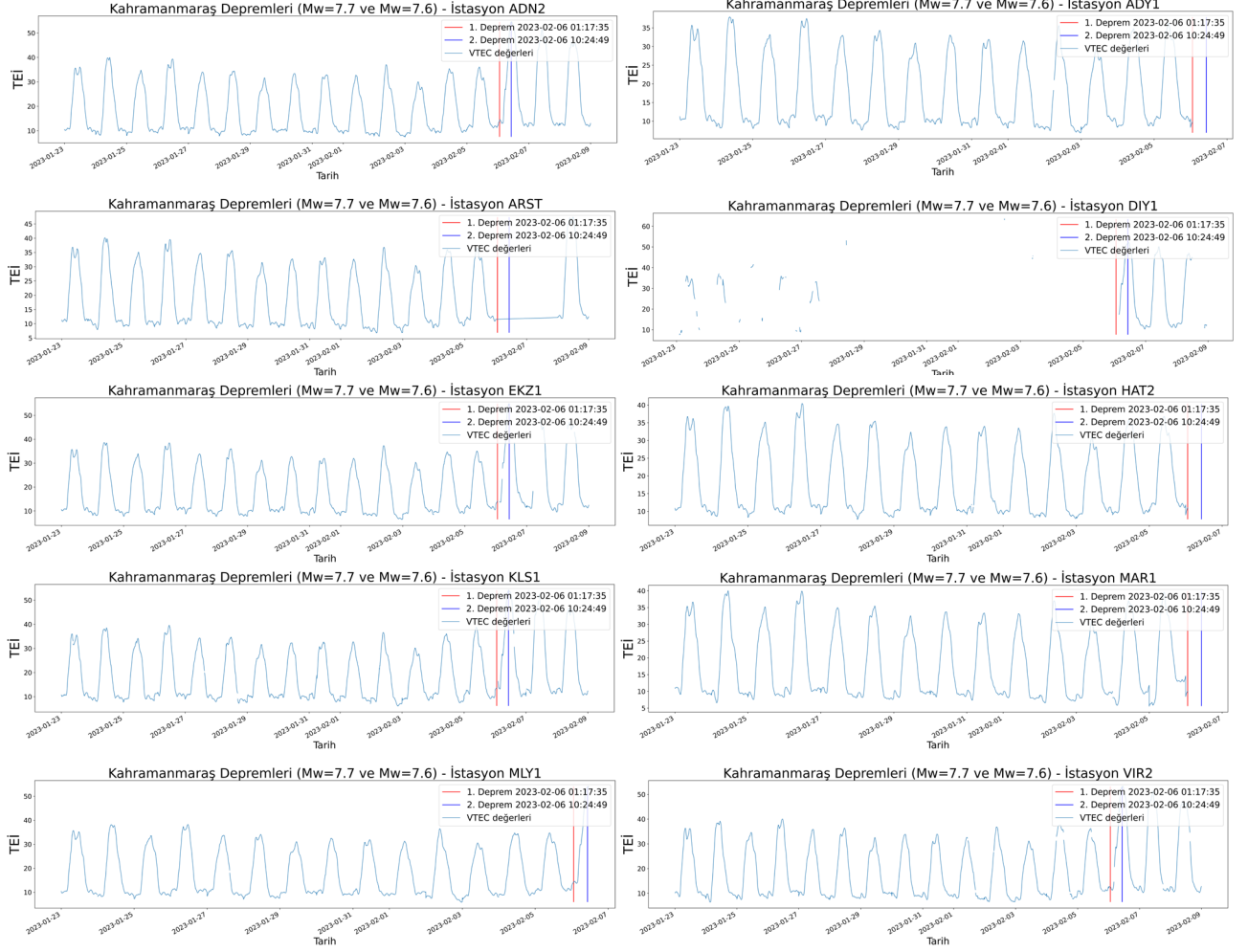


Şekil 8: 06.02.2023 Depremine ait odak merkezi haritası
Figure 8: 06.02.2023 Earthquake epicenter map

Her bir istasyona ait IFB ile ortalama değerleri Şekil 9'da verilmiştir. Bu sistematik hatalar göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmıştır.



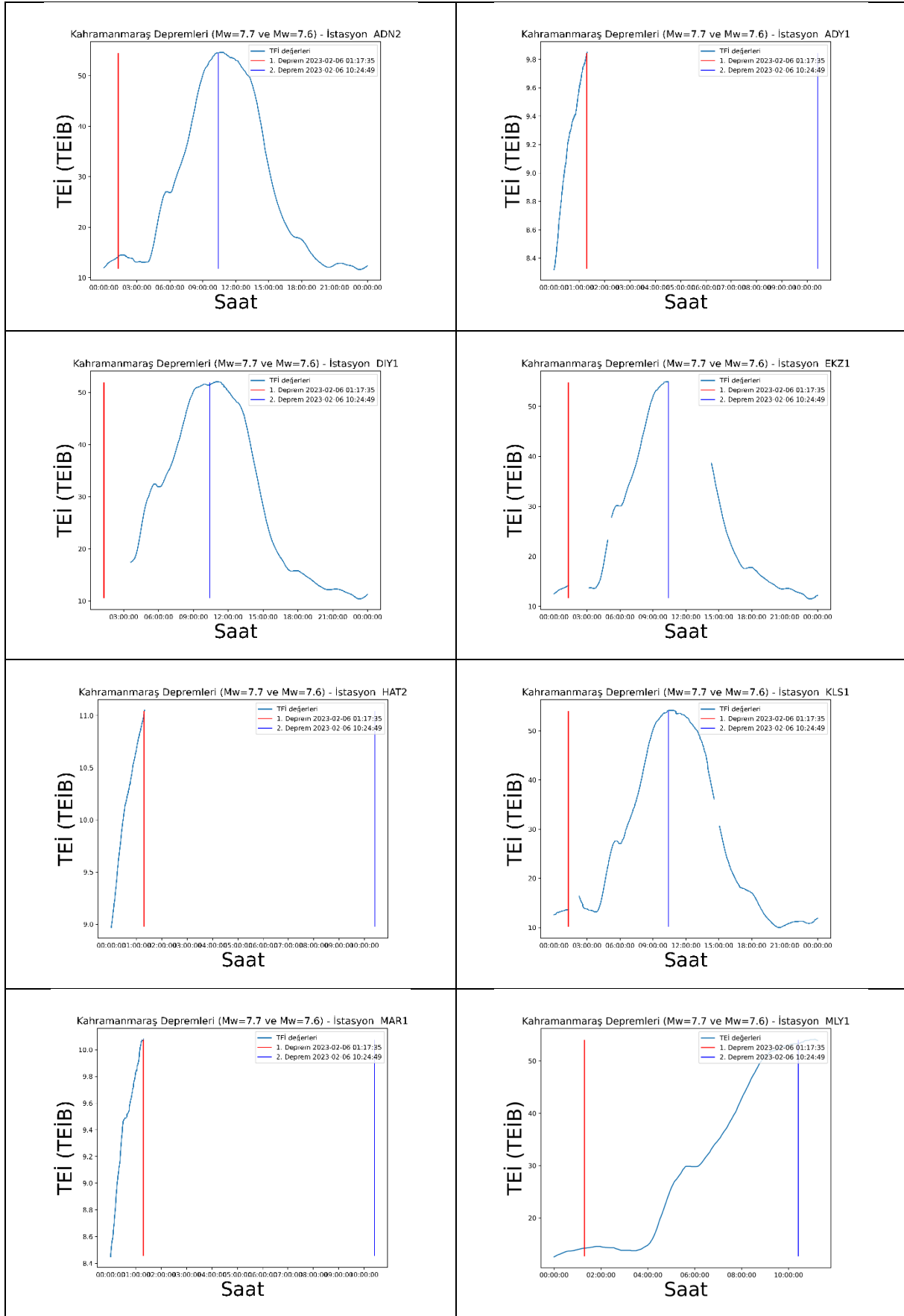
Şekil 9: 06.02.2023 Depremine ait istasyonların IFB değerleri
Figure 9: 06.02.2023 Earthquake IFB graph



Şekil 10: 06.02.2023 Depremine ait 15 günlük TEİ grafikleri IFB değerleri
Figure 10: 15-day TEC graph for 06.02.2023 Earthquake

Şekil 10'da görüldüğü gibi bazı günlerde verilerde kesikler bulunmaktadır bunlar uydu açısı sebebiyle verilerin alınmadığı, operasyonel sebepler yüzünden verilerin hatalı olduğu durumlarda çıkarılması gereken zamanlara aittir. TEİ değişimleri genel olarak günlük bazda normal seyretmiştir. Deprem sonrası meydana gelen yıkım sebebiyle istasyonlarda veri akışı durmuştur. Meydana kopmalar sebebiyle o günlere ait TEİ değerleri hesaplanamamıştır.

Son olarak deprem gününe ait verileri incelediğimizde deprem merkez üssüne yakın KKUS istasyonlarından deprem anından itibaren veri alınmadığı gözlenmiştir. Bu durum, deprem sırasında ve sonrasında meydana gelen altyapı hasarları veya enerji kesintileri nedeniyle oluşmuş olabilir. Deprem anında yaşanan şiddetli sarsıntılar, veri toplama cihazlarının çalışmasını engelleyerek ya da tamamen durdurarak önemli ölçüde veri kaybına neden olmuştur. Bu sebeple bu istasyonlarda TEİ değerleri hesaplanamamıştır. Bu veri kaybı, çalışmamızın sonuçlarını ve depremle ilişkili iyonosferik değişimlerin analizini sınırlamıştır.



Şekil 11: 06.02.2023 Depremine ait 1 günlük TEİ grafikleri IFB değerleri
 Figure 11: 1-day TEC graph for 06.02.2023 Earthquake

5. SONUÇLAR

Deprem öncesi kabuk deformasyonu ve iyonosferdeki değişimler arasındaki ilişkiyi inceleyen bilimsel çalışmalar, deprem tahminine yönelik umut vadeden bir çerçeveye sunmuştur. Gerçekleştirilen bu çalışmada, 2017-2023 yılları arasında gerçekleşen ve büyüklüğü $M_w \geq 6$ olan depremler öncesi ve sonrası iyonosferde meydana gelen değişimler analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan KKUS verileri, Türkiye Ulusal Sabit KKUS İstasyonlarından elde edilmiş ve iyonosferdeki Toplam Elektron İçeriği (TEİ) değerleri hesaplanarak incelenmiştir. Bulgular, depremler öncesinde iyonosferde belirgin değişimler olduğunu, ancak bu değişimlerin deprem tahmininde doğrudan ve güvenilir bir gösterge olarak kullanılmasının sınırlı olduğunu göstermektedir.

Analizlerde, iyonosferik TEİ değerlerini hesaplamak için KKS verileri işlenmiş ve IONOLAB-TEC yazılımı kullanılmıştır. Bu analizde, TEİ değişimlerini zamansal olarak haritalamak ve olası anomalileri belirlemek için Python ve GMT araçları kullanılmıştır. Verilerin işlenmesi ve görselleştirilmesi için ise GMT 6.5 (Generic Mapping Tools) yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım, harita tabanlı veri görselleştirmesi yaparak, mekânsal ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır.

Çalışmamızda gözlemlenen iyonosferik anormallikler, diğer bazı çalışmaların bulgularıyla örtüşmekle birlikte, bu anomalilerin zamanlaması ve belirginliği literatürdeki bulgularla tam olarak örtüşmemektedir. Örneğin, bazı çalışmalarda depremlerden hemen önce belirgin iyonosferik değişiklikler rapor edilirken (Astafyeva ve diğ. 2011), bu çalışmada böyle bir değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu farklılıklar, kullanılan veri seti, analiz yöntemleri veya çalışılan depremlerin jeofiziksel özelliklerinden kaynaklanabilir.

Oszoz (2023) çalışmasında Swarm uydu verileri kullanılarak 6 Şubat 2023 Pazarcık depremi öncesinde gözlemlenen manyetik anomalilerin tespiti ve yorumlanmasına dair ilk bulguları ele almaktadır. Çalışma, ESA'nın Swarm uyduları tarafından toplanan manyetik veriler üzerine odaklanmakta ve bu verilerdeki olası öncü manyetik sinyalleri incelemektedir. Bu çalışma, Pulnits ve diğ. (1994)'ün geliştirdiği LAIC modeline atıfta bulunarak, depremler öncesi iyonosferde belirli anomalilerin gözlemlenebileceğini önermektedir. Özellikle litosfer-astenosfer-iyonosfer etkileşimleri (LAIC) sonucu oluşan sapmaların, ana şokun hazırlık aşamasına dair önemli bilgiler içerdiği vurgulanmaktadır. Araştırmada, 06 Ağustos 2022 ile 09 Şubat 2023 tarihleri arasındaki veriler incelenmiş, dış kaynaklı manyetik etkilerden arındırılmış ve zaman içinde manyetik alan bileşenlerinin değişimi analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, Y, Z ve F bileşenlerinde depremin hazırlık aşamasına işaret eden anomali değişimleri tespit edilmiştir, ancak X bileşeninde belirgin bir değişiklik saptanmamıştır.

Bu durum, iyonosferik değişimlerin deprem tahmininde kesin bir gösterge olarak kullanılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma, iyonosferik anomaliler ve depremler arasındaki potansiyel ilişkileri daha kapsamlı bir şekilde değerlendirme çabalarına katkı sağlamaktadır. Ancak, elde edilen bulgular, depremlerin öngörülmesinde iyonosferik verilerin kullanımının henüz kesin bir çözüm sunmadığını göstermektedir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak çalışmalar, daha geniş bir veri seti ile farklı coğrafi bölgelerde ve zaman periyotlarında iyonosferik değişimlerin depremlerle ilişkisini daha detaylı olarak incelemelidir. Ayrıca, farklı analiz yöntemleri geliştirilerek sonuçların genellenebilirliği ve güvenilirliği artırılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde maddi ve manevi destek sağlayan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) teşekkür ederiz. Ayrıca, veri temininde yardımcı olan Harita

Genel Müdürlüğü Jeodezi Dairesi Başkanlığı'na ve diğer katkıda bulunan kurumlara minnettarlığımızı sunarız. Bu destekler, çalışmamızın başarılı bir şekilde tamamlanmasına önemli katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

AFAD, 2023a. Deprem Kataloğu, AFAD Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Ankara, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/>.

AFAD, 2023b. 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan (Kahramanmaraş) Mw: 7.7 – Mw: 7.6 Depremleri Raporu. Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Deprem Dairesi Başkanlığı.

AIUB, 2023a. CODE EPH Dosyaları, Ankara, Erişim adresi: <ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE/>.

AIUB, 2023b. CODE DCB Dosyaları, Ankara, Erişim adresi: <ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE/>.

Astafyeva E., Lognonne P., Rolland L., 2011. First ionospheric images of the seismic fault slip on the example of the Tohoku-oki earthquake, *Geophysical Research Letters*, 38(22), 104-110.

Davies K., Baker D.M., 1965. Ionospheric effects observed around the time of the Alaskan earthquake of March 28, 1964, *J. Geophys. Res.*, 70(9), 2251–2253.

DEÜ, 2017. 12 Haziran 2017 (15:28 TSİ) Mw=6.2 İzmir Karaburun (Ege Denizi) Depremi Değerlendirme Raporu, Buca- İZMİR: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Elmacı H., Olgun Ş., Şaroğlu F., 2013. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye.

Hunter J.D., 2007. Matplotlib: A 2D Graphics Environment, *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90-95.

IGS, 2023. SP3 Dosyaları, Ankara, Erişim adresi: <ftp://gssc.esa.int/gnss/products/>.

IONEX Working Group, 1998. IONEX: The IONosphere map Exchange Format Version 1. Proceedings of the IGS AC Workshop, Darmstadt, 9-11 February 1998, 233-247.

İnyurt S., Mekik Ç., Yıldırım Ö., 2020. Deprem Kaynaklı Olabilecek İyonosferik Değişimlerin Belirlenmesi üzerine yeni bir yaklaşım geliştirilmesi, *Geomatik*, 5(2), 127-133.

Jin S., Jin R., Li J.H., 2014. Pattern and evolution of seismo-ionospheric disturbances following the 2011 Tohoku earthquakes from GPS observations, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 119(9): 7914-7927.

Jin S., Occhipinti G., Jin R., 2015. GNSS ionospheric seismology: Recent observation evidences and characteristics, *Earth-Science Reviews*, 147, 54–64.

Köz İ., 2022. İyonosferik anomalilerin GNSS ile belirlenmesi ve deprem öncülü olarak incelenmesi, Yüksek Lisans tezi, Konya Teknik Üniversitesi, 112 s.

KRDAE, 2023. Deprem veri tabanı, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2023. Ankara, Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>.

NASA, 2023. IONEX Dosyaları, Ankara, Erişim adresi: <https://gdc.cddis.eosdis.nasa.gov/pub/gps/products/ionex/>.

Ozsoz I., 2023. Preliminary results of Detection and Interpretation of Precursory Magnetic Signals Preceding February 06, 2023 Pazarcik Earthquake using ESA Swarm Satellite Data, Turk Deprem Arastirma Dergisi 5(1), 48- 68, <https://doi.org/10.46464/tdad.1258315>.

Pulinets S.A., Legen'ka A.D., Alekseev V.A., 1994. Pre-Earthquake Ionospheric Effects and their Possible Mechanisms, (In: Dusty and Dirty Plasmas, Noise, and Chaos in Space and in the Laboratory), *Springer US*, 545–557, https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1829-7_46.

Pulinets S., Ouzounov D., Karelin A., Boyarchuk K., 2022. Earthquake precursors in the atmosphere and ionosphere: New Concepts. Springer.

Rolland L.M., Lognonné P., Astafyeva E., Kherani E.A., Kobayashi N., Mann M., Munekane H., 2011. The resonant response of the ionosphere imaged after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. *Earth Planet Sp*, 63, 853–857 (2011). <https://doi.org/10.5047/eps.2011.06.020>.

Sezen U., Arıkan F., Arıkan O., Ugurlu O., Sadeghimorad A., 2011. Online, automatic, near-real time estimation of GPS-TEC: IONOLAB-TEC, *Space Weather*, 11, 297–305.

TUSAGA-Aktif, 2023. İstasyon Verisi, Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif, Ankara, Erişim adresi: <https://www.tusaga-aktif.gov.tr/>.

Uieda L., Tian D., Leong W.J., Jones M., Schlitzer W., Grund M., Wessel P., 2022. PyGMT: A Python interface for the Generic Mapping Tools (Version 0.8.0).

Van Rossum G., De Boer J., 1991. Interactively testing remote servers using the Python programming language, *CWI Quarterly*, 4(4), 283–304.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

Çalışma kapsamında kullanılan veriler sırasıyla; AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı (*Deprem verisi, Odak mekanizması çözümü*), Harita Genel Müdürlüğü Jeodezi Dairesi Başkanlığı (*Türkiye Ulusal Sabit Jeodezik İstasyon Ağı-TUSAGA verisi kullanımı*), MTA (*Türkiye Diri Fay verisi*), Bern Üniversitesi Astronomi ve Fizik Bilimleri Enstitüsü (*EPH, DCB verisi*), Uluslararası GNSS Servisi (*SP3 verisi*), NASA CDDIS (*IONEX verisi*).

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında yer alan bilgilerde çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): B.A.
- Literatür araştırması (*Literature research*): O.B.Ç.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): O.B.Ç., B.A.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): O.B.Ç., B.A.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): O.B.Ç.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): O.B.Ç., B.A.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): O.B.Ç., B.A.



Preliminary Paleoseismological Findings on the İnönü-Oklubalı Segment of the Eskişehir Fault

İsmet Elma¹, Busra Ozcelik¹, Volkan Karabacak¹, Caglar Ozkaymak² and Okmen Sumer^{3,4}

¹ Eskişehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering, 26040 Eskişehir, Türkiye

² Afyon Kocatepe University, Department of Geological Engineering, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

³ Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, 35390 İzmir, Türkiye

⁴ Earthquake Research and Implementation Center of Dokuz Eylül University, 35390 İzmir, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8220-5178, 0000-0003-2002-028X, 0000-0003-2581-7984, 0000-0002-0377-1324, 0000-0003-3168-8728

Keywords

Eskişehir Fault, Paleoseismology, İnönü-Oklubalı Segment, Eskişehir

Highlights

- * Eskişehir Fault is an active right lateral strike-slip fault
- * Paleoseismological fault studies show that the Eskişehir Fault has produced at least two surface ruptures in the last 10800 years
- * The İnönü-Oklubalı segment of the Eskişehir Fault produces surface ruptures about 3000-3500 years recurrence

Aim

It is aimed to obtain information on the recurrence intervals of destructive earthquakes that occurred on the Eskişehir fault

Location

The study is carried out west of the city of Eskişehir in Central Anatolia (NW Türkiye)

Methods

Geological-geomorphological field observations and paleoseismological trenching studies

Results

It has been 2500-3000 years since the last surface rupture occurred. Therefore, there is a high risk of an earthquake large enough to produce surface faulting at any moment in the İnönü-Oklubalı segment of the Eskişehir Fault.

Financial Disclosure: This study is supported by The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) (TÜBİTAK-KAMAG-123G010)

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Elma İ., Ozcelik B., Karabacak V., Ozkaymak C., Sumer O., 2024. Preliminary Paleoseismological Findings on the İnönü-Oklubalı Segment of the Eskişehir Fault, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 349-368, <https://doi.org/10.46464/tdad.1465558>.

Manuscript

Research Article

Received: 05.04.2024

Revised: 21.06.2024

Accepted: 27.06.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1465558

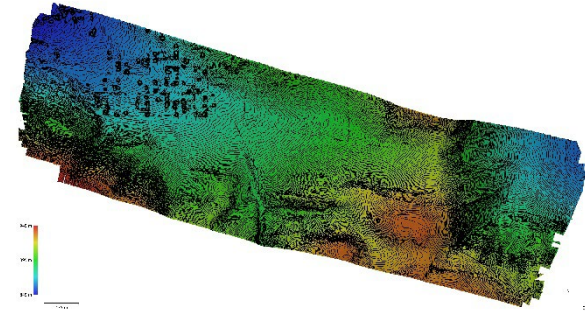


Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

İsmet Elma

Email: elma.ismet@gmail.com



Figure

Digital Elevation Model (DEM) of the trench area



Eskişehir Fayının İnönü-Oklubalı Segmentine Ait İlk Paleosismolojik Bulgular

İsmet Elma ¹, Büşra Özçelik ¹, Volkan Karabacak ¹, Çağlar Özkaymak ² ve Ökmen Sümer ^{3,4}

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 26040 Eskişehir, Türkiye

² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 35390 İzmir, Türkiye

⁴ Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), Dokuz Eylül Üniversitesi, 35390 İzmir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8220-5178, 0000-0003-2002-028X, 0000-0003-2581-7984, 0000-0002-0377-1324, 0000-0003-3168-8728

ÖZET

Bu makale, Eskişehir Fayı boyunca yapılan paleosismolojik çalışmaların sonuçlarını ve Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı segmentinin deprem davranışına ilişkin ilk çıkarımları sunmaktadır. İnönü civarındaki morfotektonik belirteçler (asılı vadi, aktarım rampası gibi) baskın normal faylanmanın jeolojik geçmişte uzunca bir dönem bölgeyi kontrol ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, jeolojik arazi gözlemleri ve genç dere yataklarındaki sağ yanal ötelenme gibi morfotektonik belirteçler Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı arasındaki uzanımı boyunca güncel hareketin doğrultu atımlı karaktere evrildiğini göstermektedir. Paleosismolojik fay kazıları ile fay segmentinde son 10800 yılda en az 2 eski deprem izi ayırt edilmiştir ve fayın Holosen aktivitesi kanıtlanmıştır. Mevcut bulgular, Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı segmentinin kabaca 3000-3500 yıl aralıklı yüzey kırığı ürettiğini ve son yüzey faylanmasından bu yana 2500-3000 yıl geçtiğini ortaya koymaktadır. Geçen suskun dönem, segment boyunca önerilen kayma hızı ile birlikte değerlendirildiğinde, Eskişehir Fayı'nın bu bölümünde her an yüzey kırığı üretebilecek büyüklükte deprem meydana gelme riskinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler

Eskişehir Fayı, Paleosismoloji, İnönü-Oklubalı Segmenti, Eskişehir

Öne Çıkanlar

* Eskişehir Fayı boyunca güncel hareket sağ yanal doğrultu atım karakterindedir

* Paleosismolojik fay kazıları Eskişehir Fayı'nın son 10800 yılda en az 2 yüzey kırığı ürettiğini göstermektedir

* Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı segmenti kabaca 3000-3500 bin yıl aralıklı yüzey kırığı üretmektedir

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 05.04.2024

Düzeltilme: 21.06.2024

Kabul: 27.06.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1465558

Sorumlu yazar

İsmet Elma

Eposta:

elma.ismet@gmail.com

Preliminary Paleoseismological Findings on the İnönü-Oklubalı Segment of the Eskişehir Fault

İsmet Elma ¹, Busra Ozcelik ¹, Volkan Karabacak ¹, Çağlar Ozkaymak ² and Okmen Sumer ^{3,4}

¹ Eskişehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering, 26040 Eskişehir, Türkiye

² Afyon Kocatepe University, Department of Geological Engineering, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

³ Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, 35390 İzmir, Türkiye

⁴ Earthquake Research and Implementation Center of Dokuz Eylül University, 35390 İzmir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8220-5178, 0000-0003-2002-028X, 0000-0003-2581-7984, 0000-0002-0377-1324, 0000-0003-3168-8728

ABSTRACT

This paper presents the results of paleoseismological studies along the Eskişehir Fault and the preliminary implications for the earthquake behavior of the İnönü-Oklubalı segment of the Eskişehir Fault. Morphotectonic markers (such as hanging valley, relay ramp) in the vicinity of İnönü indicate that dominant normal faulting controlled the region for a long period in the geological past. However, geological field observations and morphotectonic markers such as right lateral displacement of young stream beds indicate that the current movement along the extension of the Eskişehir Fault between İnönü and Oklubalı has evolved into a strike-slip character. Along the fault segment, at least 2 paleo events have been distinguished in the last 10800 years with paleoseismological fault excavations and Holocene activity of the fault has been proven. Our findings reveal that the İnönü-Oklubalı segment of the Eskişehir Fault has produced surface ruptures about 3000-3500 years recurrence and that 2500-3000 years have passed since the last surface faulting. When the quiescent period is evaluated together with the suggested slip rate along the segment, it shows that there is a high risk of an earthquake that may produce a surface rupture at any time in this part of the Eskişehir Fault.

Keywords

Eskişehir Fault, Paleoseismology, İnönü-Oklubalı Segment, Eskişehir

Highlights

* Eskişehir Fault is an active right lateral strike-slip fault

* Paleoseismological fault studies show that the Eskişehir Fault has produced at least two surface ruptures in the last 10800 years

* The İnönü-Oklubalı segment of the Eskişehir Fault produces surface ruptures about 3000-3500 years recurrence

Manuscript

Research Article

Received: 05.04.2024

Revised: 21.06.2024

Accepted: 27.06.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1465558

Corresponding Author

İsmet Elma

Email:

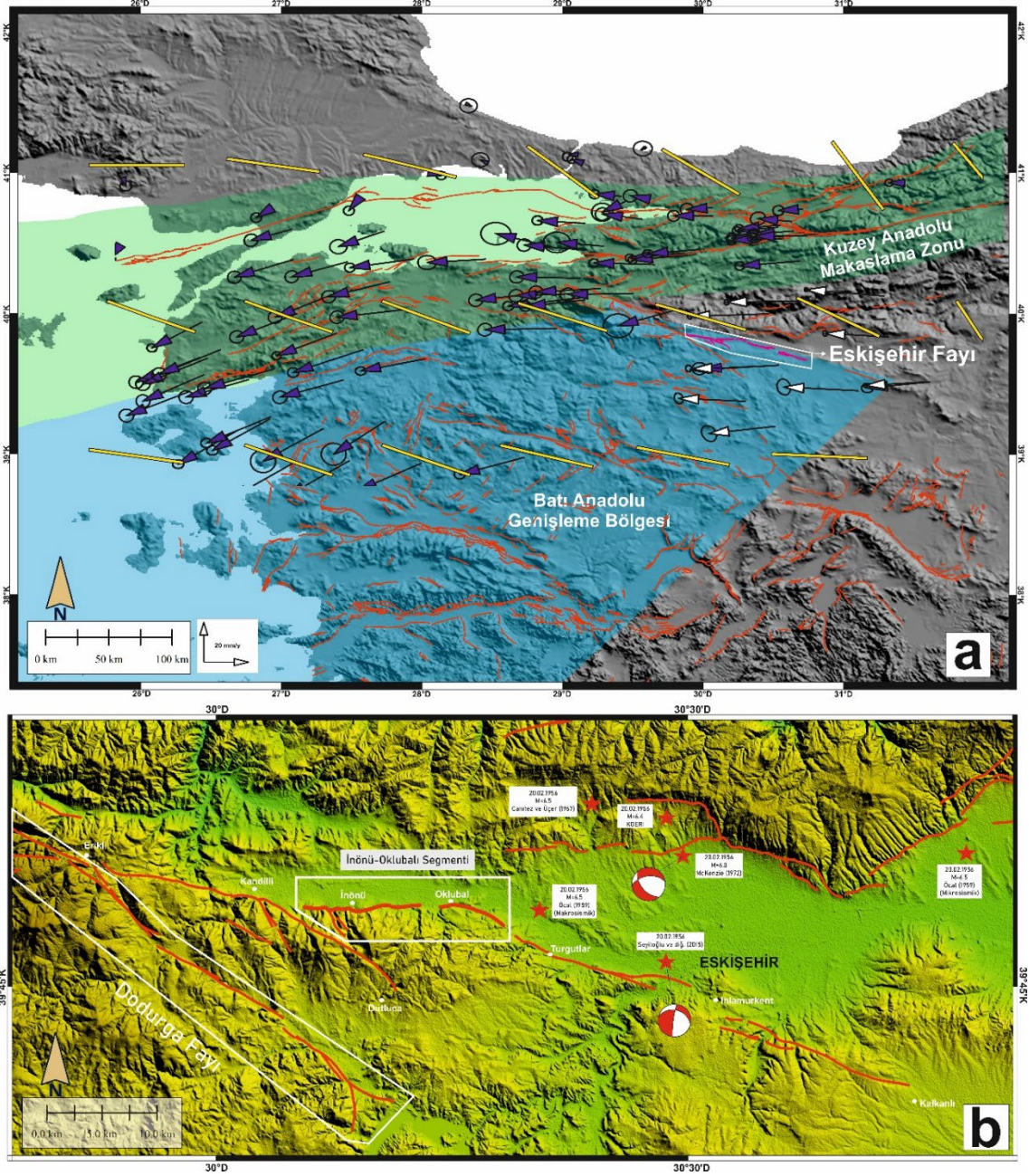
elma.ismet@gmail.com

1. GİRİŞ

Güney Marmara'da Uludağ Yükselimi kuzeyini sınırlayarak güneydoğu yönünde Anadolu Bloğu'nun iç kesimlerine uzanan Eskişehir Fay Zonu (EFZ), Batı Anadolu Genişleme Bölgesi (BAGB) ile Kuzey Anadolu Makaslama Zonu (KAMZ) arasında özel bir konuma sahiptir (Barka ve diğ. 1995, Şengör ve diğ. 2005, Okay ve diğ. 2008, Özalp ve diğ. 2013, Selim ve Tüysüz 2013) (Şekil 1a). Genel anlamda Uludağ yükselimini de kontrol ettiği düşünülen, bu uzanım ile ilişkili tektonik yapılar Oligosen'de ortaya çıkan KB-GD uzanımlı bir sağ-yanal makaslama zonunun ürünü olarak tanımlanmaktadır (Okay ve diğ. 2008). Yaltırak ve diğ. (1998; 2010) bu zonun sağ yanal bir transform zon (Trakya-Eskişehir Fay Zonu) olarak Trakya'ya kadar uzandığını öne sürmektedir. Araştırmacılara göre Uludağ Yükselimi bu zon içerisinde Miyosen'de transpresyonal bir yükselim olarak şekillenmiştir. Geç Pliyosen'de Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin Marmara bölgesine ulaşması ve bu zonu oblik olarak kesmesiyle Uludağ Yükselimi güneydoğusunda kalan uzanım (EFZ) gerilme tektoniği ile ilişkili normal fay zonuna dönüşmüştür (Yaltırak ve diğ. 1998; 2010).

Önceki çalışmalarda EFZ'nin Uludağ Yükselimi yakınlarındaki kesimlerinin neotektonik dönemde çoğunlukla KAFZ etkisinde şekillendiği öne sürülmektedir (Şengör 1979, Şengör ve diğ. 1985, Barka ve Kadinsky Cade 1988, Barka 1992, Seyitoğlu ve diğ. 2016). Örneğin bu bölge Şengör ve diğ. (2005) tarafından KAMZ içerisine dahil edilmiştir. Bölgenin neotektonik resmini net şekilde ortaya koyan son çalışma ise Karabacak ve diğ. (2022) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Uludağ kuzey kesimlerini kontrol eden Ulubat, Bursa ve İnegöl faylarının KAFZ güney kolunu oluşturan segmentlerle benzer gerilme sistemi içerisinde şekillendiği ve en az 500 bin yıl önce KAFZ güney kolunun bölgeye ulaşması ile eş zamanlı reaktive olduğu ortaya konulmuştur. Diğer yandan doğrultu atımlı faylarla temsil edilen KAMZ ile normal faylarla temsil edilen BAGB arasında yer alan İnegöl ve İnönü-Eskişehir havzaları, bu geçişteki tektonik davranışın anlaşılmasını sağlayacak verilere de sahiptir. Bununla birlikte, EFZ'nin genel uzanımı ve geometrik davranışı üzerine tartışmalar da henüz netlik kazanmamıştır. Örneğin Dodurga Fayı, İnegöl ve İnönü-Eskişehir Havzaları uzanımında konumlandırılan BKB-DGD uzanımlı EFZ'yi KB-GD doğrultusunda düşük açılı oblik şekilde kesmektedir. Emre ve diğ. (2013; 2018) İnegöl Havzası güney kısmını kontrol eden İnegöl ve Oylat Faylarını EFZ içerisinde normal fay olarak tanımlamaktadır. Diğer yandan Seyitoğlu ve Esat (2022) bu fayları EFZ ile ilişkilendirmekle birlikte, doğrultu atımlı fay olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde, Selçuk ve Gökten (2012) de bu zonun Uludağ (Bursa)'ın batısından Tuzgölü'nün doğusuna kadar yaklaşık 400 km boyunca baskın olarak doğrultu atımlı faylanma ile karakterize veriler sunduğunu öne sürmektedir. Tokay ve Altunel (2005) ise EFZ'nin, İnönü-Dodurga arasındaki fay düzlemlerinin KD'ya dalımlı fay çizikleri sunduklarını ve bu nedenle fay zonunun sağ yönlü atım bileşeni olan verev fay olduğunu ileri sürmektedir.

EFZ'nin Dodurga Fayı ile kesişiminden daha doğuya uzanımı ise güncel çalışmalarda Eskişehir Fayı olarak adlanmakta (Emre ve diğ. 2013) ve BKB-DGD genel uzanımına sahip, yaklaşık 75 km uzunluğunda Holosen fayı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1b). Bu uzanım boyunca Eskişehir Fayı'nın kinematik evrimiyle ilgili iki ana görüş bulunmaktadır; 1) Eskişehir Fayı ilk evresinde sağ yanal doğrultu atımlı fay niteliği taşıırken günümüzde re-aktive olmuş normal fay olarak davranmaktadır (Gözler ve diğ. 1985, Yaltırak 2002, Koçyiğit 2005, Ocakoğlu 2007). Ocakoğlu (2007) Eskişehir Fayı'nın Bozüyük ile Alpu arasında Pliyosen sonrası aktif normal fay olarak ve KB-uzanımlı doğrultu atımlı fayları kestiğini belirtmektedir. 2) Bölgede aktif doğrultu atımlı faylar hakimdir (Altunel ve Barka 1998, Ayday ve diğ. 2001, Şaroğlu ve diğ. 2005, Seyitoğlu ve diğ. 2010, Tün ve diğ. 2010). Örneğin, en güncel çalışma niteliği taşıyan Türkiye Diri Fay Haritası'nda (Emre ve diğ. 2013) Eskişehir Fayı normal bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı bir karakterde tanımlanmaktadır.



Şekil 1: a) Eskişehir Fay Zonu'nun, Türkiye'nin ana tektonik hatları ile ilişkisini gösteren aktif fay haritası (Emre ve diğ. 2018) ve Marmara bölgesindeki güncel stres durumu (Mavi (Reilinger ve diğ. 2006) ve beyaz (Aktuğ ve diğ. 2013) oklar KKS (Küresel Konumlama Sistemi) vektörlerini, sarı çizgiler (SHmx) maksimum gerilme yönlerini (Heidbach ve diğ. 2016) göstermektedir.) b) Eskişehir Fayı'nın genel uzanımını (Emre ve diğ. 2018) ve 1956 Eskişehir depremi dış merkez lokasyonlarını gösterir sismotektonik harita (Kırmızı dolgulu yıldızlar farklı kaynaklara göre 1956 Eskişehir depreminin dış merkezlerini göstermektedir. Depremlerin dış merkez yerleri Canitez ve Üçer (1967); McKenzie (1972), Seyitoğlu ve diğ. (2015) ve Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden KRDAE (2024) alınmıştır.)

Figure 1: a) Active fault map showing the relationship of the Eskişehir Fault Zone with the main tectonic lines of Türkiye (Emre et al. 2018) and current stress state in the Marmara region (Blue (Reilinger et al. 2006) and white (Aktuğ et al. 2013) arrows indicate GPS vectors, yellow lines (SHmx) indicate maximum stress directions (Heidbach et al. 2016).) b) Seismotectonic map showing the general extension of the Eskişehir Fault (Emre et al. 2018) and the epicenter locations of the 1956 Eskişehir earthquake (Red filled stars indicate the epicenters of the 1956 Eskişehir earthquake according to different sources. The epicenter locations of the earthquakes were obtained from Canitez and Üçer (1967); McKenzie (1972), Seyitoğlu et al. (2015) and Boğaziçi University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute KOERI (2024).)

Literatür geneli bir arada değerlendirildiğinde özellikle Dodurga Fayı kesişiminden itibaren EFZ'nin güneydoğu uzanımı boyunca fay geometrisi konusunda tartışmaların devam ettiği açıktır. Eskişehir Fayı üzerinde sınırlı da olsa paleosismolojik çalışmalar bulunmaktadır (Altunel ve diğ. 2003, Ocakoğlu ve diğ. 2005, Kürçer ve diğ. 2014). Bununla birlikte, İnönü-Oklubalı segmentinde yayınlanmış herhangi bir paleosismolojik veri bulunmamaktadır. Bu çalışmada, İnönü yerleşim merkezi güneyini sınırlayarak Eskişehir yönünde uzanan ve deprem tehlikesi anlamında kaynaklık etme potansiyeline sahip İnönü-Oklubalı segmentinin bazı karakteristik özelliklerinin (geometrisi ve deprem davranışı) ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda belirlenen alanda diri fay uzanımları, fizyografik yer değiştirme özellikleri ve jeolojik/morfolojik belirteçlerden yararlanılarak arazide haritalanmıştır. Eskişehir Fayı İnönü-Oklubalı segmenti boyunca ilk paleosismolojik nitelikli fay kazısı çalışmaları yürütülmüş, segment bazında deprem davranış özellikleri konusunda ilk kez çıkarımlarda bulunulmuştur.

2. ESKİŞEHİR FAYI SİSMOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Eskişehir Fayı ve yakın civarında tarihsel dönemlerde yıkıcı depremler meydana geldiği bilinmektedir. Örneğin, Ambraseys (2009) tarafından, 17 Ocak 1862 tarihinde meydana gelen depremde Eskişehir'de bazı eski evlerin yıkıldığı ifade edilmektedir. 15 Mart 1895 tarihinde yerel saat ile 10:11'de güçlü yerel bir depremin Bozüyük, Karaköy ve Bilecik'te hissedildiği belirtilmektedir. 10 Temmuz 1895 tarihinde ise İnönü'de bir depremin meydana geldiği ve sarsıntının Bozüyük, Karaköy ve Kütahya'dan hissedildiği belirtilmektedir. Aynı deprem kataloğunda 7 Şubat 1897 tarihinde Beylikahur (günümüzde Beylikova)'da meydana gelen depremin Eskişehir'den de rapor edildiği belirtilmektedir (Ambraseys 2009).

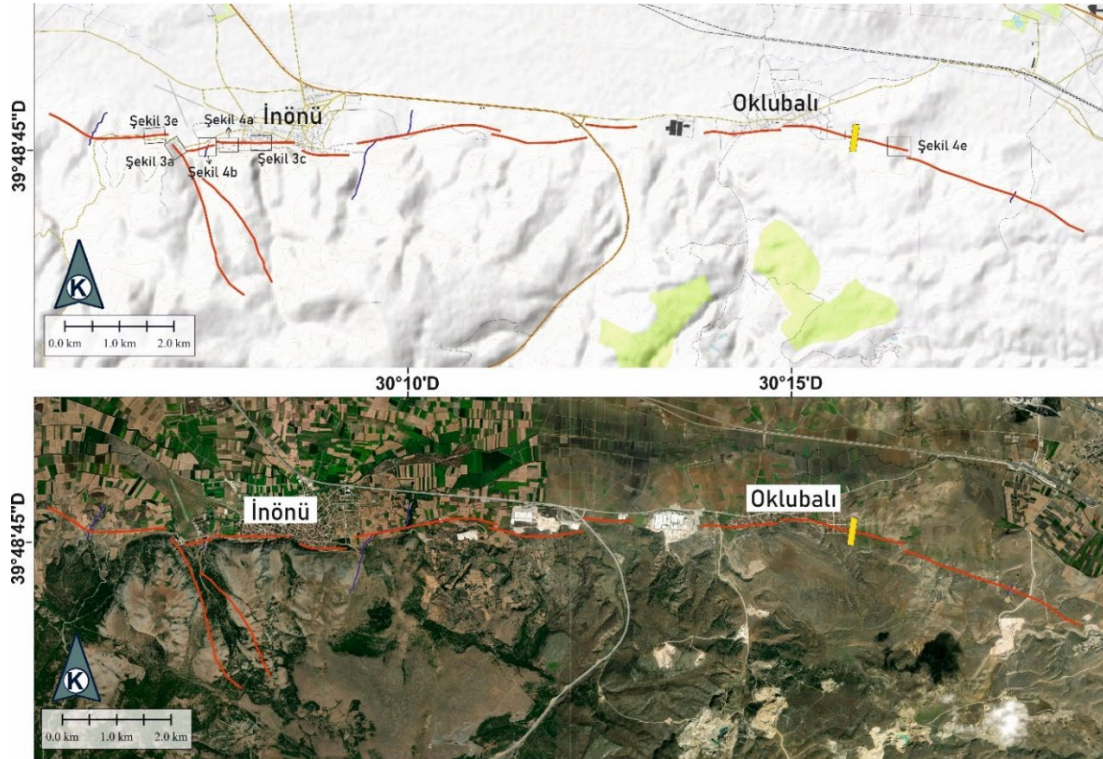
Küresel konumlama sistemi (KKS) hız vektörleri Eskişehir Fayının içerisinde yer aldığı bölgede güncel olarak batı yönünde hareketin varlığını ortaya koymaktadır (Relinger ve diğ. 2006, Aktuğ ve diğ. 2013). Yatay sıkışma doğrultusunu ifade eden maksimum gerilme yönleri ise (S_{Hmax}) çalışma alanında yaklaşık BKB-DGD uzanımlıdır (Heidbach ve diğ. 2016). Aletsel dönem depremlerine ait ($M > 4$) odak mekanizma çözümleri (AFAD 2024, Seyitoğlu ve diğ. 2016) KKS vektörleri ve gerilme yönleri ile uyumludur. Odak mekanizması çözümleri çalışma alanında sağ yanal doğrultu atımlı faylanma ve eğim atımlı normal faylanmanın verilerini ortaya koymaktadır.

Aletsel dönemde meydana gelen en büyük deprem, 20 Şubat 1956 ($M_w = 6.5$) Eskişehir depremidir (Öcal 1959). Depremin meydana geldiği dönemde sismik ağların yetersiz olmasından dolayı depremin dış merkezinin yeri ve büyüklüğü tartışmalıdır. Öcal (1959), depremin meydana geldiği sene ve takip eden senelerde maddi imkânsızlıklar nedeniyle, deprem bölgesinde yerinde tetkik yapılamadığını belirtmektedir. Depremden sonra yapılan anket çalışmalarına ve resmi hasar kayıtlarına dayanarak yaptığı makrosismik değerlendirmelere göre depremin dış merkezinin Çukurhisar yakınlarında olduğunu belirtmiştir. Depremin yüzey kırığı oluşturup oluşturmadığı ile ilgili bir bilginin yer almadığı aynı çalışmada, depremin odak derinliğinin 23-24 km olduğu ileri sürülmektedir. Canitez ve Üçer (1967) ise depremin dış merkezinin Eskişehir'in kuzeyine düştüğünü ve büyüklüğünün $M = 6.5$ olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde McKenzie (1972)'de depremin dış merkezinin Eskişehir'in kuzeyinde olduğunu ve büyüklüğünün $M = 6.0$ olduğunu belirtmiştir (Şekil 1b). Altunel ve Barka (1998) ise Öcal (1959)'un 1956 Eskişehir depremi için önerdiği izoseistleri ve McKenzie (1972)'nin odak mekanizması çözümlerini birlikte değerlendirmiş ve depremin Oklubalı-Turgutlar segmenti üzerinde meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir. Ocakoğlu ve diğ. (2007) ve Ocakoğlu ve Açıkalın (2010) depremin hasar dağılımı ile depreme ait ikincil yüzey kırıkları ve kütle hareketlerini inceleyerek, 1956 depreminin kaynağının Eskişehir kuzeyinde bulunan faylar (Uludere-Kavacık, Muttalip segmenti) olduğunu ileri sürmüşlerdir. Seyitoğlu ve diğ. (2015) depremin dış merkezi ile ilgili görüş birliğinin sağlanamamış olmasından yola çıkarak depremin dış merkezini yeniden hesaplamayı denemiş ve dünya üzerindeki 145 farklı sismolojik istasyonda ölçülen verileri değerlendirmiştir. Sonuç olarak 20 Şubat 1956

depreminin dış merkezinin, 40 km uzunluğundaki Çukurhisar-Sultandere segmenti üzerinde olduğu ileri sürmüştür.

3. İNÖNÜ-OKLUBALI SEGMENTİ ARAZİ GÖZLEMLERİ

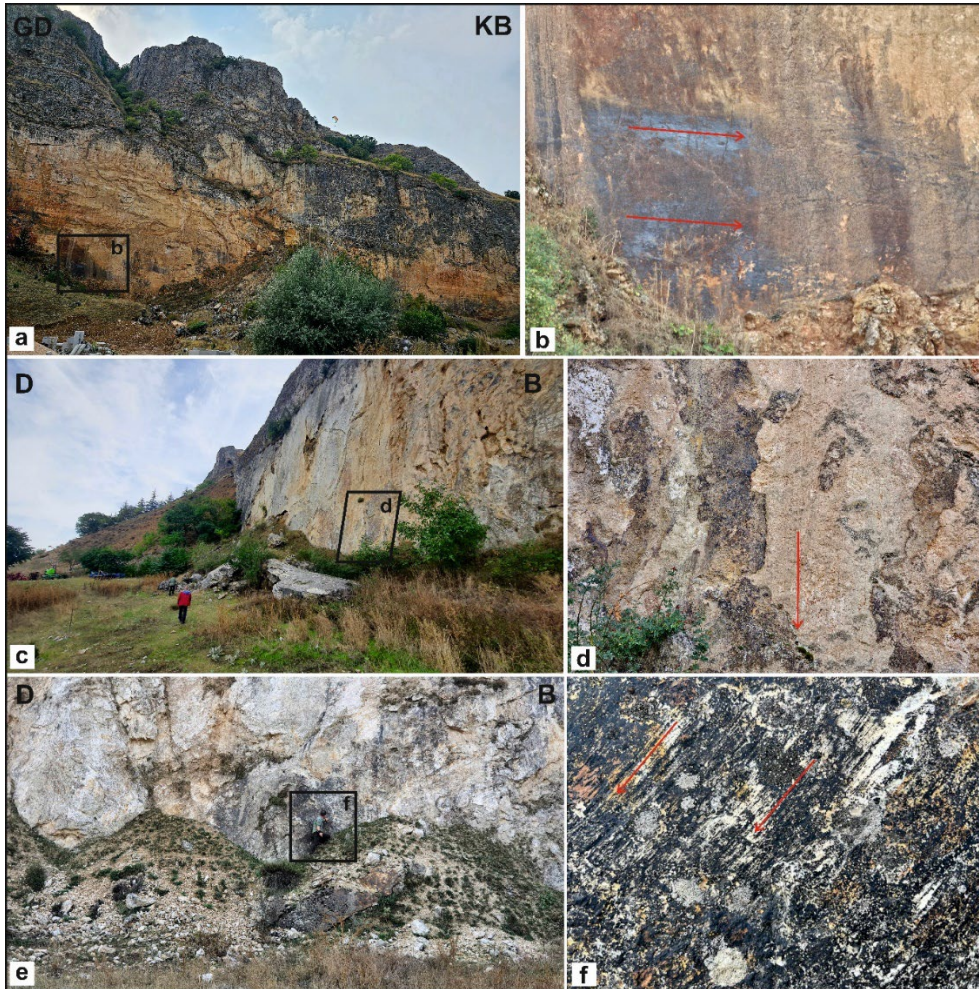
Eskişehir Fayı, batıda Erikli'nin (Bozüyük) doğusundan başlayarak, Türkmentokat'ın (Eskişehir) güneyine kadar devam etmektedir. Türkiye Diri Fay Haritasında (Emre ve diğ. 2013), toplam uzunluğu 75 km olan Eskişehir Fayının genel geometrisi ve segment yapısı göz önünde bulundurularak dört farklı segmentten oluştuğu kabul edilmektedir. Bu segmentler batıdan doğuya doğru sırasıyla Erikli-Kandilli, Kandilli-Dutluca, İnönü-Oklubalı ve Turgutlar-Kalkanlı segmentleridir. Bu çalışmada da Türkiye Diri Fay Haritasında belirtilen İnönü-Oklubalı segmenti üzerinde diri fay haritalama ve tektonik jeomorfoloji konularında gözlem ve araştırmalar yapılmıştır. 19 km uzunluğundaki segment, İnönü yerleşim yerinin batısında başlamaktadır. Bu alanda, daha batıda, Kandilli ile Dutluca arasında KB-GD uzanımlı bulunan fay segmentinden yaklaşık 1 km daha kuzeye sıçrayan segment 30.09° boylamından itibaren geometrik olarak ayrılmaktadır. Oklubalı yerleşim yerine kadar yaklaşık D-B uzanımlı olarak uzanan fay daha doğusunda GD'ya dönerek 30.30° boylamında sonlanmaktadır. Bu alanda daha doğudaki segmentten yaklaşık 1.5 km'lik sıçrama ile ayrılmaktadır. Oklubalı yerleşim yerinin hemen doğusundan itibaren ise KB-GD uzanımlı fay kolları ile temsil edilmektedir (Şekil 2). Fay geometrisi genel anlamda çizgisel olup yer yer sağa sıçramalı fay kolları ve bu sıçrama alanlarında genişlemeli yapılar ile tipiktir.



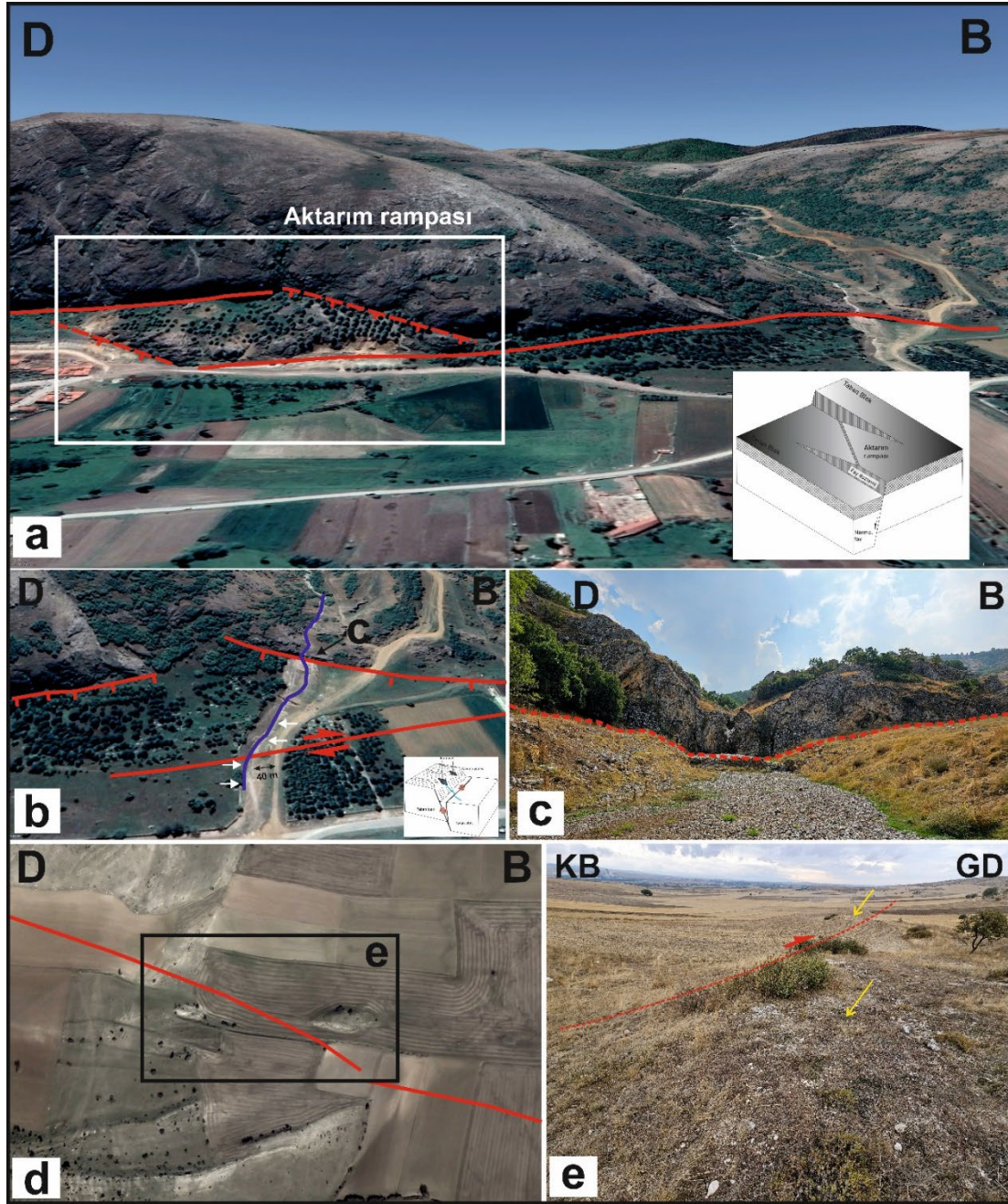
Şekil 2: Eskişehir Fayı İnönü-Oklubalı segmentinin genel uzanımı a) Taban harita olarak kullanılan sayısal yükseklik modeli Open Topo Map (2023) veri tabanından alınmıştır, b) Taban harita olarak kullanılan uydu görüntüsü için World Imagery görüntüsü kullanılmıştır (Sarı dikdörtgen Oklubalı Hendeği konumunu, siyah dikdörtgenler ilgili şekillerde görülen arazi verilerinin yerlerini göstermektedir.)

Figure 2: General extension of the İnönü-Oklubalı segment of the Eskişehir Fault a) The digital elevation model used as the base map was taken from the Open Topo Map (2023) database, b) World Imagery image was used for the satellite image used as the base map (Yellow rectangle shows the location of Oklubalı Trench, black rectangles are the locations of the field data seen in the related figures.)

Çalışma alanında faya ait en önemli morfolojik yapılar İnönü ilçesi yerleşim yerinin güneyinde gözlenen fay sarplıklarıdır. Bu alanda fay boyunca gelişmiş olan fay şevleri, çizgisel dağ önleri, kolüvyal fay önü çökelleri, üçgen yüzeyler, aktarım rampası, asılı vadi, ötelenen dereler gibi faylanmaya ait morfolojik ve jeolojik yapılar dikkat çekmektedir. İnönü ilçesinin güneyinde yer alan dağ önü boyunca Eskişehir Fayı'na ait hem normal bileşenli faylanmayı hem de doğrultu atımlı faylanmaya işaret eden fay düzlemleri yer almaktadır. Örneğin, İnönü ilçesinin yaklaşık 2 km güneybatısında KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylanmayı gösteren iyi korunmuş fay düzlemi dikkat çekmektedir (Şekil 3a,b). Fayın morfolojik izleri takip edildiğinde, doğrultu atımın görüldüğü fay düzleminin 500 m doğusunda ise normal faylar boyunca gelişmiş olan morfolojik yapılardan olan asılı vadi görülmektedir (Şekil 4b,c). Asılı vadinin 120 m kadar kuzeyinde ise bir derede, güncel morfolojiyi denetleyen fayın uzanımı ile uyumlu yaklaşık 40 metre sağ yanıl ötelenme gözlenmektedir (Şekil 4b). Asılı vadiden doğuya doğru fay takip edildiğinde, en-echelon olarak gelişmiş yarı paralel normal fayları birbirine bağlayan aktarım rampası dikkat çekmektedir (Şekil 4a). İnönü ilçesinin hemen güneyinde ise genel doğrultusu D-B olan ve fay tarafından oluşturulmuş olan sarplıkta gelişmiş kayma düzlemi üzerindeki fay çizikleri ve kertikleri gibi kinematik göstergeler normal ve oblik faylanmaya işaret etmektedir (Şekil 3c,d,e,f).



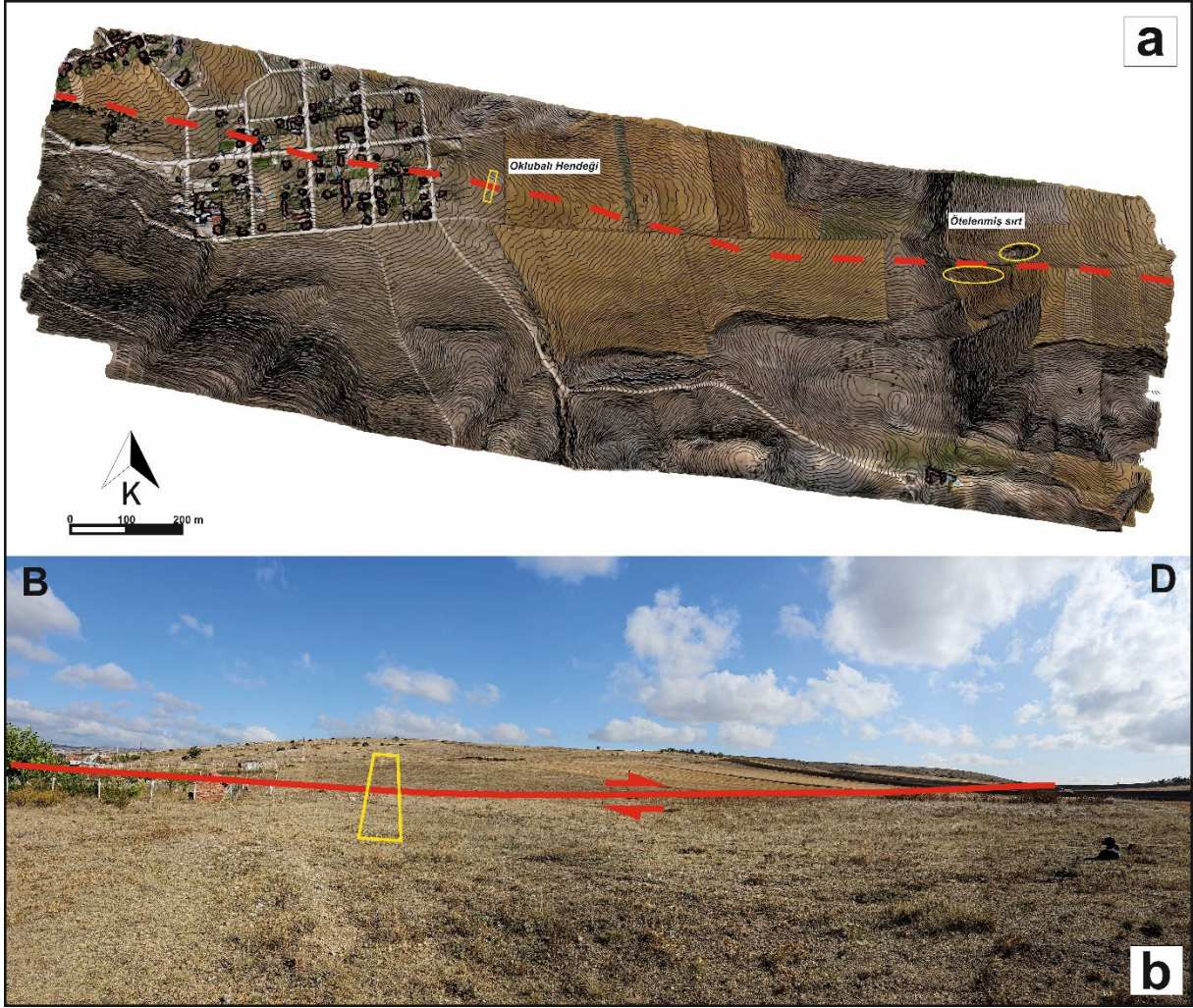
Şekil 3: İnönü ilçesinde dağ önü boyunca gözlenen Eskişehir fayına ait kayma düzlemlerinin genel görünümü; a,b) kayma düzlemleri üzerinde gelişmiş doğrultu atımlı hareketi gösterir kayma çizikleri c,d,e,f) kayma düzlemleri üzerinde gelişmiş eğim ve verev atımlı hareketi gösterir kayma çizikleri
Figure 3: General view of the fault planes of the Eskişehir fault observed along the mountain front in İnönü district; a,b) slip striations showing the strike-slip offset, c,d,e,f) slip striations showing the dip-slip and the oblique offset



Şekil 4: a) Normal fayları birbirine bağlayan aktarım rampası (aktarım rampasının şematik gösterimi Peacock ve Parfitt (2002)'den yeniden çizilmiştir.), b) asılı vadi ve hemen güneyinde sağ yanal ötelenmiş dere (beyaz oklar), c) asılı vadinin yakın görünümü, d) Oklubalı'nın güneydoğusunda yer alan ötelenmiş sırtın uydu görüntüsü, e) ötelenmiş sırtın yakın görünümü

Figure 4: a) Relay ramp linking the normal faults (schematic diagram of the relay ramp redrawn from Peacock and Parfitt (2002)), b) hanging valley and right-lateral offset stream south of it (white arrows), c) close-up view of the hanging valley, d) satellite image of the offset ridge southeast of Oklubalı, e) close-up view of the offset ridge

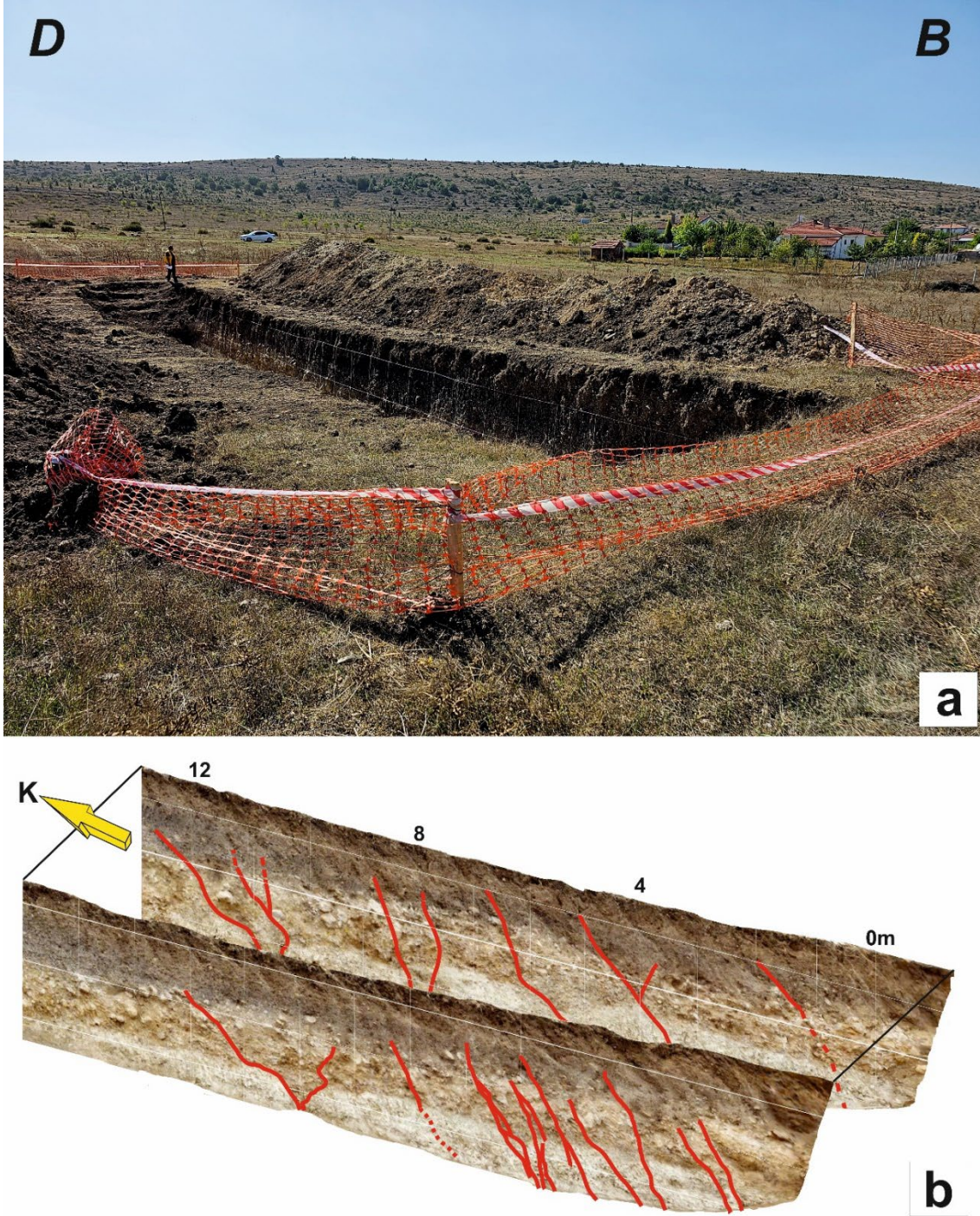
İnönü-Oklubalı segmenti boyunca fayın gidişinin GD'ya dönerek devam ettiği alanda fayın uzanımı ile uyumlu morfolojik çizgisel sarplıklar tipiktir (Şekil 5). Fay tarafından şekillendirilmiş olan morfoloji, fayın boyun yaptığı alana kadar takip edilebilmektedir. Fayın boyun yaparak GD'ya devamında ise fay tarafından ötelenmiş sırt dikkat çekmektedir (Şekil 4 d,e). Ancak, bu ötelenmiş sırtın güneydoğuya doğru devamında faylanmaya ait belirgin bir morfoloji izlenmemektedir.



Şekil 5: a) Eskişehir Fayı'nın Okklubalı civarındaki uzanımı, b) fayın uzanımı ile uyumlu morfolojik sarplık üzerindeki hendek lokasyonunu gösteren arazi fotoğrafı
Figure 5: a) Extension of the Eskişehir Fault in the vicinity of Oklubalı, b) field photograph showing the trench location on the morphological escarpment consistent with the fault extension

4. OKLUBALI HENDEĞİ

Eskişehir Fayı'nın Geç Kuvaterner aktivitesi ve eski deprem kronolojisinin ortaya konulabilmesi amacıyla İnönü-Okklubalı segmenti boyunca paleosismolojik fay kazısı yapılmıştır. Fay haritalama çalışmaları ve tektonik jeomorfoloji gözlemleri sonucunda, Okklubalı yerleşim yerinin hemen güneydoğusunda, fay tarafından şekillendirilmiş olan genç ve tarihlendirilebilir çökellerin yer aldığı morfolojik olarak görece yayvan bir boyun yapısı üzerinde hendek lokasyonu seçilmiştir. Bu alanda fayın uzanımına dik olacak şekilde yaklaşık K-G doğrultulu açılan hendek, 28 metre uzunluğunda, 4.7 metre genişlikte ve ortalama 3.2 metre derinliğindedir (Şekil 6).



Şekil 6: a) Oklubalı hendek alanı fay morfolojisi, b) yorumlanmış hendek duvarı panoramik fotoğrafları
Figure 6: a) Fault morphology of Oklubalı trench area, b) interpreted panoramic photographs of the trench wall

4.1) Stratigrafi

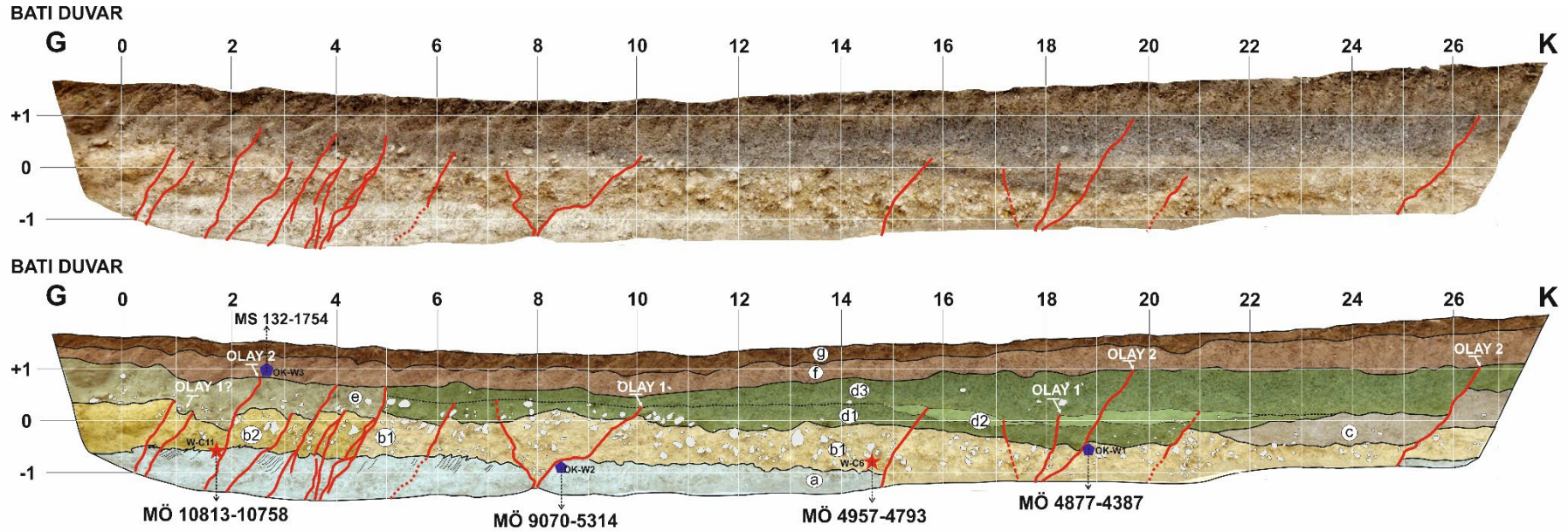
Oklubalı hendeğinde çift duvar başarılı bir şekilde loglanmış, her iki duvarda stratigrafik olarak 7 farklı birim ayırt edilmiştir (Tablo 1). Stratigrafik olarak tanımlanan en yaşlı birim Miyosen yaşlı kireçtaşı-marn ardalanmasına (a) ait ayrışma zonu olup, bu zon daha genç sedimanter paketler ile üzerlenmektedir. En alt seviyede yer alan ana kayanın üzerinde, bloklu-yarı köşeli iri çakıllı (b1) ve yarı/tam köşeli orta çakıllı (b2) kolüvyal çökeller tanımlanmıştır. Bu birimin üzerinde ise, hendeğin sadece kuzey ucunda organik olarak zengin paleotoprak birimi (c)

gözlenmektedir. Akarsu ortamında çökelen, yer yer çakıl içeren koyu kahverengi kalışli kil (d1), yer yer orta/iri çakıl içeren siltli kaba kum (d2) ile koyu kahverengi kalışli kil (d3) birimlerinden oluşan paket ise bu birimlerin üzerinde yer almaktadır. Hendeğin güney ucunda ise *d* birimleri ile yan yana gelmiş olan ve benzer özellikler gösteren ince-orta çakıl içeren kahverengi kalışli kil (e) birimi yer almaktadır. Bu birimler üstte doğru yer yer orta çakıl içeren kahverengi silt (f) birimi tarafından üzerlenirken, en üstte ise tüm birimler güncel bitkisel toprak seviyesi (g) tarafından örtülürler.

4.2) Yapısal ilişki

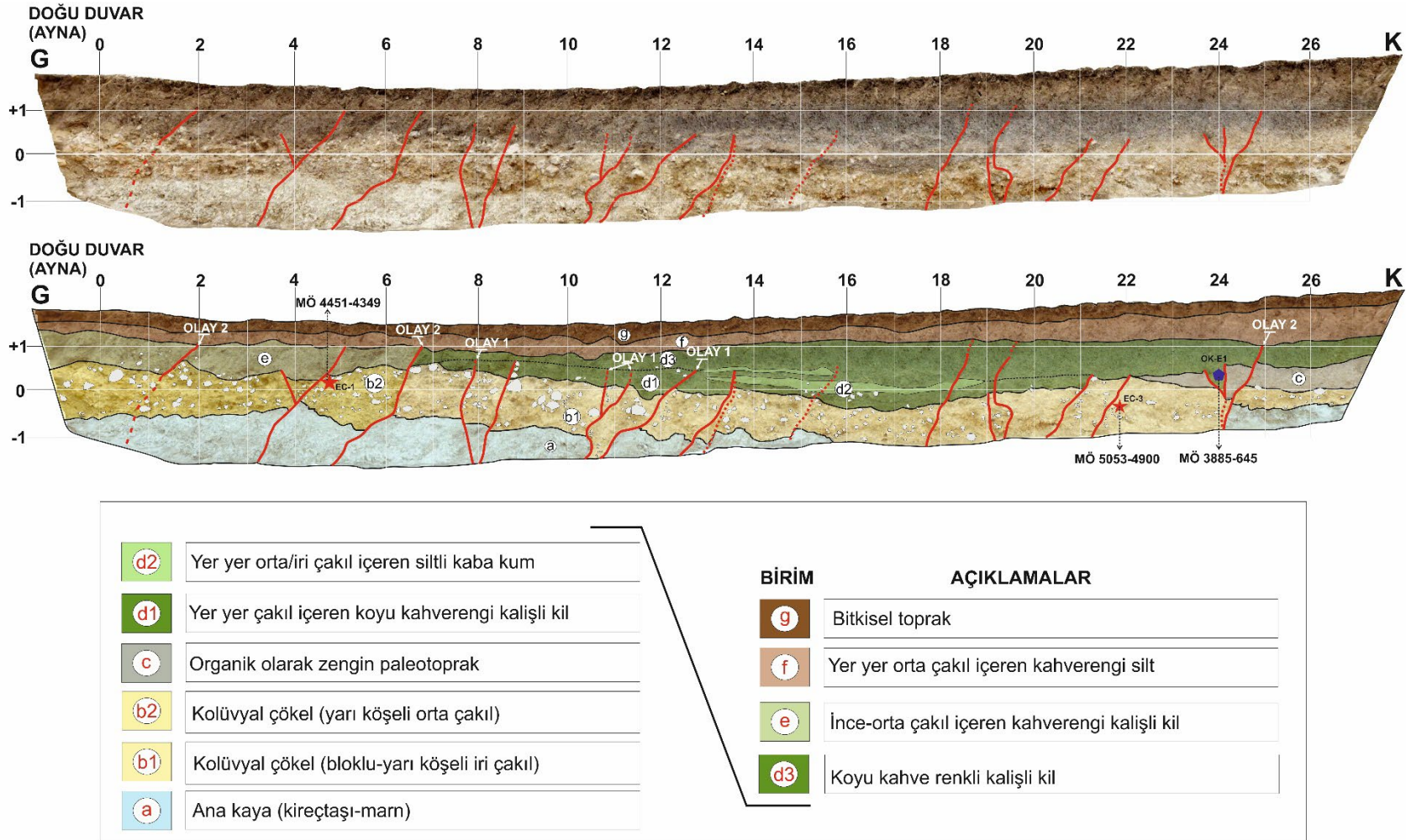
Oklubalı hendeğindeki deprem ilişkili deformasyon yaklaşık 25 m genişlikteki bir zon içerisinde gelişmiştir. Bununla birlikte hendeğin güneyinde gözlenen ana kayanın makaslama zonu içerisinde yoğun deformasyona uğradığı görülmektedir. Hendek, fayın türü göz önünde bulundurularak, fay gidişi ve varsa düşey yer değiştirmelerin de ortaya konulabilmesi için geniş ve derin açılmıştır (Şekil 7, Şekil 8). Fayların birimleri kesme ve birimler tarafından örtülme ilişkilerine göre değerlendirildiğinde 2 farklı olaya ait kırıkların varlığı dikkati çekmektedir. Hendek boyunca ilk olaya ait kırıklar hendek *a*, *b1*, *b2*, *d1* ve *d2* birimlerini kesmekte ve hendeğin güney kesiminde *e* birimi, hendeğin orta ve kuzey kesiminde ise *d3* birimi tarafından örtülmektedir. Aynı zamanda, bu olaya ait kırıkların hendeğin güney kesiminde bloklu ve iri çakıllı kolüvyal çökeller (*b1*) ile orta çakıllı kolüvyal çökelleri (*b2*) yan yana getirdiği görülmektedir. Hendek boyunca görülen 2'nci olaya ait kırıklar yaşlıdan gence sırasıyla, *a*, *b1*, *b2*, *d1*, *d2*, *d3* ve *e* birimlerini kesmekte ve *f* birimi tarafından örtülmektedir. 2'nci olaya ait kırıklar yüzeye en yakın kırıkları içermekte ve güneyde yüzeyden yaklaşık 50-60 cm derinde kuzeyde ise yüzeyden yaklaşık 90 cm derinde sonlanmaktadır. Her iki olayla ilişkili kırıklar boyunca çakılların uzun eksenleri boyunca kırıklara paralel şekilde dizilim gösterdikleri dikkati çekmektedir.

Tüm kırıklar birlikte değerlendirildiğinde kırıkların neredeyse tamamının güneye yüksek eğimli (70-90°) bir geometri sundukları görülmektedir. Olaylara ait kırılmalar tekil olarak değerlendirildiğinde 1'inci olaya ait kırıklarda 10-20 cm'ye kadar ulaşan düşey yer değiştirmeler görülmektedir. Benzer şekilde 2'nci olaya ait kırıklarda ise 30-40 cm'ye ulaşan düşey yer değiştirmeler görülmektedir. Kırıkların stratigrafik birimler ile olan kesme ve yer değiştirme ilişkileri bir arada değerlendirildiğinde fayların doğrultu atım ile beraber eğim atımlı normal bileşene (transtansiyonel) sahip oldukları görülmektedir.



BİRİM	AÇIKLAMALAR
d2	Yer yer orta/iri çakıl içeren siltli kaba kum
d1	Yer yer çakıl içeren koyu kahverengi kilişli kil
c	Organik olarak zengin paleotoprak
b2	Kolüvyal çökel (yarı köşeli orta çakıl)
b1	Kolüvyal çökel (bloklı-yarı köşeli iri çakıl)
a	Ana kaya (kireçtaşı-marn)
g	Bitkisel toprak
f	Yer yer orta çakıl içeren kahverengi silt
e	İnce-orta çakıl içeren kahverengi kilişli kil
d3	Koyu kahve renkli kilişli kil

Şekil 7: Oklubalı hendeği batı duvarı fotomozayik ve yorumlanmış logu (Kırmızı yıldızlar C14, mavi altgenler ise OSL örneklerinin yerini göstermektedir.)
Figure 7: Photomosaic and interpreted trench log of west wall of Oklubal trench (Red stars indicate the location of C14 samples, while blue hexagons indicate the location of OSL samples.)



Şekil 8: Oklubalı hendeği doğu duvarı(ayna görünümü) fotomozayik ve yorumlanmış logu (Kırmızı yıldızlar C14, mavi altigenler ise OSL örneklerinin yerini göstermektedir.)

Figure 8: Photomosaic and interpreted trench log of east wall (mirror symmetry) of Oklubalı trench (Red stars indicate the location of C14 samples, while blue hexagons indicate the location of OSL samples.)

4.3) Olay kronolojisi

Oklubalı hendeği duvarlarında ayırt edilen olayları tarihlendirmek amacıyla stratigrafik birimlerden 4 adet C14 ve 4 adet OSL olmak üzere 8 ayrı örnekleme yapılmıştır (Tablo 1). Stratigrafik birimlerden (a, b1, b2, d3 ve f) alınan örneklerden elde edilen yaşlar olası olay ilişkilerini doğrular niteliktedir. Elde edilen yaş sonuçlarına göre, ana kayanın ayrışma zonundan alınan C14 örneği MÖ 10813-10758 yıllarına tarihlenmiştir. Aynı birimden alınan OSL (Optically Stimulated Luminescence- Optik Uyarmalı Lüminesans) örneği ise MÖ 9070-5314 yıllarına tarihlenmiştir. b1 birimi içerisinde farklı seviyelerden alınan C14 örnekleri MÖ 5053-4900 ve MÖ 4957-4793 tarihlenmiş, aynı birimden alınan OSL örneği ise C14 örnekleri ile uyumlu olarak MÖ 4877-4387 yıllarına tarihlenmiştir. b2 biriminden alınan örnek MÖ 4451-4349 yıllarına tarihlenmiştir. Hendeğin kuzey kesiminde 1'inci olaya ait kırıkları örten d3 biriminden alınan örnek MÖ 3885-645 yıllarına tarihlenmiştir. d3 biriminin 1'inci olaya ait kırık ve bu kırığa antitetik konumda gelişmiş kırığı doldurduğu görülmektedir. d3 biriminin 1'inci olaya ait kırıkların üst sınırını örtmesi ve açılma geometrisi sunan kırıkları doldurması 1'inci olayın MÖ 4000'li yıllarda meydana gelen bir depremle kırılmış olabileceğini göstermektedir (Şekil 9).

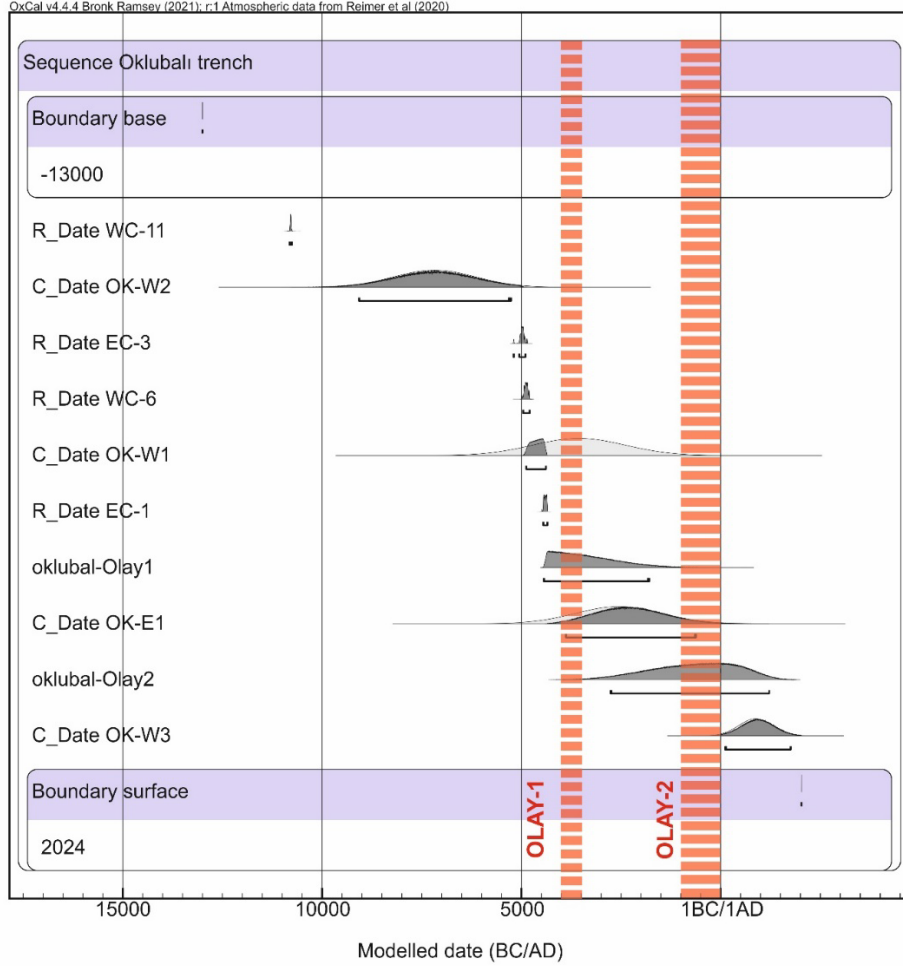
Hendekte ayırt edilen 2'nci olaya ait kırıklar f birimi tarafından örtülmektedir. f biriminden alınan örnek MS 132-1754 yıllarına tarihlenmiştir.

Oklubalı hendeğinden elde edilen veriler, Eskişehir Fayı üzerinde meydana gelen son depremlerin fayın önceki yüzey kırıkları üzerinde meydana geldiğini işaret etmektedir. Hendekte gözlenen kırıkların stratigrafik birimleri kesme ve yerdeğiştirme özellikleri, fay geometrisinin düşey bileşene sahip doğrultu atımlı fay karakterinde olduğunu göstermektedir.

Tablo 1: Oklupal hendeği radyokarbon ve OSL yaş analiz sonuçları (Geleneksel radyokarbon yaşları, Reimer ve diğ. (2020) veri tabanına göre kalibre edilerek takvim yaşına OxCal formatında dönüştürülmüş ve Ramsey (2009)'da verilen olasılık yöntemi kullanılarak en yüksek ihtimalli yaş aralıkları (INTCAL13) belirlenmiştir.)

Table 1: Radiocarbon and OSL age analysis results of the Oklupalı trench (Conventional radiocarbon ages were calibrated according to the Reimer et al. (2020) database and converted to calendar age in OxCal format and the highest probability age intervals (INTCAL13) were determined using the probability method given in Ramsey (2009).)

Hendek	Stratigrafik birim	Örnek No	Malzeme türü	Geleneksel radyokarbon yaşı		Takvim yılına kalibre edilmiş radyokarbon yaşı
				Yaş (GÖ)	Olasılık (%)	Tarih (MÖ/MS)
OKLUBALI	f	OK-W3	OSL	1150±420	95.3	MS 132-1754
	d3	OK-E1	OSL	4580±1080	95.4	MÖ 3885 - 645
	b2	EC-1	Kavkı	5571±29	95.4	MÖ 4451 - 4349
	b1	OK-W1	OSL	5580±1160	95.4	MÖ 4877 - 4387
	b1	WC-6	Sediman	5995±30	95.4	MÖ 4957 - 4793
	b1	EC-3	Sediman	6071±29	92.5	MÖ 5053 - 4900
	a	OK-W2	OSL	9200±1030	95.2	MÖ 9070 - 5314
	a	WC-11	Kavkı	10772±39	95.4	MÖ 10813 - 10758



Şekil 9: Oklubalı hendek duvarlarından toplanan radyokarbon yaşlarından elde edilen kalibre edilmiş C14 ve OSL yaşlarının olasılıksal dağılımı

Figure 9: Probability distribution of calibrated ¹⁴C ages obtained from radiocarbon dates collected from the trench walls of Oklubalı

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Arazide yaklaşık 19 km'lik bir uzanım boyunca takip edilebilen İnönü-Oklubalı segmenti, genel anlamda D-B doğrultusunda uzanmakta ve Oklubalı doğusunda GD'ya kavis yaparak sonlanmaktadır. Yapılan gözlemler segmentin bölgedeki deformasyonda önemli bir rolü olduğu ve morfolojiyi denetlediğini göstermektedir.

İnönü-Oklubalı segmentinde yapılan jeolojik arazi gözlemleri, fay uzanımı boyunca eğim atımlı düşey yer değiştirmelerin varlığını belirgin şekilde ortaya koymaktadır. Düşey yer değiştirmeye ait bu veriler tamamıyla fay düzlemlerindeki kinematik verilerle kendini kanıtlamaktadır. Özellikle İnönü yakınlarında görece belirgin olan fay sarplığı, baskın normal faylanmanın jeolojik geçmişte uzunca bir dönem bölgeyi kontrol ettiğinin göstergesidir. Bununla birlikte, özellikle genç dere yatağı yer değiştirmeleri ve benzeri morfolojik belirteçler bu uzanım boyunca güncel hareketin doğrultu atımlı karaktere evrildiğini göstermektedir. Örneğin Şekil 4b'de sunulan morfolojik sarplık önünde genç bir dere yatağı net şekilde çarpılmakta ve fay morfolojisi boyunca sağ yanal yer değiştirmektedir. Önceki çalışmalarda (örneğin; Heidbach ve diğ. 2016 ve Seyitoğlu ve diğ. 2016) ortaya konulan baskın gerilme yönleri ve deprem odak mekanizmaları da güncel doğrultu atımlı hareketin varlığını destekler niteliktedir. Bu çalışma kapsamında Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı segmentinde yürütülen paleosismolojik çalışmalar ile literatürde ilk kez segmentin Holosen aktivitesine dair analitik yaş verileri elde

edilmiştir. Hendek çalışmasında belirlenen güncel fay izlerine ait geometri, İnönü-Oklubalı segmentinin güncel olarak doğrultu atımlı faylanma karakterine sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Stratigrafik olarak ayırt edilen olay tanımlamaları, segment üzerinde son 10800 (W-C11) yıl içerisinde çökelmiş birimlerin en az 2 farklı deprem ve yüzey faylanması ile kesildiğini göstermektedir. Bu durum fay uzanımının tekrarlanan depremler ürettiğini ve Holosen döneminde aynı uzanımı kullandığını kanıtlamaktadır.

Eskişehir Fayı'nın genel uzanımı boyunca farklı segmentlerinde yapılan paleosismolojik çalışmalarda, fayın Holosen aktivitesi kanıtlanmış olmakla birlikte, deprem tekrarlanma aralıklarına ait kısıtlı veriler sunulmuştur. Örneğin, Ocakoğlu ve diğ. (2005) Sultandere, Çukurhisar ve İnönü segmentleri üzerinde yaptığı derin hendek çalışmalarında olasılıkla sedimantasyon hızının deprem tekrarlanma aralığına oranla daha yüksek olması yüzünden herhangi bir güvenilir paleosismolojik veri elde edememiştir. Altunel ve diğ. (2015) ise, Eskişehir'in yaklaşık 8 km batısında açtıkları bir hendekte alüvyal bir terasın fay tarafından kesildiğini ve fay aynası önünde kolüvyal kamaların geliştiğini gözlemişler ve bu çökeller içinde son 12000 yıl içinde en az 3 adet yüzey kırığı oluşturan deprem tarihlendirmişlerdir. En son depremin ise günümüzden yaklaşık 3200 yıl önce meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir. Kürçer ve diğ. (2014), ise Turgutlar-Kalkanlı segmenti üzerinde yaptıkları paleosismolojik hendek çalışmasında en az 3 paleosismik olayın varlığını ortaya koymuştur. Hendekten toplanan verilere göre son paleosismik olayın MS 1280-1320 arasında oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Çalışma alanında İnönü-Oklubalı segmentinde elde edilen en önemli eski deprem verisi ise Ocakoğlu ve diğ. (2009) tarafından öne sürülmüştür. İnönü'de fay boyunca gelişmiş 3 moloz akması 18000 yıl, 7900 yıl öncesine ve 1960'lara tarihlendirilmiş ve bu kütle hareketini tetikleyen en önemli etkenlerden birinin fay boyunca ortaya çıkan depremler olabileceği öne sürülmüştür.

Bu çalışmada gerçekleştirilen paleosismolojik hendek çalışmalarında elde edilen veriler tekrarlayan yüzey faylanmalarını ayırt etmeye yetecek veri sunmamış olmakla birlikte, 2 eski yüzey faylanmasının net olarak ayırtlanmasını sağlamıştır. Hendek loglarının paleosismolojik yorumlarına göre, bir önceki olay günümüzden yaklaşık 6000-6500 yıl önce (%80 ihtimal); en genç olay ise günümüzden yaklaşık 2000-3000 yıl önceye (%70 ihtimal) tarihlendirilmiştir. Hendek içerisinde saptanan depremler Eskişehir ve çevresinin tarihsel dönem kataloglarının geriye yönelik sınırlandırmaları nedeniyle tarihsel kayıtlar ile ilişkilendirilememiştir. Bununla birlikte segment üzerinde Ocakoğlu ve diğ. (2009) tarafından önerilen tetiklenmiş kütle hareketi (yaklaşık günümüzden 7900 yıl önce) ile tarafımızdan tarihlenen önceki yüzey faylanması (Olay1, günümüzden 6000-6500 yıl önce) olaylarının hata payları da göz önünde bulundurulurken aynı büyük depreme işaret edebilme durumu dikkate değerdir. Dahası Altunel ve diğ. (2015) tarafından önerilen 3200 yıl önceki yüzey faylanması, komşu segmentle birlikte bir arada kırılma ve/veya yakın zamanda fay üzerinde aktarılan gerilme ile yeni depremin tetiklenmesi olarak değerlendirilebilir.

Mevcut bulgulara göre, Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı segmentinin kabaca 3000-3500 yıl aralıklı yüzey kırığı ürettiği ve son yüzey faylanmasından bu yana 2500-3000 yıl geçtiği öne sürülebilir. Ayrıca elde edilen bulgular, tarihsel deprem kataloglarında 10 Temmuz 1895 tarihli İnönü (Ambraseys 2009) ve 20 Şubat 1956 ($M_w= 6.5$) Eskişehir depremlerinin yüzey kırığı geliştirmediklerine veya Eskişehir Fayı'nın İnönü-Oklubalı segmentinden kaynaklanmadığına işaret etmektedir. Bu durum, son depremden sonra geçen zaman göz önüne alındığında, iki şekilde yorumlanabilir: 1) 20 Şubat 1956 ($M_w= 6.5$) Eskişehir depremi herhangi bir yüzey faylanması oluşturmamıştır ve Turgutlar Kalkanlı segmenti tekrarlanma aralığı (Altunel ve diğ. 2015) ile birlikte değerlendirildiğinde fay uzanımı 3000 yıllık bir suskunluk ile önem taşımaktadır, 2) 20 Şubat 1956 ($M_w= 6.5$) Eskişehir depremi komşu Turgutlar-Kalkanlı segmentinde yüzey kırığı oluşturmuştur ve olasılıkla İnönü-Oklubalı segmentinde gerilme yüklenmesine sebep olmuştur. Her iki durumda yaklaşık 19 km'lik fay segmenti üzerinde önerilen en az 1 mm/yıllık kayma hızı (Ocakoğlu ve Açıkalin 2009) ve 3000 yıllık suskunluk ile

birlikte değerlendirildiğinde, segment boyunca her an yüzey kırığı üretebilecek büyüklükte deprem meydana gelme riski oldukça yüksektir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2024. DDA deprem kataloğu, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/event-catalog>.

Aktuğ B., Parmaksız E., Kurt M., Lenk O., Kılıçoğlu A., Gürdal M.A., Özdemir S., 2013. Deformation of Central Anatolia: GPS Implications, *Journal of Geodynamics*, 67-78.

Altunel E., Barka A., 1998. Eskişehir Fay Zonunun İnönü ve Sultandere arasında neotektonik aktivitesi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 41, 41-52.

Altunel E., Ocakoğlu F., Karabacak V., Orhan A., Yalçiner C.Ç., 2003. Odunpazarı Belediyesi İçinde İmara Kapatılan Alanın Yerleşime Uygunluk Açısından İncelenmesi, Odunpazarı Belediyesi İçin Hazırlanmış Etüt Raporu (yayımlanmamış).

Altunel E., Karabacak V., Yalçiner C.Ç., Altınok S., Tunçel E., Kurban Y.C., 2015. Eskişehir Fayı'nın Paleosismolojisi, UDAP G-13-17 proje sonuç raporu, 126 s.

Ambraseys N.N., 2009. Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900. Cambridge University Press. ISBN 978 0 521 87292 8. <https://doi.org/10.1017/S0016756810000452>.

Ayday C., Atlan M., Nefeslioğlu H.A., Canıgür A., Yerel S., Tün M., 2001. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Eskişehir Yerleşim Yerinin Yerleşim Amaçlı Jeoloji ve Jeoteknik Etüt Raporu. Anadolu Üniversitesi, Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü, Eskişehir.

Barka A., 1992. The North Anatolian fault zone, *Annales Tectonicae*, 6, 164-195.

Barka A., Kadinsky-Cade K., 1988. Strike-Slip Fault Geometry in Turkey and Its Influence on Earthquake Activity, *Tectonics*, 7, 663-684.

Barka A., Reilinger R., Şaroğlu F., Şengör A.M.C., 1995. The Isparta Angle: Its evolution and importance in the tectonics of the eastern Mediterranean region: Int. Earth Sci. Colloq. Aegean Region, Abs., p.6.

Canitez N., Üçer B., 1967. Computer determinations for the fault-plane solutions in and near Anatolia, *Tectonophysics*, 4, 235-244.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Elmacı H., Olgun Ş., Şaroğlu F., 2013. 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi, Ankara, Türkiye.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Şaroğlu F., Olgun Ş., Elmacı H., Çan T., 2018. Active Fault Database of Turkey. *Bull Earthquake Eng.*, <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0041-2>.

Gözler M.Z., Cevher F., Küçükayman A., 1985. Eskişehir civarının jeolojisi ve sıcak su kaynakları, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 21, 39-54.

Heidbach O., Custodio S., Kingdon A., Mariucci M.T., Montone P., Müller B., Pierdominici S., Rajabi M., Reinecker J., Reiter K., Tingay M., Williams J., Ziegler M., 2016. Stress Map of the Mediterranean and Central Europe 2016, GFZ Data Services, <https://doi.org/10.5880/WSM.Europe2016>.

Karabacak V., Sançar T., Yıldırım G., Uysal T., 2022. When did the North Anatolian fault reach southern Marmara, Turkey? *Geology*, 50, 432-436, <https://doi.org/10.1130/G49726.1>.

Koçyiğit A., 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 18(3-4), 167-208. <https://doi.org/10.3166/ga.18.167-208>.

KRDAE, 2024. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>.

Kürçer A., Pekkan E., Tün M., Kahraman S., 2014. The first paleoseismic and new neotectonic data from Eskişehir fault, major Anatolian neotectonic structure, Central Anatolia, Turkey, Geophysical Research Abstracts, 16, EGU2014-11937.

McKenzie D., 1972. Active Tectonics of Mediterranean Region, *Geophys. J.R. Astro. Soc.*, 30, 109-185.

Ocakoğlu F., 2007. A re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey, *J. Asian Earth Sci*, 31, 91-103.

Ocakoğlu F., Açıkalın S., 2009. Late Pleistocene fault-induced uplift and consequent fluvial response in Eskişehir Fault Zone NW Anatolia, *Zeitschrift Fur Geomorphologie*, 53(1), 121-136.

Ocakoğlu F., Açıkalın S., 2010. Field evidences of secondary surface ruptures occurred during the 20 February 1956 Eskişehir earthquake in the NW Anatolia, *J. Earth Syst. Sci.*, 119(6), 841-851.

Ocakoğlu F., Açıkalın S., Gökçeoğlu C., Karabacak V., Cherkinsky A., 2009. A multistory gigantic subaerial debris flow in an active fault scarp in NW Anatolia, Turkey: anatomy, mechanism and timing, *The Holocene*, 19(6), 955-965.

Ocakoğlu F., Açıkalın S., Gökçeoğlu C., Nefeslioğlu H.A., Sönmez H., 2007. Back-analysis of the source of the 1956 Eskişehir Earthquake using attenuation equation and damage data, *B. Eng. Geo. I Env.*, 66, 353-360.

Ocakoğlu F., Altunel E., Yalçiner C.Ç., 2005. Eskişehir bölgesinin neotektonik dönemdeki tektono-stratigrafik ve sedimantolojik gelişimi, Eskişehir, Turkey: Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Final Raporu (in Turkish).

Okay A.I., Satir M., Zattin M., Cavazza W., Topuz G., 2008. An Oligocene ductile strike-slip shear zone: The Uludağ Massif, northwest Turkey—Implications for the westward translation of Anatolia, *GSA Bulletin* 120, 893-911.

Open Topo Map, 2023. Topographische Karten aus OpenStreetMap, Erişim adresi: <https://opentopomap.org/>.

Öcal N., 1959. 20 Şubat 1956 Eskişehir Zelzelesinin Makro ve Mikrosismik Etüdü. İstanbul, Turkey: İTÜ Sismoloji Enstitüsü (in Turkish).

Özalp S., Emre Ö., Doğan A., 2013. The segment structure of Southern Branch of the North Anatolian Fault and paleoseismological behaviour of the Gemlik Fault, NW Anatolia. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 147, 1-17.

Peacock D., Parfitt E., 2002. Active relay ramps and normal fault propagation on Kilauea Volcano, Hawaii, *Journal of Structural Geology- J. STRUCT. GEOL.*, 24, 729-742.
[https://doi.org/10.1016/S0191-8141\(01\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0191-8141(01)00109-2).

Ramsey B.C., 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

Reillinger 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., Evren E., Dmitrotsa A., Filikov S.V., Gomez F., Al-Ghazzi R., 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.

Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E., Bayliss A., Blackwell P.G., Ramsey B.C., Butzin M., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., Manning S.W., Muscheller R., Palmer J.G., Pearson C., Van Der Plicht J., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Turney C.S.M., Wacker L., Adolphi F., Büntgen U., Capano M., Fahrni S.M., Fogtmann-Schulz A., Friedrich R., Köhler P., Kudsk S., Miyake F., Olsen J., Reining F., Sakamoto M., Sookdeo A., Talamo S., 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 2020, 62(4),725-757, <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>.

Selçuk A.S., Gökten E., 2012. Neotectonic characteristics of the İnönü-Eskişehir Fault System in the Kaymaz (Eskişehir) Region: influence on the development of the Mahmudiye-Çifteler-Emirdağ Basin, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21(4), 521-545.

Selim H.H., Tüysüz O., 2013. The Bursa-Gönen Depression, NW Turkey: a complex basin developed on the North Anatolian Fault, *Geological Magazine* 150(5), 801-821.

Seyitoğlu G., Ecevitöğlu G.B., Kaypak B., Güney Y., Tün M., Esat K., Avdan U., Temel A., Çabuk A., Telsiz S., Uyar Aldaş G.G., 2015. Determining the main strand of the Eskişehir strike-slip fault zone using subsidiary structures and seismicity: a hypothesis tested by seismic reflection studies, *Turkish J. Earth. Sci.*, 24, 1-20.

Seyitoğlu G., Esat K., Temel A., Telsiz S., 2010. Determination of main strand of a strike-slip fault by using subsidiary structures: Eskişehir Fault Zone as a case study. In: *Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia, Abstracts with Programs (8-1)*. Ankara, Turkey: METU, p. 38.

Seyitoğlu G., Kaypak B., Aktuğ B., Gürbüz E., Esat K., Gürbüz A., 2016. An alternative route for the southern branch of the North Anatolian Fault Zone, NW Turkey, *Geological Bulletin of Turkey*, 59(2), 115- 130.

Seyitoğlu G., Esat K., 2022. Uludağ Extensional Metamorphic Core Complex: preliminary field observations, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 169, 49-61.

Şaroğlu F., Emre Ö., Doğan A., Yıldırım C.Ç., 2005. Eskişehir Fay Zonu ve Deprem Potansiyeli. Eskişehir Fay Zonu ve İlişkili Sistemlerin Depremselliği Çalıştayı, Osmangazi Üniversitesi, 28-30 Nisan 2005, Eskişehir, Bildiri Özleri Kitapçığı.

Şengör A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance, *J. Geol. Soc. London*, 136, 269-82.

Şengör A.M.C., Görür N., Şaroglu F., 1985. Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a case Study: Strike-Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation, Edited by Biddle, K.T, and Mineralogists Special Publication, No. 37, 227-264.

Şengör A.M.C., Tüysüz O., Imren C., Sakinç M., Eyidogan H., Görür N., Le Pichon X., Rangin C., 2005. The North Anatolian fault: A new look, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 33, 37-112.

Tokay F., Altunel E., 2005. Eskişehir Fay Zonu'nun İnönü-Dodurga Çevresinde Neotektonik Aktivitesi, *MTA Dergisi*, 130, 1-15

Tün M., Avdan U., Kaplan O., Güney Y., Çabuk A., Kaypak B., Uyar Aldaş G., Ecevitoglu B., Esat K., Seyitoğlu G., 2010. A new look to the Eskişehir Fault. Seismic Interpretation Session 2, No: 43. In: 19th International Geophysical Congress & Exhibition, Ankara, Turkey.

Yaltırak C., 2002. Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, *Marine Geology*, 190, 493-529.

Yaltırak C., Alpar B., Yüce H., 1998. Tectonic elements controlling the evolution of the Gulf of Saros (northeastern Aegean Sea, Turkey), *Tectonophysics*, 300, 227-248.

Yaltırak C., Mehmet S., Tapırdamaz C., Ocakoğlu F., Demiroğlu M., Özsayın E., Açıkalin S., 2010. Batı Anadolu ve Ege'de Miyosen tektonik bulmacasının kayıp parçası Trakya Eskişehir Fay Zonu TEFZ. 63. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Turkey.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 123G010 numaralı TÜBİTAK-KAMAG projesi (Yürütücü Prof. Dr. Volkan Karabacak) tarafından desteklenmiştir ve ilk yazarın (İsmet Elma) ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde devam eden doktora tezinin bir kısmını içermektedir. Çalışma sırasında tarihlendirme amaçlı radyokarbon çökeller TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi (MAM) laboratuvarlarında, OSL analizleri ise Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, hakem sürecinde yapıcı değerlendirmelerinden dolayı adı belirtilmemiş hakemlere ve ayrıca konu editörü Prof. Dr. Azad Sağlam Selçuk'a teşekkür eder. Yazarlar, analitik yaşların kalibrasyonu aşamasında görüşlerini paylaşan Doç. Dr. Cengiz Zabcı'ya ve arazi çalışmaları sırasındaki desteklerinden dolayı Mirza Agha Safarov'a teşekkür eder.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ

Yazarlar, bu araştırma kapsamında yer alan bilgilerin, herhangi bir kişiye, kuruma finansal çıkar sağlamayı ve kişisel/kurumsal menfaat kazandırmayı amaçlamadığını beyan etmektedir.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): V.K.
- Literatür araştırması (*Literature research*): İ.E., V.K.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): İ.E., B.Ö., V.K., Ç.Ö., Ö.S.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): İ.E., V.K.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): İ.E.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): V.K., Ç.Ö., Ö.S.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): İ.E., V.K., Ç.Ö., Ö.S.



Seismological Analysis of the September 5, 2012 Afyonkarahisar (Türkiye) Military Ammunition Depot Explosion

Irem Ozkavaf^{1,2} and Emrah Budakoglu³

¹ Sakarya University, Institute of Natural Sciences, 54050 Sakarya, Türkiye

² Anadolu Hayat Emeklilik, Istanbul Anatolia Regional Sales Directorate, 34758 İstanbul, Türkiye

³ Sakarya University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, 54050 Sakarya, Türkiye
ORCID: 0009-0006-4006-1782, 0000-0002-9897-2435

Keywords

Explosion seismology, Seismic and acoustic waves, Forensic seismology, Amount of explosive material

Highlights

- * Forensic seismology
- * Time and frequency domain analysis of seismograms
- * Estimation of the amount of detonate material using different methods

Aim

The study highlights the seismological analysis of a large explosion and its contribution to forensic processes

Location

This study has implemented in a field area Afyonkarahisar province

Methods

Explosion was analysed time-frequency environment, the amount of explosive were analysed by crater, magnitude and the secondary shock wave delay time methods

Results

The origin time of the explosion was 18:07:53.87 (UTC), $M_L=1.4$, the explosive yield was 21 t, and the dominant frequencies for P and acoustic waves were 3 and 20 Hz.

Supporting Institutions

The data used in the study were obtained from KOERI and AFAD

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 05.04.2024

Revised: 14.08.2024

Accepted: 15.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1465881



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Emrah Budakoglu

Email: ebudakoglu@sakarya.edu.tr

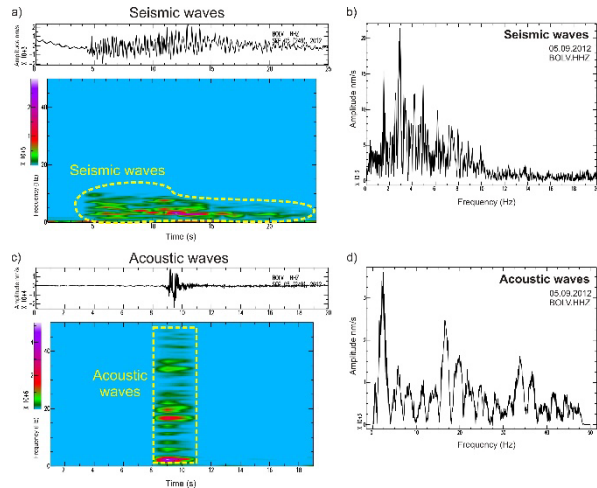


Figure
2012 Afyon ammunition depot explosion seismic wave seismogram and corresponding spectrogram (The spectrogram was calculated using the vertical component of the waveforms.)

How to cite:

Ozkavaf I., Budakoglu E., 2024. Seismological Analysis of the September 5, 2012 Afyonkarahisar (Türkiye) Military Ammunition Depot Explosion, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 369-386, <https://doi.org/10.46464/tdad.1465881>.



5 Eylül 2012 Afyonkarahisar (Türkiye) Askeri Mühimmat Deposu Patlamasının Sismolojik Analizi

İrem Özkavaf ^{1,2} ve Emrah Budakoğlu ³

¹ Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54050 Sakarya, Türkiye

² Anadolu Hayat Emeklilik, İstanbul Anadolu Bölge Satış Müdürlüğü, 34758 İstanbul, Türkiye

³ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 54050 Sakarya, Türkiye
ORCID: 0009-0006-4006-1782, 0000-0002-9897-2435

ÖZET

5 Eylül 2012 tarihinde Afyonkarahisar'daki 500. İstihkâm Ana Depo Komutanlığı Şehit Uzman Çavuş Mete Saraç Kışlası'nda bulunan 32 nolu mühimmat deposunda kuvvetli bir patlama meydana gelmiştir. Bu çalışmada patlamaya ilişkin sismik ve akustik dalga kayıtları zaman ve frekans ortamında incelenmiştir. Sismogramların analizinde patlamanın 18:07:53.87 (UTC)'de gerçekleştiği ve büyüklüğü $M_L=1.4$ olarak hesaplanmıştır. Üç farklı verim tahmini yönteminden ikincil şok dalgası gecikme süresi temelli analiz güvenilir bulunmuş ve infilak eden madde miktarı 21 ton olarak tespit edilmiştir. Frekans ortamı çalışmalarında P dalgalarının 3 Hz ve akustik dalgaların 20 Hz civarında baskın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, frekans ortamı analizlerinde çok kısa sürede birden fazla patlamanın gerçekleştiğine dair bulgulara rastlanmıştır. Patlamalara ilişkin sismolojik araştırmalar adli süreçlere, kriz yönetimine ve acil durum planlamalarına önemli katkı sunabilirler.

Anahtar kelimeler

Patlama sismolojisi, Sismik ve akustik dalgalar, Adli sismoloji, Patlayıcı madde miktarı

Öne Çıkanlar

- * Adli sismoloji
- * Sismogramların zaman ve frekans alanı analizi
- * Farklı yöntemler kullanılarak patlayan malzeme miktarının tahmini

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 05.04.2024

Düzeltilme: 14.08.2024

Kabul: 15.08.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1465881

Sorumlu yazar

Emrah Budakoğlu

Eposta:

ebudakoglu@sakarya.edu.tr

Seismological Analysis of the September 5, 2012 Afyonkarahisar (Türkiye) Military Ammunition Depot Explosion

İrem Ozkavaf ^{1,2} and Emrah Budakoglu ³

¹ Sakarya University, Institute of Natural Sciences, 54050 Sakarya, Türkiye

² Anadolu Hayat Emeklilik, İstanbul Anatolia Regional Sales Directorate, 34758 İstanbul, Türkiye

³ Sakarya University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, 54050 Sakarya, Türkiye
ORCID: 0009-0006-4006-1782, 0000-0002-9897-2435

ABSTRACT

On September 5, 2012, a powerful explosion occurred in Ammunition Depot No. 32 located in the Şehit Uzman Çavuş Mete Saraç Barracks of the 500th Engineering Main Depot Command in Afyonkarahisar. In this study, seismic and acoustic wave records related to the explosion were analysed in both time and frequency domains. Analysis of the seismograms determined that the explosion occurred at 18:07:53.87 (UTC) with a magnitude of $M_L=1.4$. Among three different yield estimation methods, the secondary shock wave delay time-based analysis was found to be reliable, and the amount of explosive material was estimated to be 21 tons. In the frequency domain studies, it was determined that the P-waves were dominant at around 3 Hz and the acoustic waves at around 20 Hz. Furthermore, findings from frequency domain analyses indicated the occurrence of multiple explosions within a very short time frame. Seismological investigations related to explosions can significantly contribute to forensic processes, crisis management, and emergency planning.

Keywords

Explosion seismology, Seismic and acoustic waves, Forensic seismology, Amount of explosive material

Highlights

- * Forensic seismology
- * Time and frequency domain analysis of seismograms
- * Estimation of the amount of detonate material using different methods

Manuscript

Research Article

Received: 05.04.2024

Revised: 14.08.2024

Accepted: 15.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1465881

Corresponding Author

Emrah Budakoğlu

Email:

ebudakoglu@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ

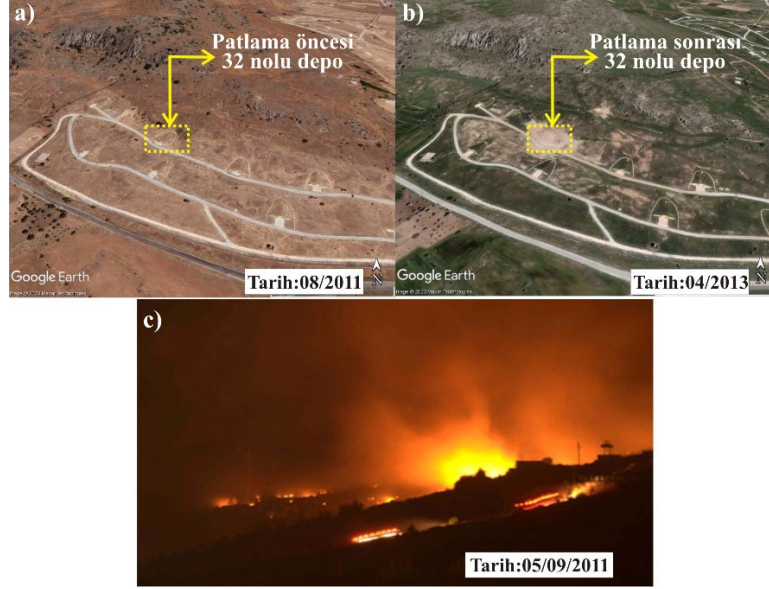
Adli bilimler, suç ve uyuşmazlıkların ortaya çıkarılması amacıyla kullanılan çok sayıda bilimin katkı sağladığı bilimler demeti olarak tanımlanmaktadır. Adli bilimler kendi özelinde düşünüldüğünde bir bilim hüviyeti kazanmamış olmasına rağmen farklı disiplinlerin (jeofizik, jeoloji, tıp, kimya, biyoloji, psikoloji ve sosyal bilim vb.) genel anlamda toplanması olarak nitelendirilebilir. Yer bilimlerinin son yıllarda gelişimine paralel olarak diğer farklı disiplinlere sağladığı katkılar azımsanmayacak derecede önemlidir. Jeoloji, Jeofizik, Jeokimya bilimleri ve alt dalları (sismoloji, mineraloji, sedimantoloji, jeomorfoloji vb.) kullanılarak adli olay soruşturmalarına büyük katkılar sağlanmaktadır. Son yıllarda özellikle doğal ve doğal olmayan sismik kaynakların detaylı analizleri soruşturmalara katkı sağlama açısından bir araç olarak kullanılmaktadır. Sismolojinin önemli bir kolu da adli (forensic) sismolojidir. Adli sismoloji, dünya genelinde soğuk savaş sırasında ortaya çıkmıştır. Çeşitli ülkelerin nükleer silahları geliştirme hamleleri ve geliştirilen silahların test edilmesi safhalarında meydana gelen sismik sinyallerin sismoloji bilimi tarafından izlenebilme yeteneğinin fark edilmesi dünyada merak uyandırmıştır. Sismik sinyallerin genellikle patlamaların olduğu yerlerden kilometrelerce uzakta tespit edilebilmesi, sismolojik yöntemlerin bu testleri gözlemlemek amacıyla kullanılmasının etkin bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Adli sismolojideki en büyük zorluklardan biri, depremler tarafından üretilen sismik sinyaller ile patlamalar tarafından üretilenler arasında ayrımın yapılmasıdır. Günümüzde bu konu da çok sayıda araştırmacı literatüre önemli katkılar sağlamıştır.

Dünya çapında sismolojik gözlemlerinin hızla gelişmesi, sismik gözlemlerin potansiyel olarak adli soruşturmaları desteklemek amacıyla nasıl kullanıldığına dair çok sayıda örnekle sonuçlanmıştır. Uçak kazaları sonucu meydana gelen sismik ve akustik sinyaller kullanılarak çarpma süreleri ve konum hakkında bilgiler (Kim ve diğ. 2001, McCormack 2003), terör saldırıları sonrasında patlama zamanı ve patlayıcı miktarına ilişkin tahminler (Koper ve diğ. 1999), yer altı nükleer denemeleri tespiti (Kim ve Richards 2007, Bowers ve Selby 2009, Zhang ve Wen 2015), kimyasal fabrika patlamalarına ilişkin detay tahminler (Budakoğlu 2022); patlama içeren hırsızlık olaylarına ilişkin sismolojik analizler (Hinzen ve diğ. 2022) bu kullanımlara verilebilecek önemli örneklerdir.

Bu çalışmada, 5 Eylül 2012 tarihinde Afyonkarahisar'daki 500. İstihkâm Ana Depo Komutanlığı Şehit Uzman Çavuş Mete Saraç Kışlası'nda bulunan 32 nolu mühimmat deposunda el bombalarının tasnif edilmesi esnasında meydana gelen patlama sismolojik açıdan değerlendirilmiştir. Bu amaçla adli olaylara ait oluş zamanı, patlayıcı miktarının belirlenmesi, patlamanın oluş düzeni gibi bilgilerin elde edilmesi ve kriz yönetimi, acil durum planlaması ve idari soruşturmalara fayda sağlayabilecek bilgiler üretilmesi hedeflenmektedir.

2. 5 EYLÜL 2012 AFYONKARAHİSAR MÜHİMMAT DEPOSU PATLAMASI

5 Eylül 2012 tarihinde yerel saat ile 21:15 civarında Afyonkarahisar'daki 500. İstihkâm Ana Depo Komutanlığı Şehit Uzman Çavuş Mete Saraç Kışlası'nda bulunan 32 nolu mühimmat deposunda el bombalarının tasnif edilmesi esnasında güçlü bir patlama meydana gelmiştir (Şekil 1). Patlamada Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) mensubu rütbeli ve erlerden oluşan 25 askerimiz şehit olmuş ve 4'ü asker olmak üzere 8 kişi ağır şekilde yaralanmıştır (Kuran ve Polat 2012). Patlama sonrası, patlamamış el bombaları, tank bombaları, mayınlar ve mühimmat parçaları 500 m ilerideki Çiftlik mevkiine kadar saçılmıştır. Yaklaşık 20 km uzaklıktan hissedilen patlama, çevredeki ağaçların yıkılmasına ve yanmasına sebep olmuştur. Askeri tesislerde de önemli hasarın meydana geldiği gözlemlenmiştir. İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (AFAD) ekiplerince yapılan hasar tespit çalışmalarında Afyon Kışlacık köyü ve Ataköy mahallerinde toplam 240 ev ve 16 aracın hasar gördüğü rapor edilmiştir. Ana hasar nedeninin patlama sonucu oluşan basınç dalgalarının neden olduğu belirtilmiştir (Habername 2023).

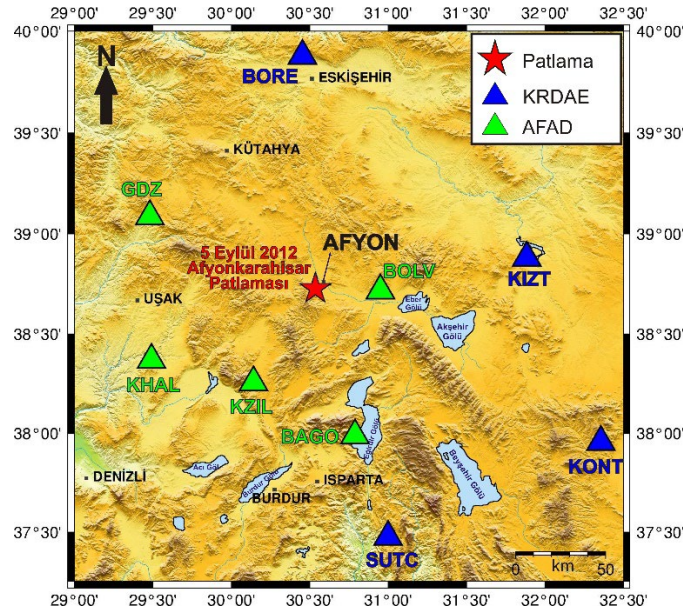


Şekil 1: Afyonkarahisar askeri mühimmat deposu a) Patlama öncesi, b) Patlama sonrası ve c) Patlama anı hemen sonrası görüntüleri (TRTHABER 2023)

Figure 1: Afyonkarahisar military ammunition depot a) Before the explosion b) After the explosion and c) Immediately after the explosion (TRTHABER 2023)

3. BÖLGEDEKİ SİSMİK AĞ VE SİSMİK KAYITLAR

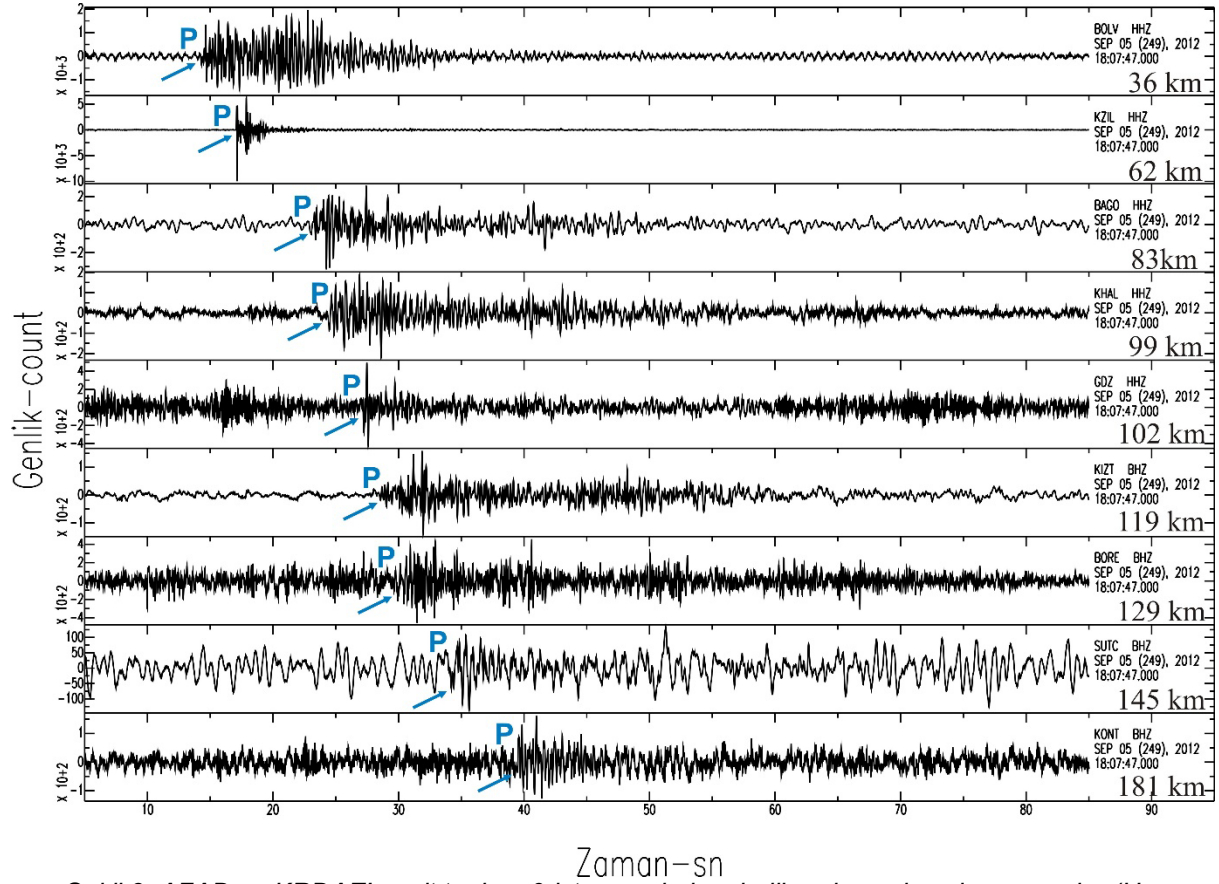
Patlamanın meydana geldiği bölgede iki farklı sismolojik gözlem evinin sismik istasyonları bulunmaktadır. İncelemelerde Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı'na (AFAD-DDB) ve Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Bölgesel Deprem ve Tsunami İzleme Merkezi'ne (KRDAE-BDTİM) ait sismik istasyonlar kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Afyonkarahisar patlaması lokasyon haritası (Patlama bölgesine yakın KRDAE ve AFAD'a ait istasyonlar üçgenler ile gösterilmiştir. Kırmızı yıldız patlama noktasını belirtmektedir.)

Figure 2: Afyonkarahisar explosion location map (KOERI and AFAD stations near the explosion site are indicated by triangles. The red star indicates the explosion region.)

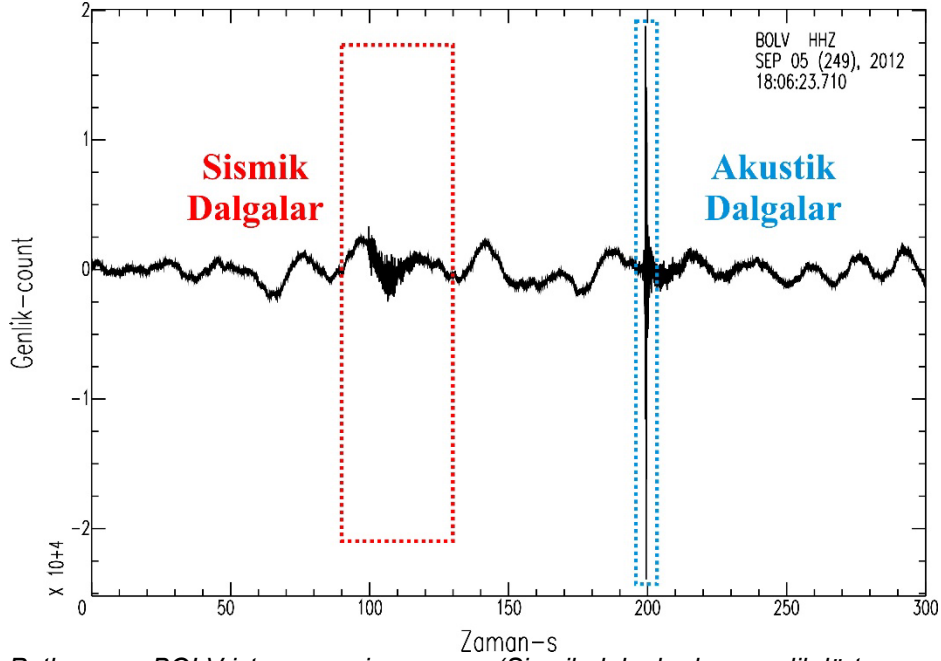
Analizlerde bölgesel sismik ağlar tarafından kaydedilen ve açıkça tanımlanabilen sismik varışlara sahip istasyonlar tercih edilmiştir. Meydana gelen patlamanın oluş yerinden yaklaşık 36 ila 181 km uzaklıktaki 9 adet üç bileşenli geniş bant hızölçer sismik istasyon (zayıf hareket) tarafından kaydedildiği tespit edilmiştir (Şekil 3). Tüm istasyonların örnekleme hızı saniyede 100 örnektir. Patlamalar depremlere kıyasla S dalgasından daha yüksek P dalgası enerjisi üretir (Baumgardt ve Young 1990). Bu nedenle çalışmada hız sismogramlarının düşey (Z) bileşenine odaklanması daha uygun görülmüştür. Mevcut istasyonların tümünde çevresel etkenlerden kaynaklanan gürültüler bulunmaktadır. Bu nedenle sismik fazların seçilebilmesi için 1 Hz-10 Hz aralığında bant geçişli Butterworth filtre uygulanmıştır. Özellikle 100 km'ye kadar uzaklıkta olan istasyonlarda patlamaya ilişkin sismik dalga gelişleri açıkça gözlemlenmektedir.



Şekil 3: AFAD ve KRDAE'ye ait toplam 9 istasyonda kaydedilen düşey hız sismogramları (Her istasyona ait P dalgası gelişleri mavi okla gösterilmiştir. Sismogramlar patlamaya ilişkin dış merkez uzaklıklarına göre çizilmiştir. Sıfır zamanı 21:07:47.0'dir.)

Figure 3: Vertical velocity seismograms recorded at 9 stations of AFAD and KOERI (P-wave arrivals for each station are indicated by the blue arrow. Seismograms are plotted according to the epicentre distances of the explosion. Zero time is 21:07:47.0.)

Güçlü patlamalarda sismogramlarda sismik dalgaların yanı sıra gözlemlenen bir diğer dalga türü de akustik dalgalardır. Tüm istasyonlara ilişkin yapılan incelemelerde bir tek en yakın BOLV istasyonu sismogramında akustik dalga varlığına rastlanmıştır. Patlamaya en yakın istasyon olan BOLV (merkez üssü uzaklığı ~36 km) patlamanın hemen hemen doğusunda yer almaktadır. BOLV istasyonu sismogramında gözlemlenen sismik ve akustik dalgalar Şekil 4'te gösterilmiştir. Sismik ve akustik dalgalara ilişkin detaylı değerlendirmeler ileriki bölümlerde yapılacaktır.



Şekil 4: Patlamanın BOLV istasyonu sismogramı (Sismik dalgalar kırmızı dikdörtgen ve Akustik dalgalar mavi dikdörtgen içinde gösterilmiştir.)

Figure 4: BOLV station seismogram of the explosion (Seismic waves are shown in the red rectangle and Acoustic waves in the blue rectangle.)

4. PATLAMANIN KONUMU, BAŞLANGIÇ ZAMANI VE BÜYÜKLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ

Patlamanın konumu, zamanı ve büyüklüğünü belirlemek için zSacWin EQ Processing bilgisayar yazılımını kullanılmıştır (Yılmaz 2012). Konum, zSacWin EQ içinde bulunan HYPO71 (Lee ve Lahr 1972) algoritması ile tahmin edilmiştir. Yazılım HYPO71 istasyon koordinatlarını, dalga faz okumalarını (P,S) ve depremin süresini kendine giriş (input) parametreleri olarak kullanır. Bu aşamada dalgaların yayılımına ilişkin hesaplamalar için kabuksal hız yapısının belirlenmesi gereklidir. Kabuksal hız modeli için Kalafat ve diğ. (1987) tarafından önerilen model tercih edilmiştir.

Sinyal/Gürültü oranı (S/N) ideal ortamlarda 1 civarındadır. Fakat teorik olarak hesaplanan bu değere, istasyonların konumu nedeniyle ortaya çıkan gürültü ve benzeri etkiler sebebiyle ulaşmak neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle sismik istasyonlarda gürültülerin de kaydedilmesi fazların okunmasını zorlaştırabilmektedir. Ayrıca ilgilendiğimiz sismik olay yüzeyde gerçekleşmiş bir patlama olması nedeniyle enerjisinin büyük bir kısmı atmosfere şok dalgası olarak aktarılmıştır. Yani sismogramlarda gözlemlenen sismik dalgaların zayıf olması olağandır. Yukarıda bahsedilen tüm etkenlere rağmen sismogramlardan istasyona ilk gelen varışlar olan P dalgaları açıkça seçilebilmiştir. Patlamaların oluş düzenleri ve yayılım örüntüsü düşünüldüğünde S dalgalarının oluşmadığı söylenebilir. Sadece faz değişikliğine uğrayan dalgalar nedeniyle S dalgaları üretilebilir. Bu yüzden sismogramlarda S dalgalarını seçmek oldukça güçtür. 2012 Afyon mühimmat deposu patlaması konum belirlemesi için 9 adet hız sismogramından P dalgası fazı ve sadece en yakın BOLV istasyonundan 1 adet S dalga fazı belirlenmiştir. Konum belirlemede kullanılan istasyonların faz okumalarının varış zamanlarını içeren detaylı bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Sismogramlardan belirlenen P ve S dalgalarına ait varış zamanları
 Table 1: Arrival times of P and S waves determined from seismograms

İstasyon	P-okunan (s)	P-hesaplanan (s)	S-okunan (s)	S-hesaplanan (s)
BOLV	1.22	1.17	6.52	6.5
KZIL	4.06	4.54	-	12.32
BAGO	8.56	8.53	-	19.24
KHAL	11.46	10.9	-	23.33
GDZ	11.67	11.46	-	24.3
KIZT	15.21	15.15	-	30.69
BORE	16.52	16.93	-	33.77
SUTC	18.04	18.47	-	36.42
KONT	23.9	23.48	-	45.1

Şu ana kadar yapılan tüm işlemler sismik olayın konumu ve büyüklüğünün belirlenmesi için yapılan hazırlıkları kapsamaktadır. Bu aşamada zSacWin EQ Processing bilgisayar yazılımında "Locate" sekmesi ile patlamaya ilişkin konum ve diğer parametreler belirlenebilir (Tablo 2). Yapılan işlemler sonucu çözümün kalitesini belirleyen RMS (Root Mean Square) değeri 0.33 olarak bulunmuştur. Değer 0'a doğru ne kadar yaklaştıkça yapılan çözümün kalitesi o kadar artar. Bu durum çözümün kalite göstergesi olan harflendirme (C1) ile de belirtilmiştir. Uzaklık hatası olayın konumunun belirtilen uzaklıklar çerçevesinde gerçekleştiğini gösterir. Depremlerin aksine patlamalardaki kolaylık patlamanın nerede gerçekleştiğinin bilinmesidir. 2012 Afyon Mühimmat deposu patlaması 38.7271°K-30.5350°D konumunda gerçekleşmiştir. Bilinen konum ile sismik dalgalar kullanılarak hesaplanan konum (38.6957°K-30.5102°D) arasındaki farkın küçüklüğü çözümün bir diğer kalitesinin göstergesidir. Bu analiz aynı zamanda bize kullandığımız istasyonların ve dolayısıyla sismik ağların güvenilirliğini göstermektedir. Küçük de olsa aradaki fark, özellikle kuzeydoğuda istasyonun bulunmaması (Azimutal Gap=82°) ve verilerin gürültü oranından kaynaklanmaktadır. Bir diğer neden ise kabuksal hız yapısıdır. Her ne kadar güvenilir bir kabuk yapısı tercih edilmiş olsa da genel bir alanı temsil ettiği için karşılaşılan hata miktarı beklenen bir durumdur. Sismik olayın derinliği ise patlamanın yüzeyde gerçekleşmesi nedeniyle 0 olarak beklenir. Ancak bu tür çözümlerde, derinlik genellikle bölgedeki depremlerin ortalama derinliği referans alınarak hesaplandığından, belirli bir hata payı içermesi doğaldır.

Tablo 2: Patlamaya ilişkin konum bilgisi ve diğer parametreler
 Table 2: Explosion location information and other parameters

	Tarih	120905
	Orijin Time (GMT)	18:07:53.87
	Enlem	38.6957°
	Boylam	30.5102°
	Derinlik	8.8 km
	Faz sayısı	10
	GAP (Azimutal Boşluk)	82°
	En yakın istasyon uzaklığı	38.4 km
	RMS hatası	0.33
	ERH (Uzaklık hatası)	1.7 km
	ERZ (Derinlik hatası)	0.5 km
	Çözümün kalitesi	C1

Analizlerle tespit edilen diğer önemli parametre ise patlamanın oluş zamanıdır. Tüm geçmiş arşivlerde patlamanın yerel saat ile 21:15 civarında meydana geldiği belirtilmektedir. Oysaki sismolojik araştırmalarımız ve analizlerimiz sayesinde patlamanın yerel saat ile 21:07:53 (GMT saati ile 18:07:53) civarında meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu tarz olaylarda yaşanan en büyük problem oluş zamanının belirlenmesinde çevrede bulunan kameraların güvenilir olmayan bilgiler vermesidir. Kameralarda yaşanan zaman problemleri oluş zamanının güvenilir olarak belirlenmesinin önüne geçmektedir. Çalışmamızda bu güçlüğün de üstesinden gelerek

güvenilir bir oluş zamanı sunulmaktadır. Bu bilgi adli soruşturmalarda etkin bir şekilde kullanılabilir ve oldukça önemlidir. Patlamanın büyüklüğü için zSacWin EQ Processing bilgisayar yazılımı içinde yerel büyüklük (M_L) hesaplanmıştır. Yerel büyüklük küçük depremlerin büyüklüğünün hesaplanmasına ilişkin daha doğru tahminler sağlamaktadır (Görgün 2003). Bu amaçla Görgün (2003) tarafından Türkiye için türetilen Eşitlik 1 kullanılmıştır.

$$M_L = \log_{10}A + 0.0334\Delta - 1.9236E-4 \Delta^2 + 4.0224 \Delta^3 + 1.265 \quad (\Delta \leq 200) \quad (1)$$

Burada A, mikron cinsinden en büyük genliği; Δ , km cinsinden dışmerkez uzaklığını temsil etmektedir. Yerel büyüklüğün hesaplanması işlemi zSacWin EQ Processing bilgisayar yazılımı tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazılım sırasıyla her istasyonun üç bileşenin ilk olarak alet etkisini giderilir ve Wood-Anderson'a dönüştürülür. Verinin integrali alınır, mikron dönüşümü yapılır ve en büyük genlik elde edilir. Eğer üç bileşen sismogram kullanıldıysa her bileşenin ortalaması alınarak yerel büyüklük elde edilir. 2012 Afyon askeri mühimmat deposu patlamasına ilişkin zSacWin EQ Processing bilgisayar yazılımının tahmin ettiği büyüklükler Tablo 3'de verilmiştir. Sonuç olarak patlamanın yerel büyüklüğü 1.4 ± 0.1 olarak elde edilmiştir.

Tablo 3: 2012 Afyon mühimmat deposu patlaması için her istasyondan hesaplanan yerel büyüklük değerleri

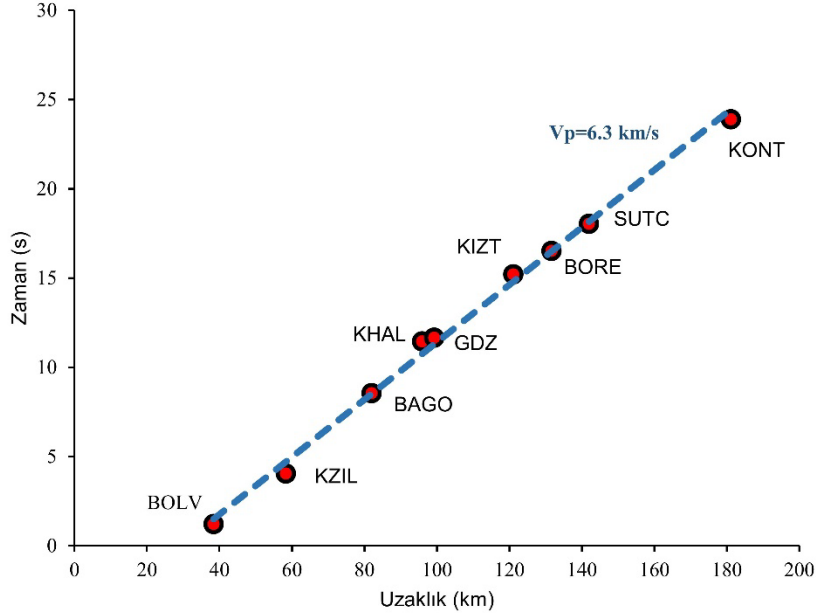
Table 3: Local magnitude values calculated from each station for the 2012 Afyon ammunition depot explosion

İstasyon	M_L -EW	M_L -NS	M_L -Z	Ortalama (ENZ)
BOLV	1.35	1.42	1.43	1.4
KZIL	1.38	1.39	1.35	1.4
BAGO	1.13	1.24	-	1.2
KHAL	1.42	1.51	1.45	1.5
GDZ	1.24	1.25	1.31	1.3
KIZT	1.32	1.29	1.33	1.3
BORE	-	-	1.72	1.7
SUTC	1.39	1.31	1.23	1.3
KONT	1.72	1.6	1.84	1.7

2012 Afyon mühimmat deposu patlaması büyüklüğünün hesaplanması patlamanın boyutunun belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. İleriki bölümlerde patlamanın büyüklüğü ve boyutu arasındaki ilişkiye detaylı bir şekilde değinilecektir.

5. SİSMİK FAZ TANIMLAMA VE AKUSTİK DALGALAR

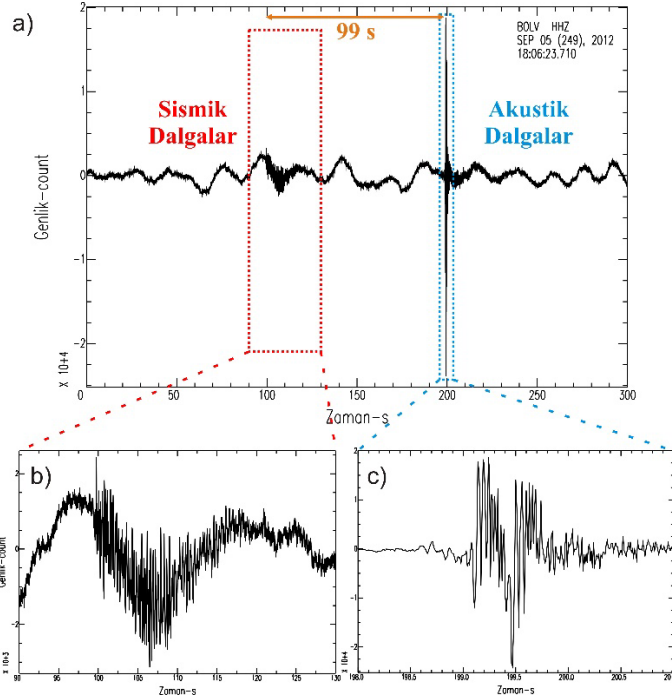
5 Eylül 2012 Afyonkarahisar askeri mühimmat deposu patlaması yer yüzeyi üstünde kurulmuş bir depo içinde gerçekleşmiştir. Bu nedenle de enerji salınımı daha çok atmosferdedir. Depremlere ya da yerin altında gerçekleşen patlamalara göre kıyasla sismik dalga genlikleri düşüktür. Ayrıca patlamanın hemen ardından çok kısa süre içinde başka patlamaların gerçekleşmesi muhtemel olduğundan sismogramlardaki kayıtlar oldukça karmaşıktır. Çoğu örnekte olduğu gibi, ardışık patlamaların ilk patlamanın dalgalarını maskeleyeceği ve bu nedenle dalga fazlarının tanımlanmasının zor olacağı aşikârdır. Bu patlama için kullanılan 9 istasyonda da P dalgası gelişleri net bir şekilde seçilebilmektedir (Şekil 3). Fakat S dalgasını belirlemek oldukça zordur. Her ne kadar zSacWin yazılımı kabuk hızı modeline dayalı olarak S dalgasını hesaplayıp işaretlese de, sismogramların detaylı incelenmesi bunun çok güvenilir olmadığını göstermektedir. Bu nedenle burada sadece P dalga fazlarına odaklanılacaktır. P dalgasının en yakın BOLV istasyonuna varış süresi olayın başlangıç süresinden yaklaşık 1.22 s sonradır. En uzakta bulunan KONT istasyonuna ise 23.9 s'dir. P dalgalarının varış sürelerini kullanarak P dalgasına ait hız belirlenmiştir. Bu doğrultuda her istasyon için P dalga varış süreleri elde edilerek doğrusal regresyon ile dalga hızı tespit edilmiştir. Vp dalga hızı 6.3 km/s olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: 2012 Afyonkarahisar patlaması için P dalgalarına ait varış süreleri ile merkez üssü mesafeleri (Kırmızı yuvarlaklar her istasyon için varış süresi okumalarını ve mavi kesikli çizgi P dalgaları için doğrusal regresyonların sonuçlarını temsil eder.)

Figure 5: P-wave arrival times and epicenter distances for the 2012 Afyonkarahisar explosion (The red circles represent arrival time readings for each station and the blue dashed line represents the results of linear regressions for P-waves.)

Yüzeyde gerçekleşen patlamalar sismik dalgaların yanı sıra şok dalgaları da üretirler. Şok dalgaları elastik davranış gösteren bir ortamda, patlamalar gibi basınçta ciddi değişimler gösteren olaylar tarafından üretilen çok güçlü basınç dalgalarıdır. Patlamanın meydana geldiği anda oluşan dalga cephesi gerilme, yoğunluk ve ani bir şekilde şiddetli sıcaklık değişimlerinin olduğu bir alandır. Bu nedenle şok dalgaları akustik dalgalardan farklı şekilde yayılır. Şok dalgaları ses dalgasından daha hızlı hareket eder. Şok dalgalarının genlikleri arttıkça hızları da artar. Patlamaların neden olduğu küresel şok dalgalarının şiddeti olayın merkezinden uzaklaştıkça sönmülenererek standart koşullarda 340 m/s olan ses hızına eşit hale gelir. Şok dalgaları enerjisinin bir kısmını bulunduğu ortamı ısıtmak için harcadığından yoğunluğu akustik dalgalara göre daha hızlı azalır. Bu nedenle patlama ilk gerçekleştiğinde muazzam bir ısı açığa çıkar. Güçlü bir patlama sonrası oluşan şok dalgalarının genliği mesafenin ters karesi ile orantılı ve akustik dalga yasalarına uyacak şekilde zayıflar (Settles 2006). Akustik dalga şekilleri sismogramlarda sismik dalgalara göre daha keskin, ani bir başlangıca ve kısa bir süreye sahiptir (Koper ve diğ. 2002). Akustik dalgaların genliği kaynağın gücüne, atenüasyona ve ortamdaki saçılmaya bağlı iken hızları ise atmosferdeki rüzgâr ve sıcaklık ile ilişkilidir (Settles 2006, Evers ve diğ. 2007, Schneider ve diğ. 2018, Budakoğlu 2022). 2012 Afyon mühimmat deposu patlamasında yüksek basınçlı, dik ve ani bir şok dalga cephesi oluşmuştur. Daha sonra kaynaktan uzaklaştıkça bu şok dalgalarının hızları düşer ve ses hızına benzer hıza sahip bir akustik dalga cephesi gibi davranırlar. Bu hızlı dönüşüm sismogramlarda sadece BOLV istasyonunda rastlanmıştır. BOLV istasyonunda gözlemlenen sismik ve akustik dalgalar Şekil 6'da gösterilmiştir. 2012 Afyon mühimmat deposu patlaması sonucu oluşan şok dalgası, kaynak civarında aşırı yüksek basınç ve akabindeki ısı nedeniyle büyük tahribat yaratmıştır. Şok dalga cephesi kaynaktan uzaklaştıkça basıncı azalarak akustik dalga formunda BOLV istasyonunda kaydedilmiştir.



Şekil 6: a) Patlamanın BOLV istasyonu sismogramı b) Patlamaya ilişkin sismik dalgalar ve c) Akustik dalgalar

Figure 6: a) BOLV station seismogram of the explosion b) Seismic waves of the explosion and c) Acoustic waves

BOLV istasyonu düşey bileşeni için sismik dalgalar (P dalgası) yaklaşık 18:08:04'de ve akustik dalgalar ise 18:09:43'de varmaktadır. Bu iki dalga arasında yaklaşık 99 s bulunmaktadır. BOLV istasyonu dışında başka istasyonda akustik dalga gözlemlenemediği için varış zamanlarına karşılık istasyon uzaklıklarını çizip dalga hızı belirlenmemiştir. Fakat BOLV istasyonu temel alınarak ortalama bir hız verilecek olursa dalganın kat ettiği mesafe varış süresine bölünerek Akustik dalga hızı ~ 356 m/s olarak verilebilir. Patlamanın gerçekleştiği saatte hava yaklaşık 21° ve rüzgar 3.60 km/sa ile güneybatı yönünden esmektedir. Akustik dalga hızları kaynak bölgesi ile istasyonların bulunduğu konumdaki rüzgâr hızı ve sıcaklık değişimlerinden etkilenmektedir. Bir başka etki de kaynak ile alıcı arasında dalganın maruz kaldığı kırılma ve bazen de yansımalarıdır. Ayrıca dalganın yayıldığı atmosferin anizotropik olması da hızı etkileyen önemli koşullardan biridir. Bu nedenle, elde edilen akustik dalga hızının ortalama bir değer olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

6. PATLAMAYA İLİŞKİN VERİM (YIELD) TAHMİNİ

Bir patlama meydana geldiğinde özellikle adli soruşturmalarda açısından infilak eden madde miktarının ne kadar olduğu depolamadaki sınırların aşıp aşılmadığının tespiti açısından oldukça önemlidir. Bu aşamada patlamaya sebep olan patlayıcının içeriği (ANFO, IMI, PE4, PETN, TNT vb.) gereklidir. Patlayıcı madde bilirse infilak eden madde miktarı deneysel bağıntılarla elde edilebilir. Farklı türde parametreler kullanılarak infilak eden madde miktarı tespit edilebilir. Bu çalışma özelinde 2012 Afyon mühimmat depo patlaması için krater boyutları, sismik dalgalar kullanılarak hesaplanan büyüklük-verim tahmini ve son olarak da akustik dalgalardan elde edilen ikincil şok dalga parametresi gibi üç farklı yöntem kullanılarak verim tahmini yapılmaya çalışılmıştır.

İlk olarak verim tahmini için patlama sonrası oluşan kraterin boyutlarına göre (derinlik ve çap) yapılan hesap yöntemidir (Ambrosini ve Luccioni 2007, Gitterman ve Hofstetter 2014). Bu amaçla Kinney ve Graham (1985) tarafından sunulan patlamanın yer yüzeyinin hemen üstünde gerçekleştiği kabulü olan Eşitlik 2 kullanılmıştır.

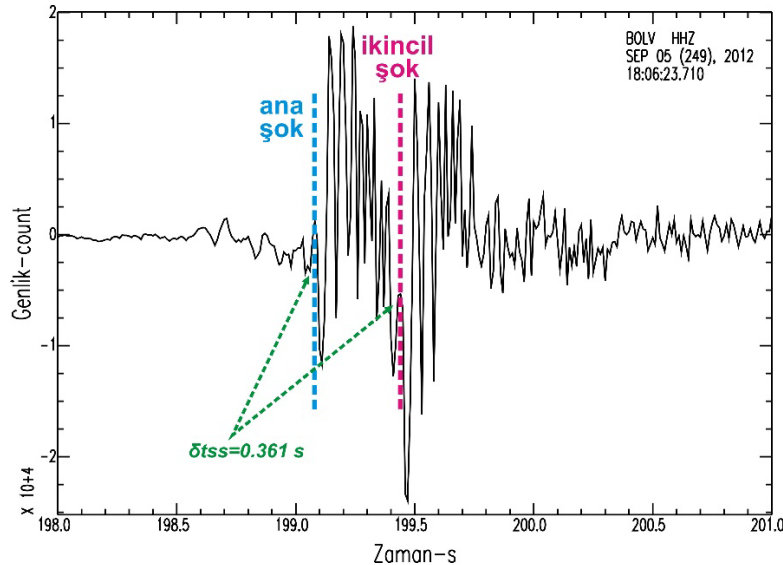
$$D(m) = 4.2W^{1/3} \quad (2)$$

Burada W ton cinsinden TNT eşdeğeridir; D patlama sırasında oluşan kraterin çapıdır. 2012 Afyon mühimmat deposu bilirkışı raporlarına göre depo için herhangi bir krater oluşmamıştır. Sadece cephaneliğin sağ ön giriş kesiminde 3 metre çaplı bir krater bulunmaktadır. Bu kraterin de küçük bir başka patlamadan kaynaklandığı belirtilmiştir. Eldeki verilere göre krater çapından bir hesap yapılacak olursak 0.89 ton patlayıcının infilak ettiği bulunmuştur. Bu değer büyük patlamaya ilişkin bir krater bilgisi olmaması nedeniyle eksik ve gerçek olandan oldukça düşük bir değerdir.

Patlayan madde miktarının tahminine yönelik kullanılan bir diğer yöntem ise ikincil şok dalgası yöntemidir. Detaylarıyla bir önceki bölümde bahsedildiği üzere güçlü patlamalar ardından şok dalgaları oluşurlar. Bu şok dalgasının ardından kırılan dalgaların, patlayıcı madde ile hava arasındaki temas yüzeyi nedeniyle patlamanın merkezine doğru hareket etmesi ve toprakla temas ettikten sonra tekrar dışarıya yansımalarıyla ikincil bir şok dalgası meydana gelir. Bazı durumlarda üçüncül dalgalar da gözlemlenebilir. İkincil şok dalgası gecikmesi kullanılarak patlayıcıların verimi belirlenebilmektedir (Gitterman 2013, Gitterman ve Hofstetter 2014). Rigby ve Gitterman (2016) tarafından verilen Eşitlik 3 kullanılarak 2012 Afyon patlamasının ikincil şok dalgası ile patlayıcının kütlesi tespit edilebilir.

$$W = (\delta t_{ss} V_{od} / (\rho^{1/3} (2.45 \log_{10}(R/W_1) + 1.36)))^3 \quad (3)$$

Burada δt_{ss} , ikincil şok dalgası gecikme süresi (s); W patlayıcı maddenin ağırlığıdır (kg); R , mesafe (m/kg^{1/3}); V_{od} , patlama hızı (m/s) ve ρ patlayıcının yoğunluğudur (kg/m³). Bu denklem sayesinde patlayıcının kütlesi, belirli bir mesafede kaydedilen ikincil şok dalgası gecikmesi kullanılarak hesaplanabilmektedir. 2012 Afyon patlaması patlayan maddenin kütle hesabı için ilk olarak denklemlerde bilinmeyenlerin elde edilmesi gerekir. δt_{ss} için BOLV istasyonu sismogram kaydı kullanılacaktır. Çünkü ana ve ikincil şok dalgası sadece BOLV istasyonuna kaydedilmiştir. Şekil 7'de BOLV istasyonu sismogram kaydı verilmiştir. İstasyona ait düşey bileşen sismogramından δt_{ss} değeri 0.361 s olarak okunmuştur.



Şekil 7: 2012 Afyon mühimmat deposu patlaması için ana şok ve ikincil şok dalgasının BOLV istasyonunda kaydedilen düşey bileşen sismogramı (δt_{ss} , ikincil şok dalgası gecikme süresini temsil eder.)

Figure 7: 2012 Afyon ammunition depot explosion vertical component seismogram of the main shock and secondary shock wave recorded at BOLV station (δt_{ss} represents the secondary shock wave delay time.)

R , istasyonun kaynak bölgesine olan uzaklığıdır ve bu patlama için 36 000 m'dir. V_{od} değeri patlama hızını (m/s) temsil eder. Bilirkişi raporlarında "PETN" yani plastik patlayıcı kimyasalı tespit edilmiştir (TBMM 2013). Bu patlayıcı maddenin V_{od} değeri 8300 (m/s) ve ρ patlayıcının yoğunluğu 1.77 (kg/m³)'tür. Rigby ve Gitterman (2016) tahminler ile deneyler arasında %2'lik bir sapma olduğunu belirtmişlerdir. Eşitlik 3'te tüm bilinmeyenler yerine koyulduğunda yaklaşık 20 880 kg ~ (21 ton) \pm %2 bir maddenin infilak ettiği tespit edilmiştir. Bu değer patlamada infilak eden madde ağırlığının ton cinsinden ifadesidir.

Bir diğer yöntem ise patlamanın büyüklüğü kullanılarak yapılan tahmindir (Bowers ve diğ. 2001, Zhao ve diğ. 2016, Budakoğlu 2022). Bu yöntemde Bowers ve diğ. (2001) tarafından bu olaya benzer koşulda türetilmiş cisim dalgası büyüklüğü (m_b) ile patlayıcı madde miktarı arasındaki ilişkiyi veren deneysel Eşitlik 4 kullanılmıştır. Önceki bölümlerde 2012 Afyon mühimmat deposu patlaması olayına ait büyük $M_L=1.4$ olarak bulunmuştur. Bu nedenle M_L 'nin m_b 'ye dönüştürülmesi için Eşitlik 5 tercih edilmiştir (Ambraseys 1990) ve olayın büyüklüğü $m_b = 2.1$ olarak bulunmuştur.

$$m_b = 4.25 + \beta \log_{10} W \quad (4)$$

$$m_b = (0.73 + 0.64 M_L) / 0.77 \quad (5)$$

$\beta=1$ olarak kabul edildiğinde (Zhao ve diğ. 2016) infilak eden patlayıcı miktarı 7.1 t olarak tahmin edilmiştir. Bu değer ton cinsinden TNT eşdeğer miktarı belirtmektedir. Bu tarz patlamalarda enerjinin küçük bir kısmı sismik enerji olarak yer içinde yayıldığından olayın büyüklüğüne ilişkin yapılan patlayıcı madde miktarı tahminlerinin en düşük miktarı vereceği göz önünde bulundurulmalıdır.

2012 Afyon mühimmat deposu patlamasında infilak eden madde miktarları üç farklı yöntem ile tespit edilmiştir (Tablo 4). Tüm yöntemler patlama ile ilgili farklı kıstasları temel alarak tahmin yapmıştır. Bu nedenle her yöntemin güçlü ve zayıf yönleri mevcuttur. Krater çapına dayalı tahminlerde, olayın hemen ardından arama ve kurtarma faaliyetleri esnasında patlama sonrası oluşan kraterler tahrip edilmektedir. Bu durum yöntemin hassasiyetini oldukça düşürmektedir. Ayrıca bu yöntemin %40 mertebesine varan bir sapma yüzdesi bulunmaktadır (Bull ve Woodford 1998). Yukarıda değinildiği üzere 2012 Afyon mühimmat deposu patlamasında depo içinde bir krater bilgisi rapor edilmemiştir. Depo dışında rapor edilen küçük krater ile yapılan tahmin hesabı gerçekten çok uzaktır. Sismik dalgalardan hesaplanan olayın büyüklüğüne ilişkin temel alınarak yapılan tahmin ise patlamaya ilişkin sadece alt sınırı temsil etmektedir. Enerji transferinin büyük çoğunlukla atmosfere şok dalgaları ile gerçekleştiği düşünüldüğünde bu yöntem ile yapılan tahmin büyük oranda eksik kalmaktadır. İkincil şok dalga gecikme süresi kullanılarak verim tahmin etmek için infilak eden maddeye ait patlama hızı ve bileşik yoğunluğu, ölçeklendirilmiş mesafe ve sismogramlardan net okunabilen gecikme süreleri gibi detaylı parametreler kullanılır. Bu diğer yöntemlere nazaran hassasiyeti arttırmaktadır. Yöntemde ana ve ikincil şok; rüzgâr hızı ve yönü, sıcaklık, yükseklik gibi aynı etkenlere maruz kaldığından, atmosferik koşulların durağan kabul edilebilmesi yöntemin avantajıdır. Ayrıca diğer iki yöntemle kıyasla çok daha az bir hata miktarı (%2) içermektedir. Tüm bu koşullar değerlendirildiğinde verim tahmini için ikincil şok dalgası gecikme süresi ile yapılan tahminin 2012 Afyon mühimmat deposu patlaması için gerçeğe daha yakın ve daha hassas değerler ortaya koyduğu düşünülmektedir.

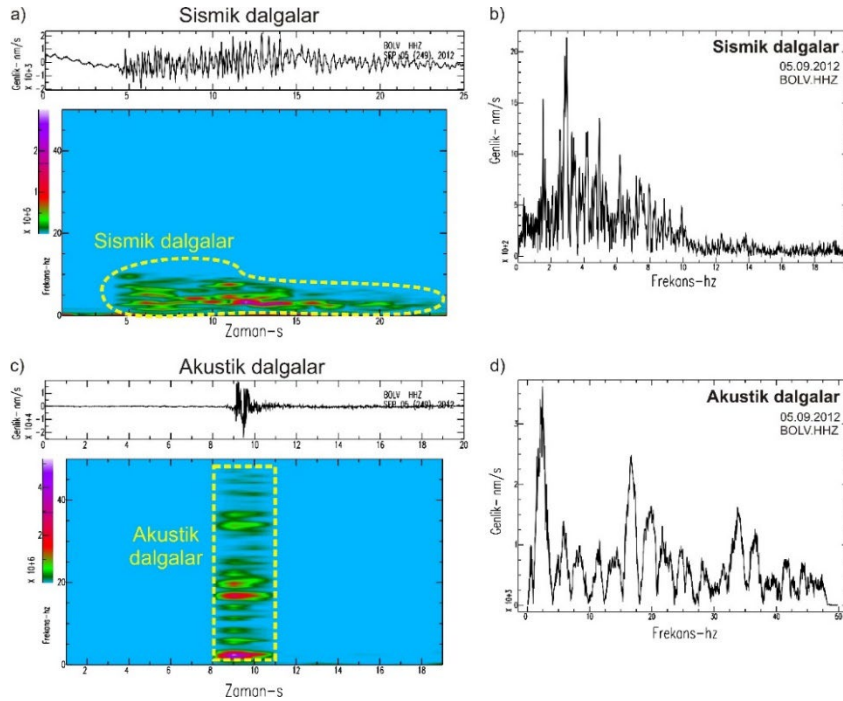
Tablo 4: Farklı yöntemler kullanılarak 2012 Afyon patlamasının hesaplanan tahmini verim değerleri
Table 4: Estimated yields of the 2012 Afyon explosion using different methods

Yöntem	2012 Afyon mühimmat deposu patlaması	
	TNT eşdeğer madde miktarı (t)	Patlayıcı madde ağırlığı (t)
Krater çapı (D)	0.9	-
İkincil şok dalgası gecikme süresi (δ_{tss})	-	21
Olay Büyüklüğü (m_b)	7.1	-

7. FREKANS ORTAM ANALİZLERİ

Sismik olaylara ilişkin dalga şekillerinin frekans ortamında incelenmesi spektral içeriklerin zamanla nasıl değiştiğini ortaya koymakta oldukça etkindir. Özellikle ardışık patlamaların söz konusu olduğu olaylarda zaman ortamında dalgalar birbirlerini maskeleyiği için frekans ortamında faydalı bilgiler sağlarlar. Aynı zamanda sismik olayların karakteristiklerinin birbirinden ayrılması veya sınıflandırılması için de frekans özelliklerinden faydalanılmaktadır (Gitterman ve diğ. 1998, Kristekova ve diğ. 2008, Horasan ve diğ. 2009, Ataeva ve diğ. 2017, Budakoğlu ve Horasan 2018, Yavuz ve diğ. 2019, Budakoğlu 2022). Sismik dalgalar, yerin doğası gereği zayıflama ve saçılma özelliklerinden dolayı düşük frekanslarda daha iyi yayılırlar. Akustik sinyaller ise daha duruğandır ve daha yüksek frekanslarda gözlemlenirler. Ayrıca sismik sinyaller yol etkilerinden dolayı bozulmaya daha fazla maruz kalırlar. Akustik sinyaller atmosferde nispeten daha az bozucu etkenle karşılaşılırlar. Sismik dalgaların aldıkları yol oldukça değişken ve karakterize edilmesi zordur. Akustik dalgalar spektrogramlarda yüksek frekanslarda spektral taraklanma (spectral scalloping - deniz kabuğuna benzer) gibi bir görünüm sergileyebilirler. Ayrıca bu görünüm sismik dalgalarda milisaniye mertebesinde gerçekleşen ardışık (gecikmeli) patlamalarda da gözlemlenmektedir (Leach ve Dowla 1995).

Bu çalışmada genliğin frekans ile nasıl değiştiğini sergilemek için Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) ve sinyal gücündeki değişimin farklı frekanslarda zamanın fonksiyonu olarak nasıl değiştiğini gözlemlemek için ise patlamaya ilişkin spektrogramlar elde edilmiştir (Lacoss 1971, Hedlin ve diğ. 1989). Sismik ve akustik dalgaların birlikte gözlemlendiği BOLV istasyonuna ait spektrogramlar ve genlik spektrumları Şekil 8'de verilmiştir.

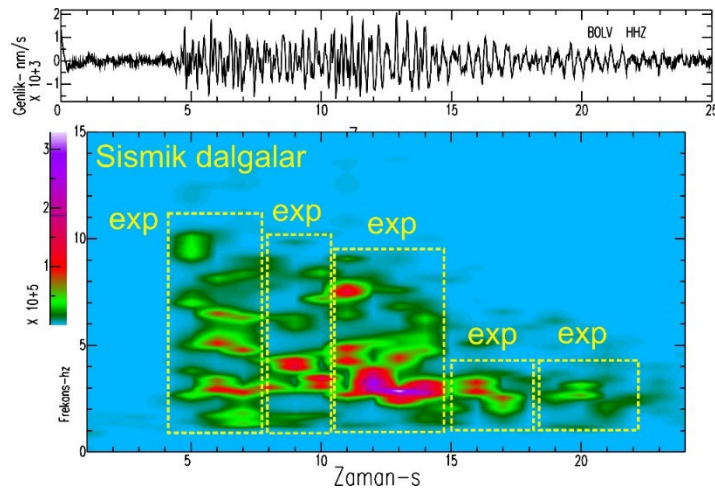


Şekil 8: 2012 Afyon mühimmat deposu patlamasının a) sismik dalga spektrogramı, b) genlik spektrumu, c) Akustik dalga spektrogramı, d) genlik spektrumu (Spektrogramlar, dalga formlarının düşey bileşeni kullanılarak hesaplanmıştır. Yüksek enerjili içerik mor, kırmızı ve yeşil renklerle, düşük enerjili içerik ise koyu yeşil ve turkuaz renklerle temsil edilir. Çizimlerde patlama bölgesine en yakın istasyon olan BOLV kullanılmıştır.)

Figure 8: 2012 Afyon ammunition depot explosion a) seismic wave spectrogram, b) amplitude spectrum, c) Acoustic wave spectrogram, d) amplitude spectrum (Spectrograms were calculated using the vertical component of the waveforms. The high-energy content is represented by purple, red and green colors, while the low-energy content is represented by dark green and turquoise colors. BOLV, the station closest to the explosion site, was used for the plots.)

Patlama bölgesine en yakın olan BOLV istasyonu sismik dalgalarına ait spektrogram incelendiğinde (Şekil 8a) yaklaşık 5 ile 10 Hz arasında uzanan bir P dalgası gelişi gözlemlenmektedir. P dalgası gelişinden yaklaşık 7-8 s sonra (10 ile 15 s arasında) 5 Hz civarında kuvvetli enerji gelişi mevcuttur. Akustik dalga spektrogramı her ne kadar 2-3 Hz civarında güçlü bir enerji sergilese de bunun çevresel gürültü kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Akustik dalgalar yüksek genliğe ve yüksek frekanslara sahiptir (~20-45 Hz aralığında). 20 Hz civarında güçlü enerji karakteristiği sergilerler (Şekil 8c). Spektrogramda deniz kabuğu benzeri spektral taraklanmalar (scalloping) dikkati çekmektedir. 2012 Afyon mühimmat depo patlama spektrogramları sismik dalga enerjisinin yaklaşık 4-6 Hz civarında yoğunlaştığını ve 10 Hz'e kadar uzandığını göstermektedir. Öte yandan akustik dalgalar, 20 Hz'de güçlü olan ve 45 Hz'e kadar uzanan yüksek frekanslı bir içerik sergilemektedir. Patlamaya ilişkin dalga şekillerinin genliğin frekansla nasıl değiştiği Şekil 8b ve 8d'de gösterilmektedir. Yüksek genlikler düşük frekanslarda yaklaşık 3 Hz civarında yoğunlaşır. Yüksek frekanslardaki tepe noktaları akustik dalgalardan (20 Hz) kaynaklanır. Ayrıca patlamanın genlik spektrumunda modülasyon gözlenmiştir. Bu, ilave patlamalardan kaynaklanan katkıları yansıtılabileceğini akla getirmektedir.

Kristekova ve diğ. (2008) çalışmalarında akustik ve sismik dalgaların enerji maksimumlarının patlayıcı kaynağı ve süreci hakkında bilgi verebileceğini belirtmişlerdir. Şekil 9'da yaklaşık 5 s civarında P dalgası gelişi gözlemlense de asıl güçlü patlamanın 10-15 s arasında (~5 s sonra) meydana geldiği gözüküyor. Bu sismogramlarda gözlemlenen kuvvetli akustik dalganın kaynağı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Sismik dalga spektrogramı patlamanın ilk olarak daha küçük bir patlama ile başladığı daha sonra parlama şeklinde alevin depodaki diğer mühimmatlara ulaştığı ve güçlü bir patlama gerçekleştiği şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca sismik dalga spektrogramı patlamanın sadece tek bir patlama ile değil çok kısa sürede gerçekleşen ardışık patlamalar şeklinde gerçekleştiğini önermektedir. Leach ve Dowla (1995)'nin önerdiği spektral taraklanma (scalloping) ve sismik dalga genlik spektrumları da sergiledikleri modülasyon ile bunu desteklemektedir. Şekil 9'da BOLV istasyonu sismik dalgalarına ait spektrogram frekans eksenini detaylı çizilerek olası diğer patlamalar işaretlemiştir.



Şekil 9: 2012 Afyon mühimmat deposu patlamasının sismik dalga sismogramı ve bunlara karşılık gelen spektrogram (Spektrogram, dalga formlarının düşey bileşeni kullanılarak hesaplanmıştır. Yüksek enerjili içerik mor, kırmızı ve yeşil renklerle, düşük enerjili içerik ise koyu yeşil ve turkuaz renklerle temsil edilir. Olası ardışık patlamalar sarı kesikli dikdörtgenlerle ve exp kısaltması ile gösterilmiştir.)

Figure 9: 2012 Afyon ammunition depot explosion seismic wave seismogram and corresponding spectrogram (The spectrogram was calculated using the vertical component of the waveforms. The high-energy content is represented by purple, red and green colors, while the low-energy content is represented by dark green and turquoise colors. Possible consecutive explosions are indicated by yellow dashed rectangles and the abbreviation exp.)

8. SONUÇLAR

Bu çalışmada 5 Eylül 2012 tarihinde Afyonkarahisar'daki 500. İstihkâm Ana Depo Komutanlığı Şehit Uzman Çavuş Mete Saraç Kışlası'nda bulunan 32 nolu mühimmat deposunda el bombalarının tasnif edilmesi esnasında meydana gelen patlamanın sismik ve akustik dalga kayıtları zaman ve frekans ortamında incelenmiştir. AFAD-DDB ve KRDAE-BDTİM sismik ağlarından elde edilen toplam 9 istasyona ait sismogramlar analiz edilmiştir. Patlamanın başlangıç zamanı 18:07:53.87 (UTC) olarak belirlenirken, konumu kabul edilebilir bir hata oranı ile 38.6957°K-30.5102°D olarak tespit edilmiştir. Patlamanın yerel büyüklüğünü belirlemek amacıyla üç bileşenli dalga formu istasyonları kullanılmıştır. Bu doğrultuda $M_L=1.4$ olarak tespit edilmiştir.

Tüm istasyonlardan okunan P dalgası varışları kullanılarak P dalgasına ilişkin kabuksal dalga hızları 6.3 km/s olarak hesaplanmıştır. Patlamada infilak eden madde miktarını tespit edebilmek amacıyla farklı kıstaslara dayalı tahmin yapabilen üç farklı metot tercih edilmiştir. Krater çapına dayalı tahmin yönteminde patlama esnasında oluşan kraterin bir bilgi bulunmaması nedeniyle bu yöntem güvenilirlikten uzaktır. Patlamanın büyüklüğü olan m_b kullanılarak yapılan tahmin metodunda ise olayın enerjisinin büyük bir kısmı şok dalgası ile atmosfere yayıldığından bir alt sınırı temsil ettiği kanaatine varılmıştır. İkincil şok dalgası gecikme süresi temel alınarak yapılan verim tahmini ise nispeten düşük hata tahmin değeri, patlayıcı maddenin kimyasına bağımlılığı ve patlamanın yük boyutunu belirlemedeki üstünlüğü dikkate alındığında diğer iki yöntemle göre daha güvenilirdir. Bu doğrultuda 2012 Afyon patlamasında infilak eden mühimmat miktarı 21 ton olarak tahmin edilmiştir.

Frekans ortamında yapılan incelemelerde sismik dalgalar 3 Hz civarında baskın ve akustik dalgalar ise 20 Hz civarında baskındır. Spektrogramlarda sismik dalgalar 5-10 Hz arasında güçlü bir geliş sergilemişlerdir. Ayrıca BOLDV istasyonuna ait sismik dalga spektrogramları incelenerek olası ardışık patlamalar belirlenmiştir.

Türkiye tektonik aktivite açısından oldukça aktif bir bölge olması nedeniyle farklı gözlem evlerine ait çok sayıda istasyon ile izlenmektedir. Bu sayede patlama gibi adli araştırmalara konu olan olaylara ilişkin detay bilgilere bu sismik istasyonların kayıtları incelenerek ulaşılabilir. Güçlü patlamalar sonrası arama kurtarma çalışmaları ile yaşanan kaostan etkilenmeden oluş zamanı, büyüklüğü, infilak eden madde miktarı gibi çok sayıda bilgiye hızlıca ulaşılabilir. Elde edilen güvenilir bilgiler ışığında kriz yönetimi, acil durum planlaması ve idari soruşturmalara fayda sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İrem ÖZKAVAF'ın Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim dalında gerçekleştirdiği Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Yazarlar çalışmada kullanılan veriler için Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı'na (AFAD-DDB) ve Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Bölgesel Deprem ve Tsunami İzleme Merkezi (KRDAE-BDTİM) teşekkür ederler. Sismik dalga şekilleri analizlerinde SAC2000 (Goldstein ve diğ. 2003) ve bazı şekillerin çiziminde ise GMT (Generic Mapping Tools) (Wessel ve Smith 1998) ve sismolojik analizlerde zSacWin EQ (Yılmaz 2012) kullanılmıştır.

KAYNAKLAR

Ambraseys N.N., 1990. Uniform magnitude re-evaluation of European earthquakes associated with strong-motion records, *Earthquake engineering & structural dynamics*, 19(1), 1-20.

Ambrosini D., Luccioni B., 2007. Craters produced by explosions above the soil surface, *Mecánica Computacional*, 23, 2253-2266.

- Ataeva G., Gitterman Y., Shapira A., 2017. The ratio between corner frequencies of source spectra of P-and S-waves—a new discriminant between earthquakes and quarry blasts, *Journal of Seismology*, 21, 209-220, <https://doi.org/10.1007/s10950-016-9598-0>.
- Baumgardt D.R., Young G.B., 1990. Regional seismic waveform discriminants and case-based event identification using regional arrays, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 80(6B), 1874-1892.
- Bowers D., Marshall P.D., Douglas A., 2001. The level of deterrence provided by data from the SPITS seismometer array to possible violations of the Comprehensive Test Ban in the Novaya Zemlya region, *Geophysical Journal International*, 146, 425-438. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246x.2001.01462.x>.
- Bowers D., Selby N.D., 2009. Forensic seismology and the comprehensive nuclear-test-ban treaty, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 37, 209-236.
- Budakoğlu E., Horasan G., 2018. Classification of seismic events using linear discriminant function (LDF) in the Sakarya region, Turkey, *Acta Geophysica*, 66, 895-906. <https://doi.org/10.1007/s11600-018-0179-1>.
- Budakoğlu E., 2022. Seismological investigations of fireworks factory explosions in Hendek-Sakarya (Turkey), *Journal of Seismology*, 26(2), 283-299, <https://doi.org/10.1007/s10950-022-10082-z>.
- Bull J.W., Woodford C.H., 1998. Camouflages and their effect on runway support, *Computers & structures*, 69(6), 695-706, [https://doi.org/10.1016/S0045-7949\(98\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0045-7949(98)00135-7).
- Evers L.G., Ceranna L., Haak H.W., Le Pichon A., Whitaker R.W., 2007. A seismoacoustic analysis of the gas-pipeline explosion near Ghislenghien in Belgium, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 97:417–425, <https://doi.org/10.1785/0120060061>.
- Gitterman Y., 2013. Secondary shock features for large surface explosions: results from the Sayarim Military Range, Israel and other experiments, *Shock Waves*, 24, 267-282. <https://doi.org/10.1007/s00193-013-0487-y>.
- Gitterman Y., Hofstetter R., 2014. GT0 explosion sources for IMS infrasound calibration: Charge design and yield estimation from near-source observations, *Pure and Applied Geophysics*, 171, 599-619, <https://doi.org/10.1007/s00024-012-0575-4>.
- Gitterman Y., Pinky V., Shapira, A., 1998. Spectral classification methods in monitoring small local events by the Israel seismic network, *Journal of Seismology*, 2:237-256.
- Goldstein P., Dodge D., Firpo M., Miner L., 2003. SAC2000: Signal processing and analysis tools for seismologists and engineers. In: Lee WHK, Kanamori H, Jennings PC, Kisslinger C (eds) International handbook of earthquake and engineering seismology. Elsevier, New York, pp 1613-1614.
- Görgün E., 2003. Calibration of various magnitude scales in Turkey using broadband data. M.Sc. Thesis, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, B.U., 66 pp.
- Hedlin M.A., Minster J.B., Orcutt J.A., 1989. The time-frequency characteristics of quarry blasts and calibration explosions recorded in Kazakhstan, USSR, *Geophysical Journal International*, 99, 109-121, <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1989.tb02019.x>.
- Hinzen K.G., Krummel H., Weber B., Fleischer C., 2022. Forensic view on two Raspberry Shake burglargrams, *Journal of Seismology*, 26(5), 863-873.

Horasan G., Güney A.B., Küsmezer A., Bekler F., Öğütçü Z., Musaoğlu N., 2009. Contamination of seismicity catalogs by quarry blasts: an example from Istanbul and its vicinity, northwestern Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 34, 90-99.

<https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2008.03.012> .

Habername, 2023. İşte rakamlarla Afyon patlaması!, Erişim adresi: <https://www.habername.com/haber-iste-rakamlarla-afyon-patlamasi-80256.htm>.

Kalafat D., Gürbüz C., Üçer B., 1987. Batı Türkiye’de Kabuk ve Üst Manto Yapısının Araştırılması, *Deprem Araştırma Bülteni*, 59, 43-64.

Kim W.Y., Richards P.G., 2007. North Korean nuclear test: Seismic discrimination low yield, *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 88(14), 158-161.

Kim W.Y., Sykes L.R., Armitage J.H., Xie J.K., Jacob K.H., Richards P.G., West M., Waldhauser F., Armbruster J., Seeber L., Du W.X., Lerner-Lam A., 2001. Seismic waves generated by aircraft impacts and building collapses at World Trade Center, New York City. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 82(47), 565-571, <https://doi.org/10.1029/01EO00330>.

Kinney G.F., Graham K.J., 1985. Explosions, Explosive Shocks in Air, 1-17.

Koper K.D., Wallace T.C., Reinke R.E., Leverette J.A., 2002. Empirical scaling laws for truck bomb explosions based on seismic and acoustic data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 527–542, <https://doi.org/10.1785/0120000242> .

Koper K.D., Wallace T.C., Hollnack D., 1999. Seismic analysis of the 7 August 1998 truck-bomb blast at the American embassy in Nairobi, Kenya, *Seismological Research Letters*, 70(5), 512-521.

Kristekova M., Moczo P., Labak P., Cipciar A., Fojtikova L., Madaras J., Kristek J., 2008. Time-frequency analysis of explosions in the ammunition factory in Novaky, Slovakia, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98, 2507-2516, <https://doi.org/10.1785/0120080048> .

Kuran F., Polat S., 2012. 5 Eylül 2012 Afyonkarahisar Mühimmat Deposu Patlamasının Sismik Kayıtlar Kullanılarak İrdelenmesi, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, DEÜ, İzmir, Erişim adresi: https://www.tdmd.org.tr/pdf/pdf2015/TDMSK_047.pdf.

Lacoss R.T., 1971. Data Adaptive Spectral Analysis Methods, *Geophysics* ,36, 661-675.

Leach Jr., R.R., Dowla F.U., 1995. Towards data fusion in seismic monitoring: Source characterization of mining blasts with acoustic and seismic records, United States, <https://doi.org/10.2172/171276> .

Lee W.H.K., Lahr J.C., 1972. HYPO71: a computer program for determining hypocenter, magnitude and first-motion pattern of local earthquakes, U.S. Geological Survey Open-file Report, 75-311, <https://doi.org/10.3133/ofr75311> .

McCormack D.A., 2003. Using seismic data in air crash investigations, CTBTO Spectrum, Erişim adresi: https://www.ctbto.org/sites/default/files/2022-08/010803_issue2_spectrum_internet.pdf.

Rigby S.E., Gitterman Y., 2016. Secondary shock delay measurements from explosive trials. In: Proceedings of the 24th international symposium on military aspects of blast and shock (MABS24), Halifax, Nova Scotia, Canada, Erişim adresi: <https://eprints.whiterose.ac.uk/105006/>.

Schneider F.M., Fuchs F., Kolínský P., Caffagni E., Serafin S., Dorninger M., Bokelmann G., AlpArray Working Group., 2018. Seismo-acoustic signals of the Baumgarten (Austria) gas explosion detected by the AlpArray seismic network, *Earth and Planetary Science Letters*, 502, 104-114, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.08.034> .

Settles G.S., 2006. High-speed imaging of shock waves, explosions and gunshots: new digital video technology, combined with some classic imaging techniques, reveals shock waves as never before, *American Scientist*, 94(1), 22-31.

TBMM, 2013. Türkiye Büyük Millet Meclisi Tutanak Dergisi, Erişim adresi: <https://www5.tbmm.gov.tr/tutanak/donem24/yil4/ham/b00801h.htm>.

TRTHABER, 2023. Afyonkarahisar'dan Kara Haber: 25 Şehit, Erişim adresi: <https://www.trthaber.com/haber/gundem/afyonkarahisardan-kara-haber-25-sehit-54631.html>.

Wessel P., Smith W.H.F., 1998. New, improved version of the generic mapping tools released, *EOS Trans AGU*, 79, 579.

Yavuz E., Sertçelik F., Livaoğlu H., Woith H., Lühr B.G., 2019. Discrimination of quarry blasts from tectonic events in the Armutlu Peninsula, Turkey, *Journal of Seismology*, 23, 59-76.

Yilmazer M., 2012. zSacWin: A rapid earthquake processing and archiving system, User Guide v1.0. December 2012, Supported by the Research Fund of the Boğaziçi University PN: 5725P.

Zhang M., Wen L., 2015. Seismological evidence for a low-yield nuclear test on 12 May 2010 in North Korea, *Seismological Research Letters*, 86(1), 138-145.

Zhao X., Feng W., Tan Y., Li J., Pei S., An Y., Hua W., He S., Zhao Y., Liu J., Yao Z., 2016. Seismological investigations of two massive explosions in Tianjin, China, *Seismological Research Letters*, 87, 826-836, <https://doi.org/10.1785/0220150229> .

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan patlamaya ilişkin veriler Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Bölgesel Deprem ve Tsunami İzleme Merkezi (KRDAE-BDTİM) (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-verileri/sayisal-veriler/>) ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı Türkiye Deprem Veri Merkezi Sistemi (AFAD-DDB-TDVMS) (https://tdvms.afad.gov.tr/continuous_data) üzerinden temin edilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): İ.Ö., E.B.
- Literatür araştırması (*Literature research*): İ.Ö.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): İ.Ö., E.B.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): İ.Ö., E.B.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): İ.Ö., E.B.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): İ.Ö., E.B.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): İ.Ö., E.B.



Analysis of Surface Fault-Rupture Characteristics Resulting from the 6 February 2023 (M_w :7.6) Ekinozu Earthquake along the Ciglik Fault (Malatya-Dogansehir-Eskikoy)

Fikret Kocbulut¹, Mustafa Softa², Elif Akgun³, Sinan Kosaroglu¹ and Nazmi Otlu¹

¹ Sivas Cumhuriyet University, Engineering Faculty, Department of Geology, 58140 Sivas, Türkiye

² Dokuz Eylul University, Engineering Faculty, Department of Geology, 35390 Izmir, Türkiye

³ Firat University, Engineering Faculty, Department of Geology 23119 Elazig, Türkiye

ORCID: 0000-0003-3578-029X, 0000-0001-5064-9260, 0000-0002-6556-2413, 0000-0003-0274-9317, 0000-0002-8046-8484

Keywords

East Anatolian Fault Zone, Ciglik Fault, Kahramanmaras (Ekinozu) Earthquake, Surface fault-rupture

Highlights

- * Spatial distribution assessment of surface fault-rupture from the Ekinozu Earthquake on the Ciglik Fault
- * Quantification of deformation width
- * Surface fault-rupture mapping and characteristic feature analysis

Aim

Our aim is to determine deformation width and vertical displacements to understand complex features

Location

The study area is on the Ekinozu Earthquake surface rupture along the Ciglik Fault (Malatya-Dogansehir)

Methods

Field survey, surface rupture mapping, trenching studies

Results

The deformation width of the surface rupture ranges from 3.4 meters to 8.3 meters, with vertical displacement observed near the town of Ciglik reaching 75 cm

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure:

This research was partially support with TUBITAK 1002/C project

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest:

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 11.04.2024

Revised: 15.08.2024

Accepted: 16.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1467421



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Fikret Kocbulut

Email: fbulut@cumhuriyet.edu.tr



Figure
Surface fault-rupture of the February 6, 2023 (M_w : 7.6) earthquake mapped between Dogansehir and Eskikoy on the topographic map

How to cite:

Kocbulut F., Softa M., Akgun E., Kosaroglu S., Otlu N., 2024. Analysis of Surface Fault-Rupture Characteristics Resulting from the February 6, 2023 (M_w :7.6) Ekinozu Earthquake along the Ciglik Fault (Malatya-Dogansehir-Eskikoy), Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 387-404, <https://doi.org/10.46464/tdad.1467421>.



6 Şubat 2023 (M_w :7.6) Ekinözü Depremi Yüzey Kırığının Çıgık Fayı (Malatya-Doğanşehir-Eskiköy) Boyunca Karakteristik Analizi

Fikret Koçbulut ¹, Mustafa Softa ², Elif Akgün ³, Sinan Koşaroğlu ¹ ve Nazmi Otlu ¹

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 İzmir, Türkiye

³ Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

ORCID: 0000-0003-3578-029X, 0000-0001-5064-9260, 0000-0002-6556-2413, 0000-0003-0274-9317, 0000-0002-8046-8484

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde meydana gelen 6 Şubat 2023 deprem çiftinden Kahramanmaraş/Ekinözü (M_w : 7.6) Depreminin oluşturduğu, Malatya ili Doğanşehir ilçesi ve ilçeye bağlı Eskiköy beldesi arasında net izlenen yüzey kırığı 1/25000 ölçeğinde haritalanarak, kırığın derindeki devamının, deformasyon genişliğinin ve düşey atımının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yüzey kırığı üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, (i) Malatya ili Doğanşehir ilçesi ile Eskiköy beldesi arasında ~11 km haritalanan yüzey kırığının daha önce tanımlanmış Çıgık fayını izlediği, (ii) yüzey kırığının deformasyon genişliğinin 3.4 metre ile 8.3 metre arasında değiştiği ve gözlenen en büyük sol yanal yer değiştirmenin Çıgık beldesi yakınlarında 95 cm ve aynı zamanda düşey atımın 75 cm'e ulaştığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler

Doğu Anadolu Fay Zonu, Çıgık Fayı, Kahramanmaraş (Ekinözü) Depremi, Yüzey kırığı

Öne Çıkanlar

- * Ekinözü Depremi yüzey kırığının Çıgık Fayı üzerindeki dağılımı
- * Deformasyon genişliğinin belirlenmesi
- * Yüzey kırığı haritalama ve karakteristik özelliklerinin belirlenmesi

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 11.04.2024
Düzeltilme: 15.08.2024
Kabul: 16.08.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1467421

Sorumlu yazar

Fikret Koçbulut
Eposta:
fbulut@cumhuriyet.edu.tr

Analysis of Surface Fault-Rupture Characteristics Resulting from the 6 February 2023 (M_w :7.6) Ekinözü Earthquake along the Ciglik Fault (Malatya-Dogansehir-Eskikoy)

Fikret Kocbulut ¹, Mustafa Softa ², Elif Akgun ³, Sinan Kosaroglu ¹ and Nazmi Otlu ¹

¹ Sivas Cumhuriyet University, Engineering Faculty, Department of Geology, 58140 Sivas, Turkey

² Dokuz Eylul University, Engineering Faculty, Department of Geology, 35390 Izmir, Turkey

³ Fırat University, Engineering Faculty, Department of Geology 23119 Elazig, Turkey

ORCID: 0000-0003-3578-029X, 0000-0001-5064-9260, 0000-0002-6556-2413, 0000-0003-0274-9317, 0000-0002-8046-8484

ABSTRACT

In this study, we analyze the surface rupture caused by the Kahramanmaraş/Ekinözü (M_w : 7.6) Earthquake of February 6, 2023, along the Eastern Anatolian Fault Zone. The rupture, observed between the Doğanşehir district and Eskiköy town in Malatya province, was mapped at a scale of 1/25000. Additionally, we investigate the deep continuation of the rupture and quantify the resulting deformation. Our aim is to determine the width of deformation and vertical displacements, providing insights into its complex features. In surface rupture studies, it was determined that (i) the approximately 11 km mapped surface rupture between Malatya province's Doğanşehir district and Eskiköy town aligns with the previously identified Ciglik fault, (ii) the deformation width of the surface rupture ranges from 3.4 meters to 8.3 meters, with the most significant left-lateral displacement observed near the town of Ciglik reaching 95 cm, concurrently with a vertical displacement of 75 cm.

Keywords

East Anatolian Fault Zone, Ciglik Fault, Kahramanmaraş (Ekinözü) Earthquake, Surface fault-rupture

Highlights

- * Spatial distribution assessment of surface fault-rupture from the Ekinözü Earthquake on the Ciglik Fault
- * Quantification of deformation width
- * Surface fault-rupture mapping and characteristic feature analysis

Manuscript

Research Article

Received: 11.04.2024
Revised: 15.08.2024
Accepted: 16.08.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1467421

Corresponding Author

Fikret Kocbulut
Email:
fbulut@cumhuriyet.edu.tr

Bu çalışmalardan Karabacak ve diğ. (2023), 6 Şubat deprem çiftinin ilki üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarda yüzey kırığının ~270 km uzunluğunda, güneyde Hatay ilinden başlayarak kuzey/kuzeydoğuya doğru Adıyaman ili Çelikhan ilçesine kadar ilerlediğini kaydetmiştir. Aynı zamanda maksimum sol yanıl yer değıştirme miktarının Kahramanmaraş ili Büyüknacar beldesi yakınlarında 7.3 metre olduğunu ve bu alandan hem kuzeydoğuya hem de güneybatıya doğru sol yanıl yer değıştirme miktarının azaldığını belgelemişlerdir. Bunun yanında arazi çalışmalarda doğrulanmasa da deprem çiftlerine ait yüzey kırığı uzunluğunun ~500 km ulaştığını belirten jeodezik çalışmalarda bulunmaktadır (Xu ve diğ. 2023, Mai ve diğ. 2023, Reitman ve diğ. 2023).

9 saat sonra Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesi Ekinözü beldesi yakınlarında meydana gelen ikinci büyük depremde ise meydana gelen yüzey kırığı Softa ve diğ. (2024) çalışmasında Kahramanmaraş ili Göksun ilçesine bağılı Çardak beldesinden Malatya ili Doğanşehir ilçesi Eskiköy beldesi arasında ~140 km uzunluğunda haritalanmıştır. Yapılan çalışmada, arazide ölçülen en büyük sol yanıl ötelenme Çardak segmenti üzerinde 6.6 metre olarak kaydedilmiştir. Bu deprem DAFZ kuzey kolunda meydana gelse de depremde kırılan Çardak segmentinin yanında Doğanşehir segmentinin gidişine koşut ve Günedoğru beldesi yakınlarında yer yer segment üzerinde ve daha KD'sinde Malatya ili Doğanşehir ilçesi Eskiköy beldesi arasında 3 metreye varan sol yanıl değıştirme net izlenmiştir. Bu durum yüzey kırığının, DAFZ Çardak segmenti yanında, Doğanşehir segmenti ve daha önce Yılmaz (1992) tarafından haritalanmış Çığlık fayını izlediğini göstermektedir. Bununla beraber, arazi çalışmalarda somut delilleri gözlenmese de son bir sene içinde literatüre kazandırılan jeodezik çalışmalarda (Mai ve diğ. 2023, Xu ve diğ. 2023, Liu ve diğ. 2023) deprem çiftinin ikincisinde (M_w : 7.6) Sürgü segmentinin de kırıldığına dair görüşlerin de varlığı dikkat çekicidir.

Her ne kadar deprem çifti sonrasında gerçekleştirilen çalışmalarda yüzey kırığının özellikleri, DAFZ boyunca sergiledikleri karakteristik özelliklerini yansıtan maksimum-minimum yer değıştirme, kırılan segmentlerin hareket hızları, uzunlukları, sismik veriler ışığında deprem geri dönüş periyotları gibi veriler kısmi ortaya konulmuş olsa da yüzey kırığının deformasyon genişliği, arazide yüzeyde gözlenen kırığın derinlik boyunca izleri ve düşey atımlarını yansıtan çalışmalarda literatürde aydınlatılmayı bekleyen konular arasındadır. Bu verilerin bütüncül değerlendirilmesi, DAFZ boyunca meydana gelen bu kompleks yapıdaki deprem çiftinden yola çıkarak, fay zonunun gelecekteki hareket mekanizması hakkında önemli veriler ortaya koyacak ve aynı zamanda depremden kaynaklanan tehlikelerin en aza indirilmesinde etkin rol oynayacaktır.

Bu kapsamda, çalışmada 6 Şubat 2023 deprem çiftinden ikincisi üzerinde (M_w : 7.6) Doğanşehir ile Eskiköy arasındaki bölümü üzerine yoğunlaşarak, i) Doğanşehir segmenti ile birlikte kırılan Çığlık fayının jeolojik ilişkisi, ii) oluşan yüzey kırığının derindeki izleri ve iii) düşey atımları hem detaylı arazi çalışmaları hem de fay konumlandırma hendek kazı çalışmaları sonucunda haritalanarak ilk kez incelenmiştir.

1.1) Malatya (Doğanşehir) Yakın Çevresinin Sismotektoniğı

Yaklaşık 12 milyon yıl önce Neotetis okyanusun kapanması ve Avrasya-Arabistan levhaların yakınlaşması neticesinde Serravaliyen'de neotektonik dönem başlamış, takip eden dönemlerde magmatik aktivite hareketi de yeni bir tektonik rejim ile başlamıştır (Yılmaz ve diğ. 1987, Koçyiğit ve diğ. 2001). Doğu Anadolu başta olmak üzere görülen bu dönemde, yalnızca doğu bölgelerde değil, orta ve batı Türkiye'de de kıvrımlar, eğim atımlı faylar ve eşlenik doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Buna bağılı olarak Doğu Anadolu'da Yılmaz ve diğ. (1987) çalışmasında detaylarıyla açıkladığı üzere levha yakınlaşmalarıyla birlikte kabuk kısılması ve kalınlaşmasını takiben bölgesel yükselme ve ülkemizdeki transform faylardan olan Doğu Anadolu Fay Zonu ve Kuzey Anadolu Fay Zonunun oluşması ile sonuçlanmıştır (Şekil 1). Koçyiğit ve diğ. (2001) çalışmasında, bölgede sıkışma tektoniğı ile uyumlu İran sınırına kadar uzanan Bitlis Sütur Zonu'nun oluştuğunu ve Geç Miyosen-Erken Pliyosen dönemleri arasında

bu zon boyunca yeni tektonik rejimin etkili olabileceğini ileri sürmektedir. Anadolu'da tarih öncesi dönemlerden günümüze değin süregelen deprem aktivitesi birbirinin eşleniği kabul edilen sol yönlü Doğu Anadolu ve sağ yönlü Kuzey Anadolu Fay zonlarının diriliğine işaret etmiş ve üzerlerinde yer alan yerleşimleri antik dönemlerden bu yana etkilemiştir. Aşağıdaki bölümlerde çalışma alanını etkileyen en önemli transform faylardan olan Doğu Anadolu Fay Zonu, Malatya Fayı, Doğanşehir segmenti ve Çığlık Fayı'nın kimlikleri aynı zamanda sismisite ile olan ilişkileri açıklanacaktır.

1.1.1) Doğu Anadolu Fay Zonu

20. yüzyılın ortalarından günümüze değin yoğun çalışılan Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), ilkin Karlıova-Bingöl arasında çizgisellik olarak tanımlanmış (Altınlı 1963, Ketin 1968), ardından Karlıova'dan itibaren KD-GB uzanımlı doğrultu atımlı bir zon olabileceğini ileri sürülmüştür (Allen 1969). Ardından yaşanan yıkıcı 1971 depreminin üzerine Bingöl ve yakın çevresinde çalışma yapan Arpat ve Saroglu (1972), ilk kez DAFZ'nin kimliğini, uzanımını, yaşını, karakterini ortaya koyarak Karlıova'dan Amik ovasına kadar haritalamışlardır. Zon boyunca yapılan çalışmalarda birçok konuda özellikle güneydeki uzanımı ve segment ayrımı konularında fikir ayrılığı yaşanmış olsa da zonun başlangıç noktasının Karlıova olduğu benimsenmiş ve yaşının Geç Pliyosen (Arpat ve Şaroğlu 1972) ya da Geç Pliyosen-Pleyistosen (Herece 2008) olabileceği şeklinde görüşler ortaya atılmıştır.

Duman ve Emre (2013) çalışmasında, 580 km uzunluğunda olduğu ileri sürülen DAFZ, kuzey ve güney kol olmak üzere iki farklı kola ayrılarak, Antakya ile Karlıova arasında uzanan zonun güney-ana kol olarak benimsenmiş ve kolun Hatay üçlü eklemine Ölüdeniz Fay Zonu ve Kıbrıs Yayı ile birleştiğini önerilmiştir. Diğer kol olan kuzeydeki bölümü ise Adıyaman (Çelikhan) yakınlarından itibaren başlayarak İskenderun körfezi arasında yaklaşık 380 km uzunluğundadır. Çalışma alanını güneyden denetleyen Sürgü segmenti, kuzey kol olarak belirtilen aktif segmentlerden biridir. Bununla birlikte, DAFZ'nin segment sayıları üzerinde birden fazla görüş (Sengor ve diğ. 1985, Muehlberger ve Gordon 1987, Barka ve Kadinsky-Cade 1988, Saroglu ve diğ. 1992, Herece 2008, Duman ve Emre 2013) bildirilse de günümüzde kabul gören genel kanı Duman ve Emre (2013) çalışmasında ileri sürdüğü kuzey kolun 9 (Sürgü, Çardak, Savrun, Çokak, Toprakkale, Düziçi-İskenderun, Karataş, Yumurtalık ve Misis), güney-ana kolun ise 7 (Karlıova, Ilıca, Palu, Pütürge, Erkenek, Pazarcık ve Amanos) segmentten oluştuğu şeklindedir (Şekil 1).

Çalışma alanına yakın ve bölgeyi denetleyen sistemlerden olan DAFZ'nin kuzey koluna ait Sürgü segmenti, Doğanşehir Fay Zonu ve Malatya Fayı incelenen alana etkiyebilecek en önemli fay sistemleridir. Bu sistemlerden Doğanşehir Fay Zonu, Malatya ili Doğanşehir ilçesi yakınlarından Küçük köyünün güneyinden başlayarak KD-GB uzanımında, Karaterzi ve Dedeyazı arasında Haramidere boyunca 29 km uzanmaktadır. Söz konusu segment için önerilen maksimum deprem büyüklüğü 6.66 olarak saptanmıştır (Emre ve diğ. 2018). DAFZ'ye bağlı olan Sürgü segmenti ise, Emre ve diğ. (2018) çalışmasına göre, 55 km ve 24 km olmak üzere iki parçaya haritalanmış ve üretebileceği deprem büyüklüğü ise 6.9 ve 6.71 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Malatya Fayı ise, Akçadağ, Arguvan ve Kemaliye segmentleri olmak üzere toplamda 166 km uzunluğunda ve üretebileceği maksimum deprem büyüklükleri sırasıyla 6.8, 7.25 ve 7.10 olarak önerilmektedir.

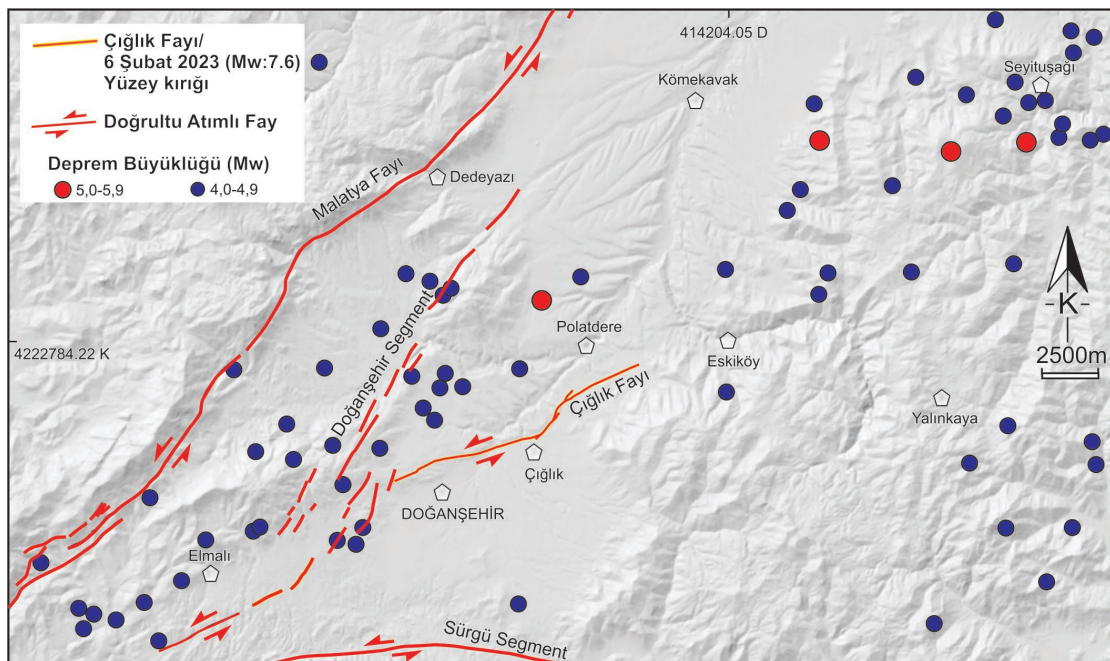
Yılmaz (1992) tarafından ilk kez haritalanarak normal faylanma karakterinde olduğu öne sürülen K50D uzanımındaki Çığlık fayı, Doğanşehir kuzeydoğusundaki Meletköprü Mahallesi yakınlarından, güneybatıya doğru Paleozoyik yaşlı kalkıştiller ve Kuvaterner yaşlı alüvyon dokanağını izleyerek, daha sonra Pliyo-Kuvaterner yaşlı çakıltası birimlerini etkileyerek Çığlık Köyü'ne doğru devam eden normal faylanma bileşeni içeren sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Diri fay haritalarında yer almayan Çığlık fayı, Doğanşehir segmentinin KD uzanımında yer alır. Son depremini Çardak segmenti ile birlikte kırılarak 6 Şubat 2023 tarihinde üretmiştir.

1.1.2) Deprem Aktivitesi

Çalışma alanı içinde kalan ve bölgeyi denetleyen DAFZ, Malatya Fayı ve Doğanşehir Fay Zonu üzerinde tarihsel dönemlerden günümüze kadar yüzey kırığı oluşturan büyüklüğü 6.8 ile 7.7 arasında değişen depremler, bölgenin deprem kataloglarında bulunmayan tarih öncesi dönemlerden bu yana diriliğini ön planda tutmaktadır. Her ne kadar tarihsel dönem depremleri üzerinde lokasyon ve şiddet konusunda fikir birliği olmasa da MS 1114'ten 2023 yılına kadar yaşanan depremlerin (Ambraseys 1989, Guidoboni ve diğ. 1994, Duman ve Emre 2013), Karlıova'dan Antakya'ya kadar uzanan fay zonları üzerine yoğunlaştığı ve bu zonun parçalı kırıldığı dikkate değerdir (Şekil 1). Tarihsel deprem katalogları ışığında Malatya ve yakın çevresini etkilemiş ve büyüklükleri ilksel sismografların kullanılarak saptandığı 1905 ve 1893 depremlerinin sırasıyla 6.8 ve 7.1 büyüklüğünde depremlerin olduğu görülmektedir.

Ambraseys(1989) çalışmasında, 1893 yılında Malatya güneyinde etkili olan ve büyüklüğünün 7.1 olduğu ifade edilen deprem, Kubeli, Besni, Hisn-i Mansur, Akçadağ, Karakiahta ve Mirdis bölgelerini içine alan 220 km uzunluğunda, 120 km genişliğindeki alanda çok etkili olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında deprem, Adıyaman ve Malatya illerinde yoğun can ve mal kaybına sebep olmakla birlikte, Kilis, İskenderun, Antakya, Harim, Idlib ve Maarat'da şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. 1905 yılında Malatya güneydoğusunda meydana gelen ve büyüklüğünün 6.8 olduğu ifade edilen depremde, ile bağlı Pütürge, Sürgü beldelerinde oldukça şiddetli hissedilmiş bunun yanında daha güneyde Erkenek beldesine kadar hissedilmiştir. Deprem neticesinde alüvyonal havza içerisinde köstebek benzeri yapılar oluşmuş ve aynı zamanda sismo-gravitasyonel yapıların oluştuğu öne sürülmüştür.

Bölgeyi etkileyen aletsel dönem deprem aktivitesi büyüklüğü sırasıyla 7.7 ve 7.6 olan Sofalarca ve Ekinözü depremi ve bu deprem çiftinin artçılarından büyüklüğü 4' ve üzeri 75'in üzerinde depremin varlığı bilinmektedir (AFAD 2024), (Şekil 2). Bu depremlerden büyüklüğü 5 ile 5.9 arasında değişen depremler özellikle 7.6 Ekinözü depreminden sonra ve özellikle Polatdere ve Seyitüşağı arasında sol yanal doğrultu atımlı fay geometrisindedir. Benzer şekilde büyüklüğü 4 ile 4.9 arasında dağılan depremler de KD-GB uzanımlı bir hat izlemektedir.



Şekil 2: 1900 ile 2024 arasındaki büyüklüğü 4 üzeri olan depremlerin diri fay zonları üzerindeki dağılımı (Deprem verileri AFAD (2024) kataloğundan alınmıştır).

Figure 2: Temporal and spatial analysis of seismic events exceeding magnitude 4 along active fault zones (The earthquakes are compiled from AFAD (2024)'s catalogue).

1991 yılından 2024 yılına kadar ülke genelinde paleosismoloji çalışmaları özellikle KAFZ üzerinde yoğunlaşmış, buna karşın çalışma alanı ve yakın çevresini etkileyen DAFZ kuzey kolu, Malatya fayı ve Doğanşehir segmenti üzerinde ise kısır kalmıştır. Şu ana kadar bölgede yapılan çalışmalar kuzey kolda, Çardak segmenti ve Sürgü segmentinde Balkaya ve diğ. (2023) tarafından ve Malatya Fayında ise Sancar ve diğ. (2019) tarafından gerçekleştirilerek literatürdeki boşluklar doldurulmaya çalışılmıştır.

Sürgü segmentinin üzerinde gerçekleştirilen çalışmada; Balkaya ve diğ. (2023) tarafından Sürgü Fayı'nın Holosen döneminde ilki MÖ 3400 civarında, diğeri de MÖ 2085±65 ile MÖ 790±20 arasında olmak üzere en az iki yüzey kırığı oluşturmuş deprem ürettiği öne sürülmüştür. Ayrıca radyokarbon tarihlendirme tekniğini kullanarak bu fayın yaklaşık son 500 yılda yüzey kırığı oluşturmuş bir deprem üretmediği ortaya atılmıştır. Ayrıca, aynı araştırmacılar Çardak segmenti üzerinde ise, MÖ 10520±95 ile MÖ 5780±65 arasında en az bir adet, MÖ 3215±12 ile MS 825±55 arasında da bir adet olmak üzere toplam en az iki adet yüzey kırığı oluşturmuş deprem ürettiğini ileri sürmüştür.

Sancar ve diğ. (2019) çalışmasında ise Malatya Fayının üzerinde gerçekleştirdikleri 3 adet hendek kazısı çalışmaları sonucunda 4 farklı olay ayırt etmiş ve en genç olay M.Ö. 965 ile M.Ö. 549 yılları arasında radyokarbon tekniği ile tarihlendirilmiştir. Holosen dönemi içindeki deprem tekrarlanma aralığını ise 2275 ± 605 yıl olarak ileri sürmüşlerdir.

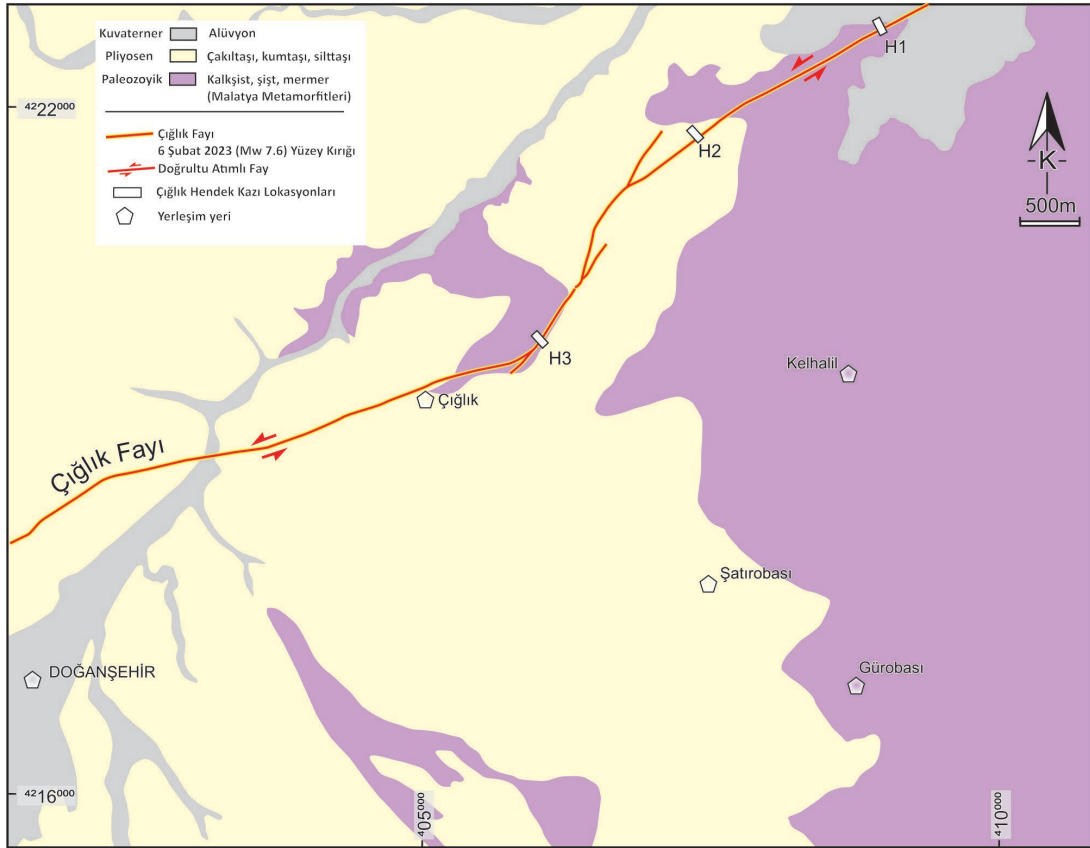
2. VERİ ve YÖNTEM

Bu çalışmada 6 Şubat 2023 deprem çiftinden ikincisinin (M_w :7.6) neden olduğu yüzey kırığı üzerinde detaylı jeolojik araştırmalar yapılmıştır. Özellikle Malatya ili Doğanşehir ilçesi ile ilçeye bağlı Eskiköy beldesi arasında gerçekleştirilen çalışmalarda, yüzey kırığının konumunun belirlenmesi ve düşey atımla birlikte oluşan deformasyon zonunun ortaya konulabilmesi için fay konumlandırma hendek kazıları gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen hendek kazıları McCalpin (2009) çalışmasına göre yürütülmüştür. Bu kapsamda yüzey kırığı üzerinde açılan 3 hendek için hendek duvarlarında temizlik ve 1x1m'lik kareli yapılmıştır. Hendek duvarlarında yüzey kırığının derindeki morfolojisini ve özelliklerinin en iyi yansıtan duvar 1/25 ölçeğinde loglanmış ve fotoğraflanmıştır. Ardından çizilen bütün veriler ArcGIS 10.2 Pro programında sayısallaştırılmış ve hendek kazılarının konumları 1/25000 ölçekli haritalanan yüzey kırığı haritası üzerine işlenmiştir. Yüzey kırıklarının üzerine işlendiği L39c2 ve L39c3 pafta numaralı topografik haritalar Harita Genel Komutanlığı tarafından 1956 basımlıdır.

3. BULGULAR

3.1) Arazi Gözlemleri

1/25000 ölçekli topoğrafya haritaları üzerinde, Doğanşehir kuzeyinden Eskiköy güneyine kadar yaklaşık 11 km uzunluğunda haritalanan 6 Şubat 2023 (M_w :7.6) depremi yüzey kırığının, alanda sol yanallı doğrultulu atımlı fay karakterinde olduğu ve maksimum yer değiştirmesinin ~1 metreye ve düşey atımının ise 75 cm'ye ulaştığı gözlenmiştir. Arazide çoğunlukla Pliyosen yaşlı kaya birimleri üzerinde genişleme yapıları sunan yüzey kırığının, tarla sınırları, çit ve karayolundaki sol yanallı yer değiştirmeleri çıplak gözle net izlenebilmektedir (Şekil 3). Eskiköy güneyinden daha KD istikametindeki izleri gözlenemeyen yüzey kırığı kesintisiz şekilde KD-GB uzanımında K25D ile K72D arasında değişen doğrultularda Doğanşehir kuzeyine kadar Çıgılık fayı ismiyle haritalanmıştır. Kırılan Çıgılık fayı daha güneyde Duman ve Emre (2013) çalışmasında diri fay olarak belirtilen Doğanşehir Segmentiyle birleşmektedir (Şekil 2). Softa ve diğ. (2024) çalışmasında da detaylı belirtildiği üzere, 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığı, Çardak segmenti ile Doğanşehir segmenti ve daha KD'sinde Doğanşehir segmentine bağlanan haritalanmamış diri parçaları üzerinde meydana gelmiştir.



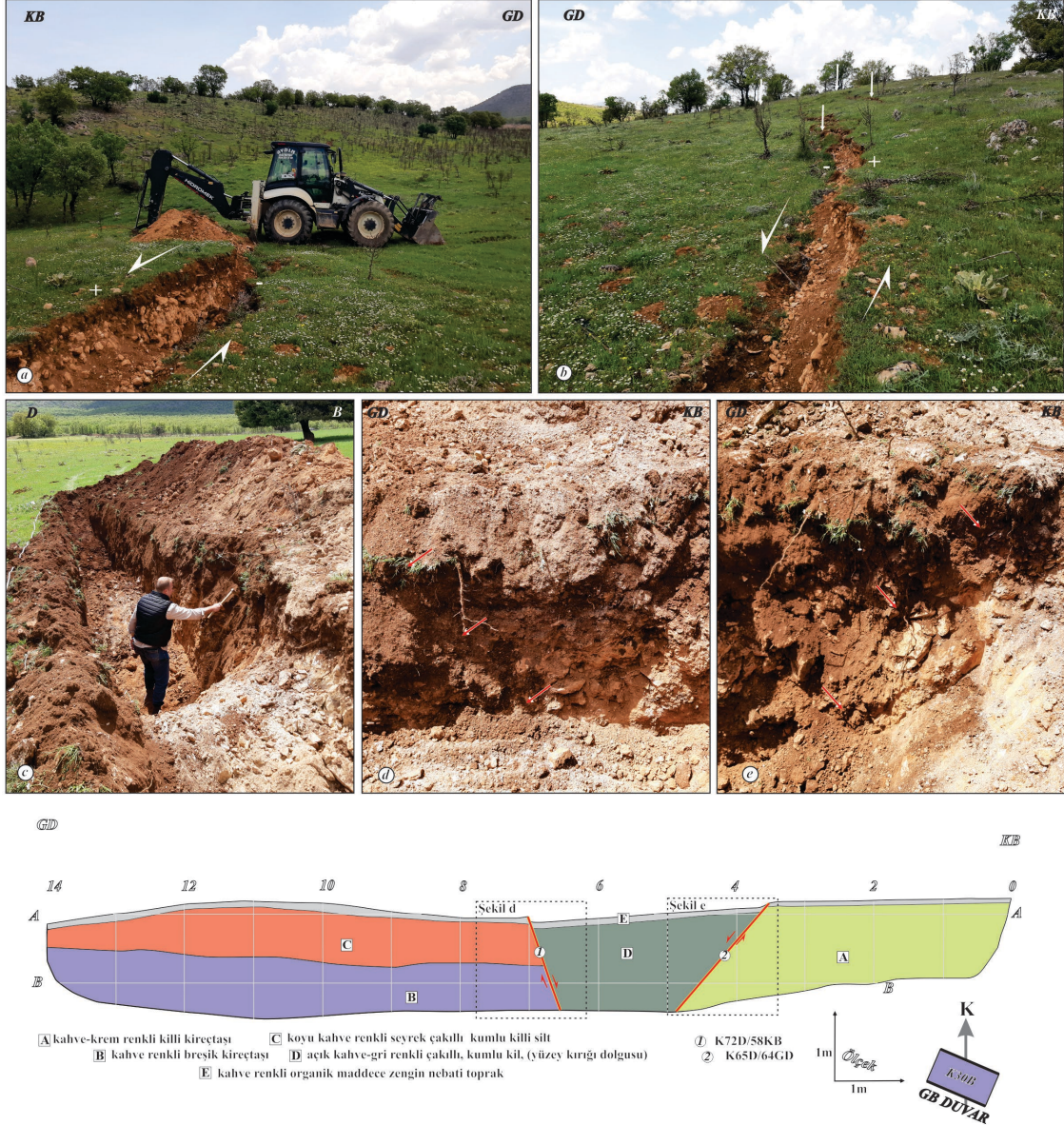
Şekil 3: Doğanşehir ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Yılmaz (1992)'den değiştirilerek) ve Doğanşehir yakınlarında haritalanan yüzey kırığının uzanımı (Harita Genel Komutanlığı 1956 yılı topoğrafya haritasında Kelhalil beldesinin günümüz konumundan daha GD'da olduğuna dikkat ediniz.)
 Figure 3: A modified geological map of the Doğanşehir region and its immediate environs, adapted from Yılmaz (1992), illustrating the surface fracture extent mapped near Doğanşehir (It is noteworthy to mention a geographical discrepancy observed in the topographic map issued by the General Command of Mapping/Turkey in 1956, where the town of Kelhalil is depicted as situated further to the southeast than its present geographical coordinates.)

3.2) Hendek Kazı Çalışmaları

3.2.1) Çiğlık 1 Hendeği

6 Şubat 2023 ($M_w:7,6$) depremi yüzey kırığı üzerinde, kırık doğrultusuna dik olarak ve düşey atımın en iyi gözlemlendiği optimum alanda K30B uzanımında açılan hendek kazısı, 14 metre uzunluğunda, 1.8 metre derinliğinde ve 2 metre genişliğinde açılmıştır (Şekil 4). Hendek duvarları birbirleriyle büyük ölçüde uyumludur. Hendek içerisinde toplamda beş farklı birim olarak ayırt edilmiş ve hendeğin GB duvarı loglanmıştır. Hendek içerisinde 0-4 metre arasında net izlenebilen A birimi, en yaşı birimi nitelermekte ve kahve renkten krem renge kadar değişen renklerde gözlenen birim killi kireçtaşı litolojisinden yapıldır. Üzerinde yer alan B birimi, hendek duvarının 7-14 metreleri arasında tanımlanmıştır. B birimi, kahve renkli breşik kireçtaşı seviyesinden oluşmaktadır. Kendinden önceki birimleri üzerleyen C birimi, koyu kahve renkli seyrek çakıllı kumlu killi silt birimi olarak ayırt edilmiştir. Birim, hendeğin 7 ile 14 metreleri arasında net izlenebilir. Yüzey kırığı dolgusu olarak tanımlanan D birimi, C biriminin üzerinde ve hendek duvarının 4-7 metreleri arasında belirgindir. Yüzey kırığının oluşturduğu deformasyon nedeniyle iç yapısı ve mikro stratigrafik özellikleri net ayrılamayan ve kendinden yaşlı A, B ve C birimleri ile ayırt edilmesi güç olan D birimi, açık kahverenginden gri renge kadar değişen renklerde çakıllı kumlu kil olarak tanımlanmıştır. Kahve renkli organik maddece zengin nebatî toprak seviyesi olarak loglanan E birimi, kendinden önceki birimleri uyumsuz

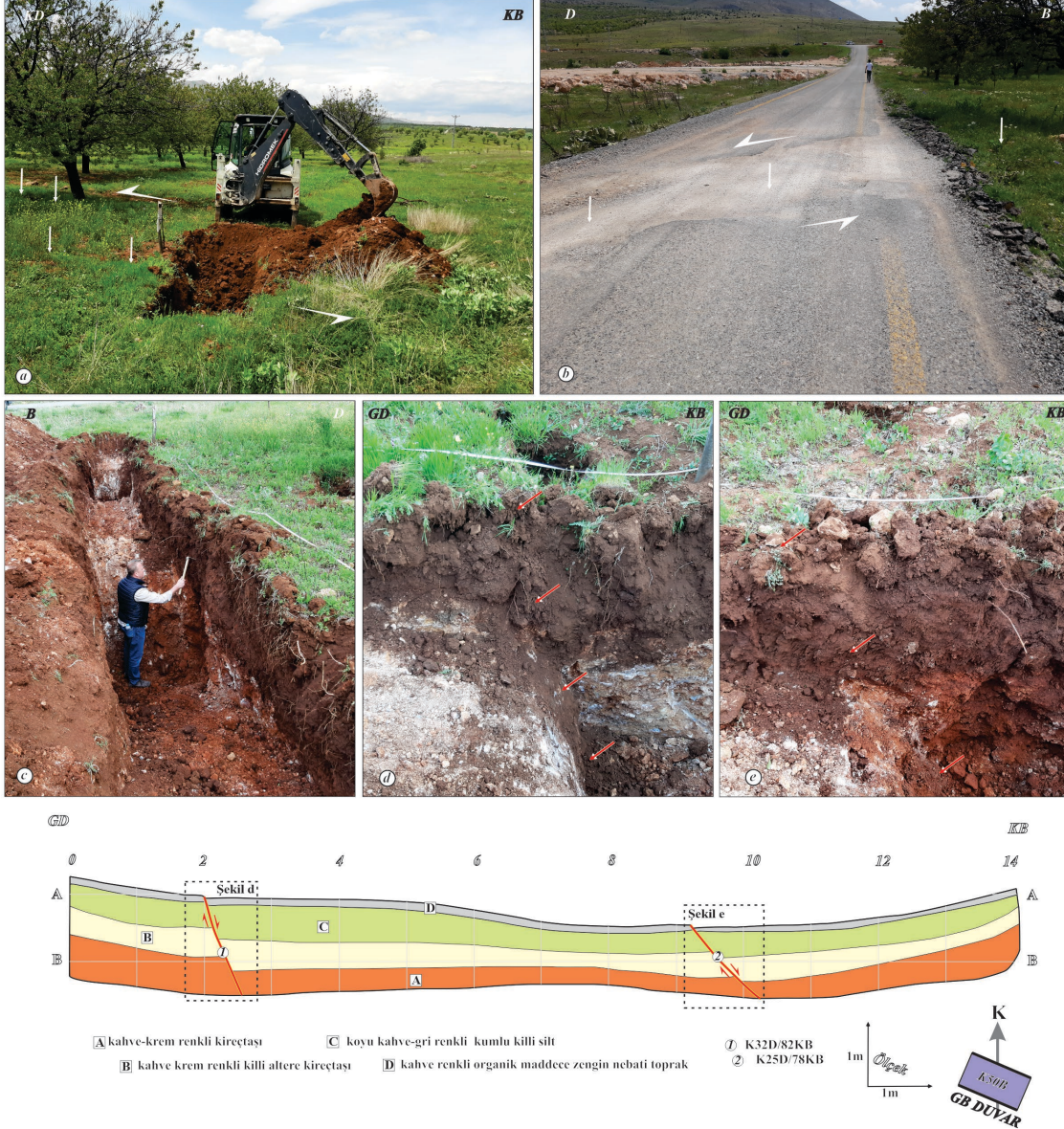
olarak örter. Bununla birlikte hendeğin 3-5 ve 6-7 metreleri arasında net izlenebilen yüzey kırığı, hendek duvarında K72D/58KB ve K65D/64GD konumlu olarak ölçülmüş ve tabandan itibaren E birimine kadar bütün birimleri kestiği saptanmıştır (Şekil 4). Bununla birlikte hendek derinliği boyunca deformasyon genişliği 3.4m (7.0m-3.6m) metre olarak saptanmıştır. Hendek içerisinde 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi dışında herhangi faylanma izi gözlenmemiştir.



Şekil 4: a) 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığı üzerinde gerçekleştirilen Çığlık 1 hendek kazı çalışmaları (37.957760D/38.143095K), b) Yüzey kırığının oluşturduğu 40 cm düşey deyişirme (37.959932D/38.143554K), c-e) Yüzey kırığının kazı derinliği boyunca görünümleri ve yorumu
Figure 4: a) Ciglık 1 trench studies on surface rupture of February 6, 2023 (M_w : 7.6), (37.957760E/38.143095N), b) The surface fracture has induced a vertical displacement of 40 cm (37.959932E/38.143554N), c-e) The interpretation of the surface rupture on the floor and trench wall

3.2.2) Çığlık 2 Hendeği

Çığlık 2 rumuzlu hendek kazısı, 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığı doğrultusuna dik olarak K50B uzanımında, 14 metre uzunluğunda, 1.7 metre derinliğinde ve 2 metre genişliğinde açılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: a) 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığı üzerinde gerçekleştirilen Çığlık 2 hendek kazı çalışmaları (37.944605D/38.138967K), b) Yüzey kırığının oluşturduğu 95 cm sol yanal yer değiştirme (37.944767D/38.138931K), c-e) Yüzey kırığının kazı derinliği boyunca görünümleri ve yorumu

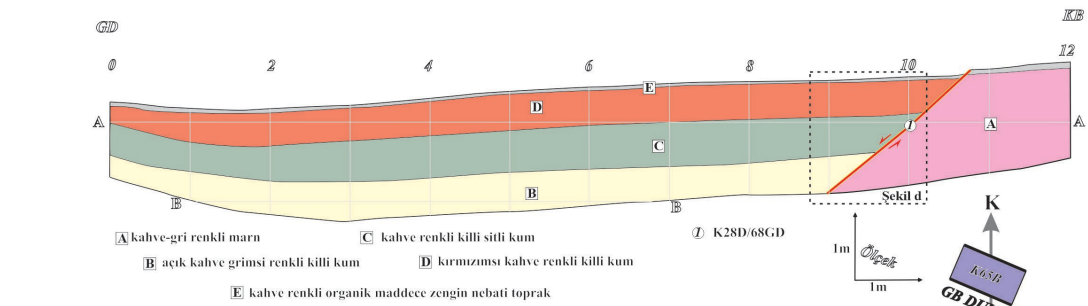
Figure 5: a) Ciglık 2 trench studies on surface rupture of February 6, 2023 (M_w : 7.6) (37.944605E/38.138967N), b) The surface fracture has induced a left lateral displacement of 95 cm (37.944767E/38.138931N), c-e) The interpretation of the surface rupture on the floor and trench wall

Hendek içerisindeki duvarlarda 4 adet birim ayırt edilmiştir ve hendek duvarları birbirleriyle büyük ölçüde uyum içindedir. GB duvarı loglanan Çığlık 2 hendek kazısında en yaşlı birim olan A birimi, kahve renkten krem renge kadar değişen renklerde ve hendek duvarları boyunca net izlenebilmektedir. Üzerinde yer alan B birimi, hendek duvarlarının 0-14 metreleri arasında ayırt edilebilen, kahve-krem renkli killi altere olmuş kireçtaşından yapıldır. Kendinden önceki birimleri üzerleyen C birimi, hendek duvarlarının 0-14 metreleri arasında izlenebilmekte ve kalınlığı KB'ye doğru ilerledikçe azalmaktadır. Birim, koyu kahve renkten gri renge kadar değişen tonlarda kumlu killi silt olarak loglanmıştır. Bu birimlerin üzerinde yer alan uyumsuz olarak yer alan D birimi, hendek duvarları boyunca kesintisiz ayırt edilebilen, kahve renkli organik maddece zengin nebati topraktan oluşur. Bununla birlikte hendeğin 2-3 ve 9-11 metreleri arasında net izlenebilen yüzey kırığı, hendek duvarında K32D/82KB ve K25D/78KB konumlu olarak ölçülmüş ve tabandan itibaren D birimine kadar bütün birimleri kestiği

saptanmıştır (Şekil 5). Bununla birlikte hendek derinliği boyunca deformasyon genişliği 8.3m (10.3m- 2.0m) metre olarak saptanmıştır. Hendek içerisinde saptanan maksimum düşey atım ise 28 cm'dir. Hendek içerisinde 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi dışında herhangi faylanma izi gözlenmemiştir.

3.2.3) Çığlık 3 Hendek Kazısı

6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığı üzerinde açılan Çığlık 3 rumuzlu hendek kazısı, 12 metre uzunluğunda, 1.7 metre derinliğinde ve 2 metre genişliğindedir. K65B uzanımıyla yüzey kırığı gidişine dik doğrultuda açılan hendek kazısı, arazide en büyük düşey atımın gözlemlendiği optimum alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6: a) 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığı üzerinde gerçekleştirilen Çığlık 3 hendek kazı çalışmaları (37.926045D/38.119882K), b) Yüzey kırığının oluşturduğu 75 cm düşey değiştirme (37.926562D/38.120301K) c-e) Yüzey kırığının kazı derinliği boyunca görünümleri ve yorumu
 Figure 6: a) Ciglık 3 trench studies on surface rupture of February 6, 2023 (M_w : 7.6) (37.926045E/38.119882N), b) The surface fracture has induced a vertical displacement of 75 cm (37.926562E/38.120301N), c-e) The interpretation of the surface rupture on the floor and trench wall

Beş farklı birim olarak loglanan hendek kazısında her iki duvarda da benzer birimler ve yapılar saptanmıştır. Loglanan GB duvarda en yaşlı birim olan A birimi, hendek duvarının 9-12 metreleri arasında, kahve renginden gri rengine kadar değişen renklerde marn litolojisinden yapıldır. Üzerinde yer alan B birimi, hendek duvarının 0-9 metreleri arasında net izlenebilmekte ve açık kahve renkten gri rengine kadar değişen tonlarda killi kumdan oluşmaktadır. Kendinden önceki birimleri üzerleyen C ve D birimleri sırasıyla, kahve renkli killi siltli kum ve kırmızımsı kahve renkli killi kum olarak loglanmıştır. Her iki birim de hendek duvarının 0-10 metreleri arasında belirgindir. Üzerinde yer alan E birimi ise, kahve renkli organik maddece zengin nebati toprak seviyesinden oluşmakta ve kendinden önceki birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Bununla birlikte hendeğin 7-11 metreleri arasında net izlenebilen yüzey kırığı, hendek duvarında K28D/68GD konumlu olarak ölçülmüş ve tabandan itibaren E birimine kadar bütün birimleri kestiği saptanmıştır (Şekil 6). Bununla birlikte hendek derinliği boyunca deformasyon genişliği 3.6m (10.7m- 6.9m) metre olarak saptanmıştır. Hendek içerisinde 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi dışında herhangi faylanma izi gözlenmemiştir.

4. TARTIŞMA

Yüzey kırıklarının uzunluğu, genişliği, geometrisi, sergilediği karakteri, üzerinde ölçülen en büyük atım miktarlarının tespiti ve kaynaklık ettiği diri fayın/potansiyel fayın Kuvaterner dönemi özellikleri ile birlikte değerlendirilmesi deprem tehlikesinden kaynaklanan risklerinin en aza indirilmesinde etkin rol oynamaktadır.

Ülkemizde aletsel dönemde 1912 yılından 1999 yılına kadar özellikle KAFZ üzerinde yoğunlaşan büyüklüğü 7'yi aşan depremlerin neden olduğu yüzey kırıkları dikkate alındığında, bu depremlerden 1939 depremi (M_w : 7.9) yüzey kırığı en az 3 farklı segmenti birlikte art arda kırılmasına sebebiyet vermiştir (Ketin 1969, Koçyiğit 1989, Barka 1996, Koçbulut 2023). DAFZ üzerinde meydana gelen benzer büyüklükteki deprem ise 6 Şubat 2023 tarihindeki deprem çiftidir. İlkinde (M_w : 7.7) Amanos, Narlı, Pazarlık ve Erkenek segment olmak üzere 4 adet ve ikincisinde (M_w : 7.6) ise Çardak ve Doğanşehir segmenti ve daha KD'su olmak üzere 2 segmentin birlikte kırıldığı yüzey kırığı oluşturan deprem çifti, DAFZ'nin kompleks yapısını yansıtmıştır. Deprem enerjisinin tek bir segmentte kırılarak boşalması ya da ardışık segmentlerin birlikte kırılarak ortaya çıkması, fayın kayma hızı, deprem tekrarlanma aralığı, kaynaklık ettiği son depremden bu yana geçen süre ile yakından ilişkilidir.

Bu çalışmada 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depreminin yüzey kırığının Malatya ili Doğanşehir ilçesi ile ilçeye bağlı Eskiköy beldesi arasında net izlenen bölümü üzerinde gerek detay arazi çalışmaları gerekse de fay konumlandırma hendeği çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 1/25000 ölçeğinde haritalanan K20-60D uzanımlarında değişen yüzey kırığı Doğanşehir ilçesi kuzeyinden itibaren Eskiköy beldesi güneyine kadar yaklaşık 11 km uzunluğundadır (Şekil 7).

En büyük sol yanal yer değiştirmesi Çıglık beldesi yakınlarında 95 cm olarak ölçülmüştür. Bununla birlikte düşey atım miktarı ise 75 cm olarak saptanmıştır. Arazi verileri yüzey kırığı üzerinde inceleme yapan Softa ve diğ. (2024) çalışması ile uyumludur. Araştırmacılar çalışmalarında 6 Şubat 2023 M_w : 7.6 depremi yüzey kırığının Doğanşehir segmenti ve daha kuzeydoğusunda Eskiköy arasında saptamış ve en büyük yer değiştirmeyi ise Doğanşehir kuzeyinde yer alan dere atımında 3.10 metre olarak saptamışlardır. Çalışmada haritalanan yüzey kırığı boyunca atım dağılımı haritasına bakıldığında fayın orta bölümünde atımın en yüksek değerine ulaştığı buna karşın uç kısımlarında azalarak fayın sönümlendiği görülmektedir.



Şekil 7: Doğanşehir-Eskiköy arasında haritalanan 6 Şubat 2023 (M_w : 7.6) depremi yüzey kırığının topoğrafik harita üzerinde görünümü

Figure 7: Surface fault-rupture of the February 6, 2023 (M_w : 7.6) earthquake mapped between Doğanşehir and Eskiköy on the topographic map

Yüzey kırığının diri faylar üzerindeki dağılımına bakıldığında M_w : 7.6 depremi kırığı Duman ve Emre (2013) çalışmasında tanımlanan DAFZ kuzey kolunu oluşturan Çardak segmenti üzerinde ve KD-GB uzanımlı sol yanal doğrultu atımlı fay karakteri sergileyen Doğanşehir segmenti ve daha KD'sinde meydana gelmiştir. Doğanşehir segmenti KD'sinde de net izlenen yüzey kırığı, diri fay haritasında yer almayan ve Çiğlık fayı olarak Yılmaz (1992) çalışmasında ilk kez tanımlanan fay üzerinde meydana gelmiştir. Softa ve diğ. (2024) çalışmasında Eskiköy ile Günedoğru arasında gözlenen yüzey kırığının diri fay olarak tanımlanan Doğanşehir segmentinin parçaları olabileceği ileri sürülmüştür. Bu meydana, arazi çalışmalarında Çiğlık fayının Doğanşehir segmenti ile birliktelik sunduğu ve 6 Şubat 2023 M_w : 7.6 depremi yüzey kırığının Doğanşehir segmentinden başlayarak Çiğlık fayı üzerinde devam etmesi bu iki parçanın kinematik açıdan birlikte değerlendirilmesi gerekliliğini güçlendirmektedir.

Yüzey kırığı üzerinde açılan fay konumlandırma hendeği çalışmalarında, Çiğlık fayının sergilediği deformasyon zonunun 3.4 metre ile 8.3 metre arasında, ölçülen en büyük düşey atım miktarının ise 28 cm olduğu saptanmıştır (Tablo 1). Hendeke duvarlarında 6 Şubat depremi yüzey kırığını tabandaki en yaşlı birimlerden en genç birimlere kadar bütün birimleri kestiği net izlenebilmektedir. Bu durum çalışma alanında yer alan Çiğlık fayı üzerinde meydana gelen 6 Şubat 2023 depremi yüzey kırığı verilerinden yola çıkarak fayın son depremini 2023 yılında üretmiş olduğu çıkarımı yapılabilir. Hendeke verilerinde gözlenen birim, yapı ve stratigrafik ilişkilerinden yola çıkarak, 6 Şubat 2023 depremi izlerini yansıtan verilerden başka yüzey kırığı oluşturmuş izlerin hendeke içinde saptanamaması, Çiğlık fayının daha önce kırılarak yüzey kırığı oluşturduğu düzlemi 6 Şubat 2023 depreminde yeniden kullanmış olabileceği ihtimali de düşünülmektedir.

Tablo 1: 6 Şubat 2023 (M_w :7.6) depremi yüzey kırığının deformasyon zon genişliği
 Table 1: Deformation zone width of the surface rupture of the February 6, 2023 (M_w : 7.6) earthquake

Hendek Kazıları	Koordinat	Deformasyon Zon Genişliği		Toplam (m)
		Başlangıç (m)	Bitiş (m)	
Çiğlık 1	37.957760D/38.143095K	3.6	7.0	3.4
Çiğlık 2	37.944605D/38.138967K	2.0	10.3	8.3
Çiğlık 3	37.926045D/38.119882K	6.9	10.7	3.6

Çalışma alanını etkileyen önemli diri faylar üzerinde kısıtlı sayıda paleosismoloji çalışması gerçekleştirilmiş olmasına rağmen ne Doğanşehir segmenti ne de Çiğlık fayı üzerinde daha önce paleosismoloji çalışması gerçekleştirilmemiştir. Kısıtlı çalışmalardan DAFZ'nin kuzey kollarından olan Sürgü segmenti (Sürgü Doğu ve Kurucova rumuzlu) ve Çardak Segmenti (Çardak 1 ve Çardak 2 rumuzlu) üzerinde ikişer adet hendek kazı çalışmaları yapan Balkaya ve diğ. (2023) çalışmasında, Holosen dönemine denk gelen en az 2 adet olay seviyesi saptamıştır. Radyokarbon tekniği kullanarak tarihlendirdiği hendek çalışmasında Sürgü segmentinin en az 500 yıldır deprem üretmediğini öne süren araştırmacılar her iki segment için de deprem tekrarlanma aralığına ilişkin bir veri ortaya koymamıştır. Malatya fayı üzerinde Sancar ve diğ. (2019) tarafından gerçekleştirilen paleosismolojik çalışmada ise, Alhan ve Kızık 1 ve Kızık 2 rumuzlu üç adet hendek kazısı gerçekleştirilmiş ve son 10 bin yıl içerisinde depremlere ilişkin dört farklı olay seviyesi saptamışlardır. Radyokarbon tekniği kullanarak tarihlendirdiği hendek çalışmasında en genç olay MÖ 965 ile MÖ 549 yılları arasında olduğu öne sürülmüş ve Holosen dönemi içindeki deprem tekrarlanma aralığını ise 2275 ± 605 yıl olarak hesaplamışlardır.

Aletsel dönem deprem aktivitesine bakıldığında, 6 Şubat 2023 depremleri öncesinde Malatya İli Doğanşehir ilçesi ile Malatya ili Merkez ilçesi arasında dağılan deprem aktivitesi oldukça durağanken, yıkıcı deprem sonrası sismik aktivitenin kırılan segmentlerin uçlarına stresin biriktiği ve dolayısıyla yoğunlaştığı görülmektedir (Stein ve diğ. 2023, Wang ve diğ. 2023, Alkan ve diğ. 2024, Softa ve diğ. 2024). Jeofiziksel çalışmalarda da sismik aktivitenin Malatya ili Doğanşehir ilçesi ve daha KD uzanımı boyunca gözlenmesi, kırılan Doğanşehir segmenti ve daha KD'si (Çiğlık fayı) boyunca Malatya ili Merkezine uzanan KD-GB doğrultulu hattı potansiyel diri fay konumuna taşımakta ve bu hattın gelecekte deprem üretebilecek enerjiyi biriktirdiğini düşündürmektedir.

Bu kapsamda, Çiğlık fayı ve daha KD'sinde yer alan Malatya ili Merkez ilçesinde KD-GB uzanımındaki tektonik hattın jeolojik, jeofizik ve paleosismolojik açıdan detaylı incelenmesi ve aynı zamanda bölgeyi denetleyen DAFZ Sürgü ve Çardak segmenti, Doğanşehir segmenti ve Malatya Fayı ile birlikte değerlendirilmesi, söz konusu potansiyel diri hatların deprem üretmeleri durumunda üzerinde bulunan mühendislik yapılarında meydana gelebilecek hasarların minimum seviyeye indirebilmesi, dolayısıyla can kayıplarının engellenmesi ve yeni yapılacak mühendislik yapılarının inşaatında uygun yer seçiminde etkin rol oynaması sebepleriyle son derecede önemlidir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Malatya ili Doğanşehir ilçesi ile ilçeye bağlı Eskiköy beldesinin güneyinde net izlenebilen 6 Şubat 2023 depremi (M_w : 7.6) yüzey kırığının detay özellikleri incelenmiştir. Sonuçta;

- Doğanşehir ilçesi ile Eskiköy arasında izlenen yüzey kırığının eskiden tanımlanmış Çiğlık fayını izlediği,
- ~11 km uzunluğunda haritalanan yüzey kırığının Çiğlık beldesi yakınlarında 95 cm sol yanal yer değiştirme ve 75 cm'e ulaşan düşey atım sunduğu,

- Fay konumlandırma hendek kazılarında yüzey kırığının deformasyon genişliğinin 3.4 metre ile 8.3 metre arasında değiştiği ve hendek içinde gözlenen en yüksek düşey atımın 28 cm'e ulaştığı saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ilk aşaması, 6 Şubat 2023 deprem çiftlerinin ardından TÜBİTAK kurumunun başlattığı 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı kapsamında kısmen desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2024. AFAD Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü-Deprem Dairesi Başkanlığı Deprem Kataloğu, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/event-catalog>.

Aksoy E., Akgun E., Softa M., Kocbulut F., Sozibilir H., Tatar O., Erol S.C., 2023. 6 Şubat 2023 Pazarlık (Kahramanmaraş) depreminin Dogu Anadolu Fay Zonu Erkenek ve Pazarlık Segmentleri Uzerindeki Etkisi: Çelikhan-Golbasi (Adiyaman) Arasından Gozlemler, *Turk Deprem Arastirma Dergisi*, 5(1), 85-104, 85-104, doi: 10.46464/tdad.1280408.

Allen C.R., 1969. Active faulting in northern Turkey, Contr.1577, Division of Geology Sciences, California Institute of Technology, 32 s.

Alkan H., Buyuksarac A., Bektas O., 2024. Investigation of earthquake sequence and stress transfer in the Eastern Anatolia Fault Zone by Coulomb stress analysis, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 33(1), 56-68.

Altınlı I.E., 1963. Explanatory text of the Geological Map of Turkey of 1:500000 scale, Erzurum sheet, Institute of Mineral Research and Exploration Report, Ankara.

Ambraseys N.N., 1989. Temporary seismic, quiescence: SE Turkey, *Geophysical Journal*, 96, 311-331.

Ambraseys N.N., Finkel C., 1995. The seismicity of Turkiye earthquake of 19 December 1977 and the seismicity of the adjacent areas 1500-1800, Eren Yayıncılık ve Kitapçılık, İstanbul, pp. 240.

Arpat E., Şaroğlu F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler, *MTA Bülteni*, 73, 1-9.

Balkaya M., Akyuz H.S., Ozden S., 2023. Paleoseismology of the Surgu and Cardak faults-splays of the Eastern Anatolian Fault Zone, Turkiye, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 32(3), 402-420.

Barka A., 1996. Slip distribution along the North Anatolian fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 86(5), 1238-1254.

Barka A.A., Kadinsky-Cade K., 1988. Strike-slip fault geometry and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7(3), 663-684.

Bayrakdar C., Halis O., Canpolat E., Doker M.F., Keserci F., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinozu depremi (Mw 7.6) ile ilişkili Cardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi, *Turkish Geographical Review*, 83, 7-22.

- Duman T.Y., Emre O., 2013. The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics, *Geological Society of London, Special Publications*, 372.
- Emre O., Duman T.Y., Ozalp S., Saroglu F., Olgun S., Elmaci H., Can T., 2018. Active fault database of Turkey, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(8), 3229-3275.
- Herece E., 2008. Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası, MTA Özel Yayın Serisi-13, 359 s.
- Guidoboni E., Comastri A., Traina G., 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th Century, Istituto nazionale di geofisica, Rome, 504 p.
- Gurer A., Bayrak M., Gurer O.F., 2004. Magnetotelluric images of the crust and mantle in the southwestern Taurides, Turkey, *Tectonophysics*, 391(1),109-120.
- Karabacak V., Ozkaymak C., Sozbilir H., Tatar O., Aktug B., Ozdag O.C., Cakir R., Aksoy E., Kocbulut F., Softa M., Akgun E., Demir A., Arslan G., 2023. The 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş, Türkiye) Earthquake (Mw: 7.7): Implications for surface rupture dynamics along the East Anatolian Fault Zone, *Journal of the Geological Society*, jgs2023-020.
- Ketin I., 1968. Relations between general tectonic features and the main earthquake regions of Turkey, MTA Bulteni, Ankara.
- Ketin I., 1969. Kuzey Anadolu Fayı hakkında, *MTA Dergisi*, 72, 1-27.
- Kocyigit A., 1989. Suşehri basin: an active fault-wedge basin on the North Anatolian Fault Zone, Turkey, *Tectonophysics* 167, 13-29.
- Kocyigit A., Yilmaz 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.
- Kocbulut F., 2023. Evidence for surface rupture of the 1939 Erzincan earthquake based on field data and paleoseismology on the Ezinepazari Fault (North Anatolian Fault Zone, Central Anatolia), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 32(1), 96-112.
- Liu C., Lay T., Wang R., Taymaz T., Xie Z., Xiong X., Irmak T.S., Kahraman M., Erman C., 2023. Complex multi-fault rupture and triggering during the 2023 earthquake doublet in southeastern Türkiye, *Nature Communications*, 14(1), 5564.
- Mai P.M., Aspiotis T., Aquib T.A., Cano E.V., Castro-Cruz D., Espindola-Carmona A., Li B., Li X., Liu J., Matrau R., Nobile A., Palgunadi K.H., Ribot M., Parisi L., Suhendi C., Tang Y., YalcinB., Avsar U., Klinger Y., Jónsson S., 2023. The Destructive Earthquake Doublet of 6 February 2023 in South-Central Türkiye and Northwestern Syria: Initial Observations and Analyses, *The Seismic Record*, 3(2), 105-115.
- McCalpin J.P., 2009. Application of paleoseismic data to seismic hazard assessment and neotectonic research, *International Geophysics*, 95, 1-106.
- Muehlberger R.W., Gordon M.B., 1987. Observations on the complexity of the East Anatolian Fault, Turkey, *Journal of Structural Geology*, 9, 899-903.
- Parlak O., Yavuzoglu A., Bayrak A., Olgun S., 2023. 06 Şubat 2023 Ekinozu (Kahramanmaraş) Depremi (Mw 7.6) saha gözlemleri ve on degerlendirmeler, *MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi*, 3(3), 81-98.

Reillinger 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 L., ArRajehi A., Paradissis D., Al-Aydrus A., Prilepin M., Guseva T., Evren E., Dmitrotsa A., Filikov S.V., Gomez F., Al-Ghazzi R., 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*, Solid Earth, 111(B5).

Reitman N.G., Briggs R.W., Barnhart W.D., Hatem A.E., Thompson Jobe J.A., DuRoss C.B., Gold R.D., Mejstrik J.D., Collett C., Koehler R.D., Akciz S., 2023. Rapid surface rupture mapping from satellite data: The 2023 Kahramanmaraş, Turkey (Türkiye), earthquake sequence, *The Seismic Record*, 3(4), 289-298.

Sancar T., Zabcı C., Karabacak V., Yazıcı M., Akyuz H.S., 2019. Geometry and Paleoseismology of the Malatya Fault (Malatya-Ovacık Fault Zone), Eastern Turkey: Implications for intraplate deformation of the Anatolian Scholle, *Journal of Seismology*, 23, 319-340.

Sandıkcıoğlu M., Belgin S.O.L., Sabancı S., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Golbası Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, *Adiyaman/Türkiye, Turkish Geographical Review*, 83, 87-99.

Softa M., Kocbulut F., Akgun E., Aksoy E., Sozbilir H., Tatar O., Karabacak V., Ozkaymak C., Utku M., Ozdag O.C., Cakir R., Demir A., Arslan G., 2024. Surface rupture during the 6th of February 2023 Mw 7.6 Elbistan-Ekinozu (Kahramanmaraş) earthquake: implications for fault rupture dynamics along the northern branch of East Anatolian Fault Zone, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 33(1), 1-21.

Saroglu F., Emre O., Kuscu I., 1992. The East Anatolian fault zones of Turkey, *Annales Tectonicae*, 6, 99-125.

Sengor A.M.C., Gorur N., Saroglu F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zone of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Strike-slip deformation, basin deformation and sedimentation, *Soc. Econ. Paleont. and Min. Spec. Publ.*, 37, 227-264.

Stein R.S., Toda S., Ozbakir A.D., Sevilgen V., Gonzalez-Huizar H., Lotto G., Sevilgen S., 2023. Interactions, stress changes, mysteries, and partial forecasts of the 2023 Kahramanmaraş, Türkiye, earthquakes, *Tembler*, <http://doi.org/10.32858/temblor.299>.

Uzel B., Langereis C.G., Kaymakci N., Sozbilir H., Ozkaymak C., Ozkaptan M., 2015. Paleomagnetic evidence for an inverse rotation history of western Anatolia during the exhumation of Menderes core complex, *Earth and Planetary Science Letters*, 414, 108-125.

Wang Z., Zhang W., Taymaz T., He Z., Xu T., Zhang Z., 2023. Dynamic rupture process of the 2023 Mw 7.8 Kahramanmaraş earthquake (SE Türkiye): Variable rupture speed and implications for seismic hazard, *Geophysical Research Letters*, 50(15), e2023GL104787.

Xu S., Fukuyama E., Yamashita F., Kawakata H., Mizoguchi K., Takizawa S., 2023. Fault strength and rupture process controlled by fault surface topography, *Nature Geoscience*, 16(1), 94-100.

Yilmaz H., 1992. Doganşehir-Surgu-Gozene (Malatya) yöresinin jeolojisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 148 s.

Yilmaz Y., Saroglu F., Guner Y., 1987. Initiation of neomagmatism in East Anatolia, *Tectonophysics*, 134, 177-199.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan deprem verileri Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) deprem kataloğundan temin edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında yer alan bilgiler; herhangi bir kişiye, kuruma, ekipmana çıkar sağlamayı veya kişisel/kurumsal menfaat kazandırmayı amaçlamamaktadır. Aynı şekilde çalışmada yer alan hususlar objektif değerlendirme sınırları dışına çıkarak herhangi bir şekilde kişi, kurum, kuruluş nezdinde zarara, kastı aşan kötü niyetli yoruma ya da itibar kaybına yol açmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): F.K., M.S., E.A., S.K.
- Literatür araştırması (*Literature research*): M.S., E.A., N.O.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): F.K., S.K., M.S., E.A.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): F.K., M.S., S.K., E.A.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): M.S., S.K., E.A., N.O.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): F.K., M.S., E.A., S.K.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): F.K., M.S., E.A., S.K., N.O.



Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of Izmit City

Deniz Gercek Kurt¹, Ismail Talih Guven² and Hakan Erdogan³

¹ Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, 35430 Urla, Izmir, Türkiye

² Kocaeli University, Department of Geophysics Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

³ Kocaeli University, Department of Civil Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4818-9802, 0000-0002-1048-3494, 0000-0002-7241-7652

Keywords

Earthquake risk, Reinforced concrete buildings, Masonry buildings, Visual screening, Izmit

Highlights

- * Evaluation the existing building stock of Izmit district
- * Examination of regional earthquake risk distribution
- * Prominent parameters for earthquake risk management

Aim

The aim of the study is to determine earthquake risk priority areas in Izmit district

Location

This study area is located in Izmit (Kocaeli)

Methods

Regional seismic risk prioritization by using rapid visual screening method

Results

Regional earthquake resilience of Izmit district is evaluated based on rapid visual screening. The neighborhoods with relatively higher vulnerability were indicated

Supporting Institutions

The author declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), Project Number: AFAD-UDAP-Ç-19-06

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 31.07.2024

Accepted: 08.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1470901



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Ismail Talih Guven

Email: talihguven@yahoo.com

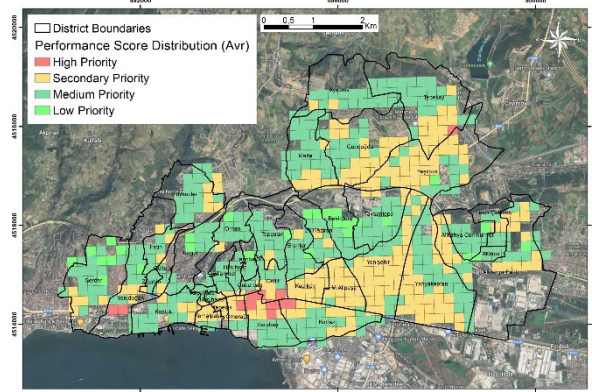


Figure
Risk prioritization map according to performance score distribution

How to cite:

Gercek D., Guven I.T., Erdogan H., 2024. Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of Izmit City, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 405-419, <https://doi.org/10.46464/tdad.1470901>.



TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



Kentlerin Depreme Dirençliliğinin Bina Bazlı Bölgesel Risk Dağılımı Yöntemi İle İncelenmesi: İzmit Kenti Örneği

Deniz Gerçek Kurt ¹, İsmail Talih Güven ² ve Hakan Erdoğan ³

¹ İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 35430, Urla, İzmir, Türkiye

² Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41001 Kocaeli, Türkiye

³ Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 41001 Kocaeli, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4818-9802, 0000-0002-1048-3494, 0000-0002-7241-7652

ÖZET

Türkiye, yıkıcı deprem üretme potansiyeli yüksek fay hatlarının yer aldığı bir bölgede konumlanmaktadır. Tarih boyunca, Anadolu yarımadasında meydana gelen depremler büyük can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Bu bağlamda, nüfusun ve sanayileşmenin çok yoğun olduğu Marmara Bölgesinde deprem risk değerlendirme çalışmalarının yoğunlaşması ve gerekli önlemlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" kapsamında tanımlanan binaların bölgesel deprem riski dağılımının belirlenmesi için riskli yapıların tespitine ilişkin esaslar başlığı altında öngörülen basitleştirilmiş yöntemler kullanılarak Kocaeli ili İzmit ilçesinde bulunan 19940 bina incelenmiştir. Söz konusu yöntem, hızlı sokak taraması prensiplerini dikkate alarak bölgesel deprem risk önceliklendirmesini hedeflemektedir. Saha incelemelerinden elde edilen sonuçlar, nüfus yoğunluğu ve dağılımı, acil toplanma alanı dağılımı, toplam yapı alanı gibi parametrelerle beraber değerlendirilerek İzmit ilçesinde deprem risk öncelikli bölgelerin belirlenmesine çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler

Deprem riski, Betonarme yapı, Yiğma yapı, Sokak taraması, İzmit

Öne Çıkanlar

- * İzmit ilçesi mevcut yapı stokunun değerlendirilmesi
- * Bölgesel deprem risk dağılımının irdelenmesi
- * Deprem risk yönetimine dair öne çıkan parametreler

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 24.04.2024

Düzeltilme: 31.07.2024

Kabul: 08.08.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1470901

Sorumlu yazar

İsmail Talih Güven

Eposta:

talihguven@yahoo.com

Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of İzmit City

Deniz Gerçek Kurt ¹, İsmail Talih Guven ² and Hakan Erdogan ³

¹ Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, 35430, Urla, Izmir, Türkiye

² Kocaeli University, Department of Geophysics Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

³ Kocaeli University, Department of Civil Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4818-9802, 0000-0002-1048-3494, 0000-0002-7241-7652

ABSTRACT

Türkiye is located in a region with high seismicity fault lines. Throughout history, earthquakes in the Anatolian peninsula have caused great loss of life and property. In this context, it is of great importance to intensify earthquake risk assessment studies and take necessary precautions in the Marmara Region where population and industrialization is very dense. In this study, 19940 buildings in İzmit district of Kocaeli province were classified by employing the simplified methods prescribed under the title of principles for the determination of risky buildings to determine the regional earthquake risk distribution of buildings defined within the scope of "Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk". This method enables regional earthquake risk prioritization by considering the principles of rapid street scanning. The results obtained from the field investigations were evaluated together with parameters such as population density and distribution, emergency assembly area distribution, total building area, and it was aimed to determine earthquake risk priority areas in İzmit district.

Keywords

Earthquake risk, Reinforced concrete buildings, Masonry buildings, Visual screening, İzmit

Highlights

- * Evaluation the existing building stock of İzmit district
- * Examination of regional earthquake risk distribution
- * Prominent parameters for earthquake risk management

Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 31.07.2024

Accepted: 08.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1470901

Corresponding Author

İsmail Talih Guven

Eposta:

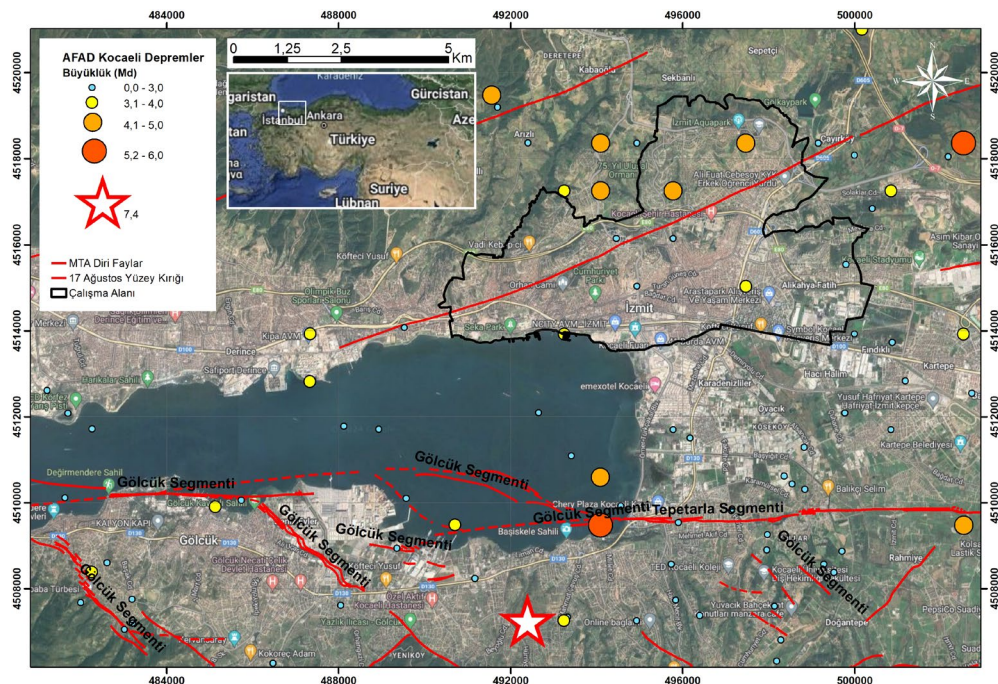
talihguven@yahoo.com

1. GİRİŞ

Afet olgusu, özellikle büyük kentlerin sürdürülebilirliği açısından ele alınması gereken en kritik konulardan biridir. Kentler, sundukları çok çeşitli avantajlar, sosyal ve ekonomik getirilerin yanı sıra, doğal ve insan eliyle oluşan felaketlerin etkisinin katlanarak gözlendiği, fiziksel, ekonomik ve sosyal yıkımların en ağır biçimde gerçekleştiği yerlerdir (Kim ve diğ. 2011, Da Silva ve Morera 2014). Günümüzde gelişmiş ülkelerde afet yönetiminin 'zarar azaltma' çerçevesinde şekillendirilmesi eğilimi giderek yerleşmektedir. Zarar azaltma (mitigation), afet riskinin, afet meydana gelmeden önce alınan önlemler ve planlama kararları ile azaltılması şeklinde tanımlanır. Zira mevcut tehlikelerin oluşumu engellenemez, ancak ortaya çıkaracağı zararlar baş edebilme kapasitesi artırılarak en aza indirgenebilir. Bu bakış açısı kentleri afete hazırlıklı hale getirmekle birlikte, risklerin çok daha etkin ve daha düşük maliyetlerle yönetilebilmesini sağlamaktadır (Mc Daniels 2007, Guo 2012).

Dirençli kente topluluklar bir krize veya doğal afetlere karşı direnme, uyum sağlama ve kolaylıkla hareket edebilme olanaklarına sahiptir. Kentsel planlamada 'dirençlilik' anlayışı, hem kentteki gündelik hayat standartlarını artırır hem de kente afet durumunda hayati destek sağlayabilecek, iyileşmeyi hızlandırabilecek adaptasyon yeteneği kazandırır. Bu bakış açısıyla, afet sonrası hayat kurtarabilecek mekânsal düzenlemeleri kentsel tasarımın dışında, tasarıma eklenmesi veya sonradan düşünülmesi gereken konular olarak değil, gündelik yaşam kalitesini artırmak için fırsatlar olarak görmek gerekir (Bruneau ve diğ. 2003).

Depremler, insan hayatını, yaşam alanlarını ve koşullarını olumsuz yönde etkileyen en önemli doğal afetlerden biridir. Bu sebeple, deprem dirençliliği yüksek kentler inşa etmek ya da şehirlerin mevcut deprem dirençlilik seviyesini kabul edilebilir sınırlara çıkartmak büyük önem taşımaktadır. Depremlerin insan yaşamına birincil etkisini deprem esnasında yıkılan ya da hasar gören yapılar sebebiyle yaşanan can kayıpları olarak ifade etmek mümkündür. İkincil etkiler ise deprem sonrası ortaya çıkan barınma sorunu, psikolojik, sosyal ve ekonomik sorunlar olarak sıralanabilir. Bütün bu sorunların bir domino etkisi ile yayıldığını varsayacak olursak depreme dayanıklı yapı tasarımı yaşanacak kayıpların en aza indirilmesini sağlayacak en önemli unsurdur (Joyner ve Sasani 2020).



Şekil 1: İncelenen bölge
Figure 1: Investigated region

Bütün bu bilgiler çerçevesinde, Türkiye'nin kuzey kesimi boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanan ve 7-7.5 M_d büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahip olan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun yaklaşık 2 milyon nüfusa sahip ve ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan Kocaeli şehri için de büyük risk oluşturacağı aşıkardır. Öyle ki 1999 yılında Gölcük merkezli meydana gelen 7.4 M_d büyüklüğündeki Kocaeli depremi riskin ortaya çıkarabileceği zararın boyutlarını gözler önüne sermiştir. Çalışma alanı Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun 17 Ağustos yüzey kırığına yakın olan Kocaeli İli, İzmit kent merkezi olarak seçilmiştir (Şekil 1).

Çalışma alanında bulunan yapı stokunun deprem güvenliğinin tespit edilebilmesi büyük önem arz etmektedir. Mevcut yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesi amacıyla literatürde birçok yöntem tanımlanmıştır. İstanbul Deprem Master Planı'nda (İDMP) (İBB 2003), bu yöntemlerin, süre, iş yükü, maliyet ve tahmin hassasiyetine bağlı olarak üç aşamada gruplandırılması önerilmiştir. Buna göre, birinci aşamada kullanılan yöntemler aynı zamanda "sokak taraması" olarak da anılmaktadır (Rainer ve diğ. 1993, OASP 2000, Risk-UE Project 2003, Sinha ve Goyal 2004, Sucuoğlu ve diğ. 2007, FEMA 2015). Birinci aşama yöntemlerinde, binaların dışarıdan gözlemlenerek her bina için 15-20 dakika gibi kısa bir sürede ön değerlendirme puanlamasına tabi tutulması hedeflenmektedir. Bu aşamanın temel amacı bölgesel olarak deprem risk önceliklendirilmesine yöneliktir. İkinci aşama değerlendirme yöntemlerinde ise birinci aşama yöntemlerinde tespit edilen risk öncelikli binalardan başlanarak daha ayrıntılı veri toplanmasını ön görmektedir (Hassan ve Sözen 1997, JBDPA 2001, Yakut 2004, Temur 2006, Bal ve diğ. 2007 (P25 Metodu), İli ve diğ. 2014 (PERA2019 Metodu), NZSEE 2017, Kaplan ve diğ. 2018 (AURAP), Ruggieri ve diğ. 2022). İkinci aşamada, Bina içerisine girilerek yapısal sistem konfigürasyonu ile ilgili daha kapsamlı veri toplanması gerektiğinden bu yöntemlerin uygulanabilmesi bina başına yaklaşık 2 saate kadar sürebilmektedir. Öte yandan, üçüncü aşama yöntemler daha fazla iş yükü ve maliyet gerektirir. Bu aşamadaki çalışmalar binalardan malzeme numunesi alınmasına ve yürürlükteki yönetmeliklere göre kapsamlı bina modellerinin bilgisayar ortamında oluşturulmasına ve analiz edilmesine yöneliktir. Üçüncü aşama yöntemleri kullanarak diğer aşamalara göre daha gerçekçi sonuçlar elde etme olasılığı yüksek olmakla beraber sonuca ulaşma süresi diğer aşamalara göre ciddi anlamda fazladır. Bu sebeple bu aşamadaki yöntemlerin tüm binalara uygulanması pek mümkün değildir.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" kapsamında tanımlanan "Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar" RYTEİE-2019 (ÇŞİB 2019), kısmındaki birinci aşama değerlendirme yöntemi (sokak taraması), kullanılarak seçilen bölgenin hızlı bir şekilde deprem riski ön değerlendirmesine tabi tutulması amaçlanmaktadır. Sokak taraması ile hızlı değerlendirme yöntemlerinde incelenen parametreleri üç ana başlıkta toplayabiliriz. Birinci grup, düşey düzensizlik, planda düzensizlik çekiçleme etkisi, kısa kolon gibi bina düzensizliklerinden oluşmaktadır. İkinci grupta, bina kat sayısı, bina yapım yılı, kullanım amacı, taşıyıcı sistem tipi gibi temel bina özelliklerine dair parametreler dikkate alınır. Üçüncü grupta ise binaların yer aldığı konuma dair zemin sınıfı, zemin ivme değeri gibi özellikler göz önünde bulundurulmaktadır. Literatürdeki yöntemlerin çoğu, tanımlanan sınır performans puanı değerlerine göre bina risk sınıflandırması yaparken RYTEİE-2019 tarafından önerilen sokak taraması yönteminde herhangi bir sınır performans puan değeri tanımlanmamıştır. Amaç, incelenen bina stokundaki binaları puan dağılımlarını dikkate alarak göreceli olarak önceliklendirmektir.

Literatürde, farklı bölgeler için hedeflenen çalışmaya benzer şekilde yürütülmüş çalışmalar mevcuttur. Işık (2013), Bitlis İli Merkez ilçede yer alan 324 adet binayı Sucuoğlu ve diğ. (2007) tarafından önerilen yöntemi kullanarak değerlendirmiştir. Işık ve diğ. (2017) Muş ili yapı stoğunun "Kanada Sismik Tarama Yöntemi (Rainer ve diğ. 1993)" ile incelenmesi çalışması kapsamında 200 adet betonarme binayı değerlendirmeye almıştır. Özkaynak ve Özbay (2018) İstanbul Esenler ilçesindeki 160 adet betonarme binanın deprem risk dağılımını Sucuoğlu ve diğ. (2007) tarafından önerilen yöntem ile değerlendirmiştir. Okuyucu ve diğ. (2018), "6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" kapsamında tanımlanan sokak taraması yöntemini kullanarak Erzurum ili Palandöken ilçesi sınırları içerisinde bulunan

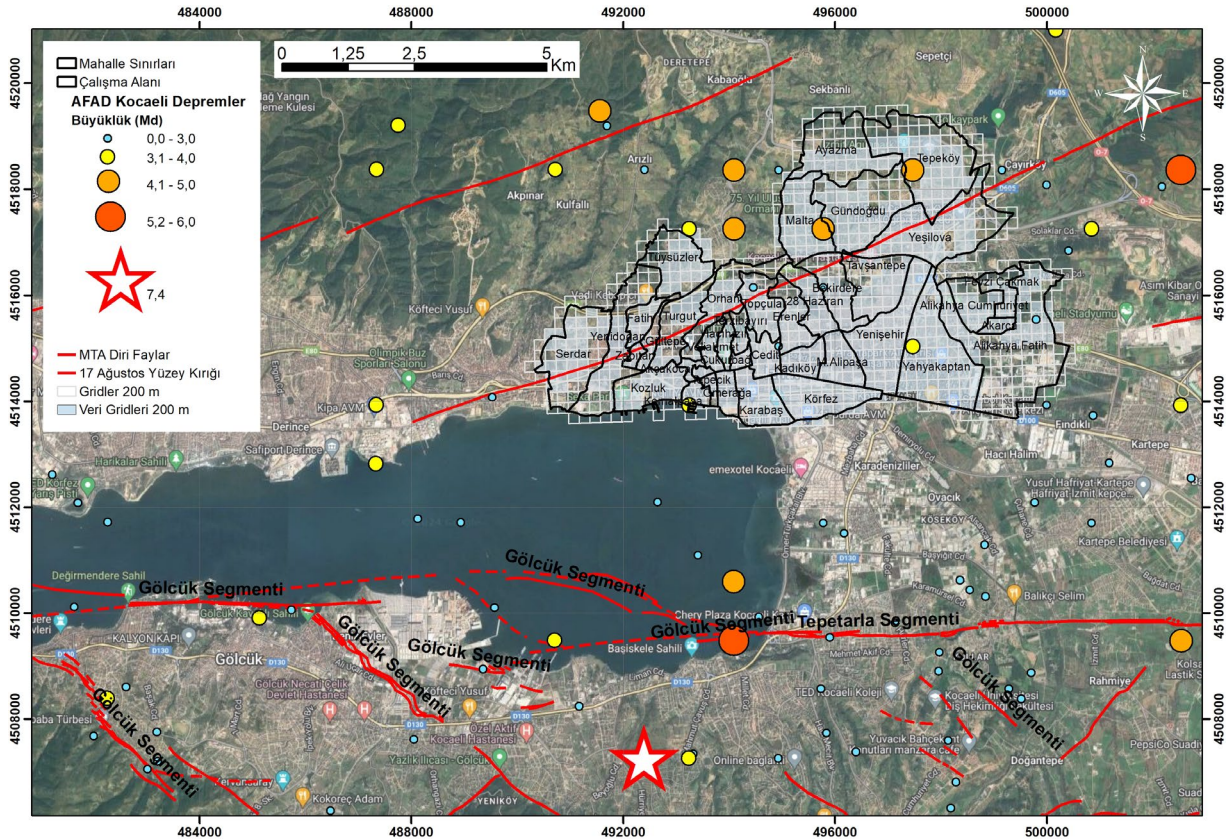
1194 adet betonarme binanın değerlendirmesini yapmıştır. Bilici ve diğ. (2022) Van ili Eriş ilçesinde 23 Ekim 2011 Van depreminde hafif hasar gören 119 betonarme binanın sokak taraması yöntemine göre elde edilen değerleri ile hasar durumlarını karşılaştırmıştır.

Literatürdeki alışmalar dikkate alındığında incelenen bina sayılarının mevcut çalışmada incelenen bina sayısına göre oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Buna göre, Kocaeli ili İzmit ilçesi sınırları içerisinde yer alan 39 adet mahalledeki 18675 adet betonarme, 1265 adet yığma olmak üzere toplam 19940 bina incelenmiştir. şİB (2019)'da tanımlanan sokak taraması yönteminin sadece 7 ve daha az katlı betonarme binalar için performans puanı üretebilmesi sebebiyle 8 ve daha fazla katlı 275 adet betonarme bina değerlendirme dışında bırakılmış ve incelenen toplam 19940 adet binadan 19665 tanesi değerlendirme kapsamına alınmıştır. Mevcut çalışmayı literatürdeki çalışmalardan ayıran bir diğer önemli husus ise sokak taraması yöntemiyle elde edilen performans puanı dağılımları ile incelenen bölgedeki nüfus yoğunluğu ve dağılımı, acil toplanma alanı dağılımı, toplam yapı alanı gibi parametrelerin korelasyonlarını irdeleyerek bölgenin deprem dirençliliği açısından güncel durumunun ortaya konulmasını hedeflemesidir.

2. VERİ

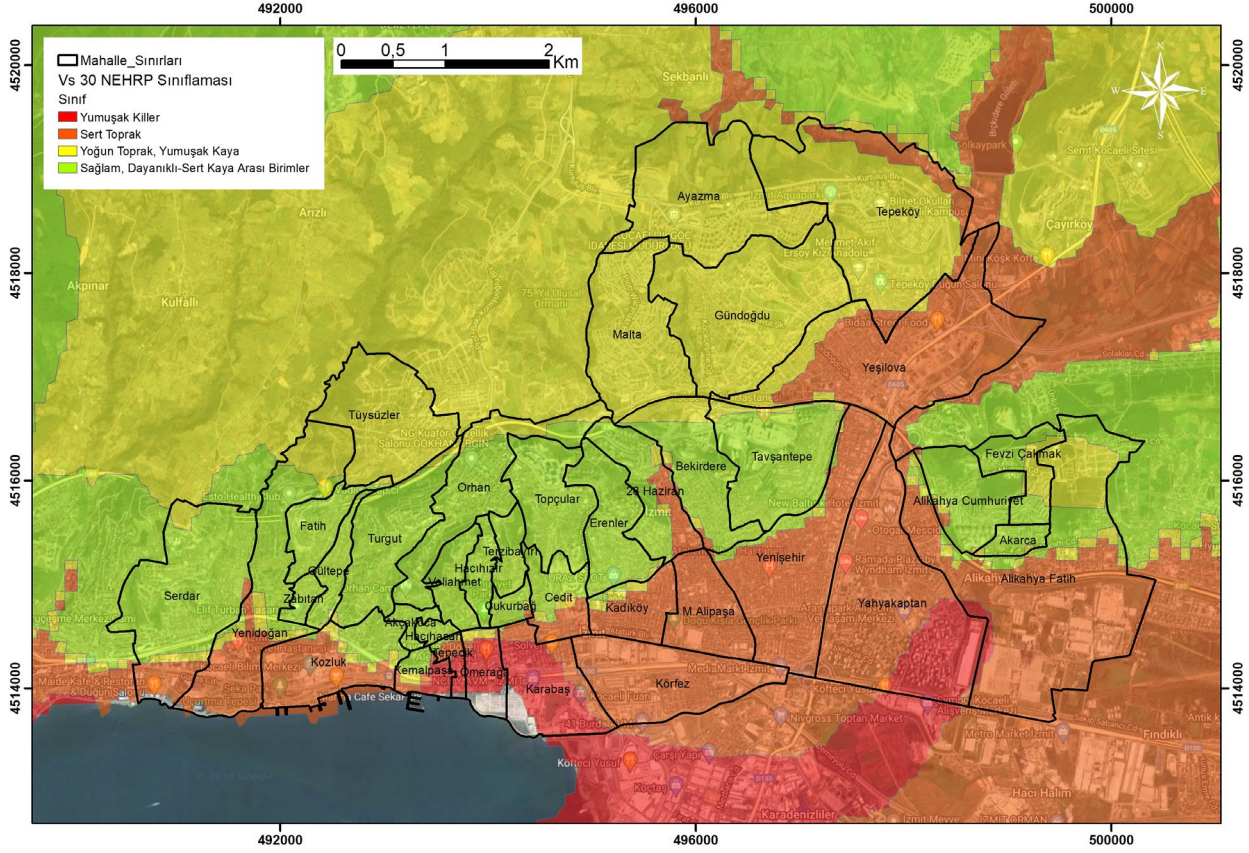
2.1) alışma Alanı ve Veri

Çalışma, Kocaeli ili İzmit ilçesi sınırları içerisinde yer alan 39 adet mahallede gerçekleştirilmiştir. Kapsamlı bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla incelenen alan 200x200 metre boyutlarında gridlere bölünerek alt blgame işlemi Şekil 2'de görüldüğü üzere tamamlanmıştır. Bu sayede incelenecek olan parametrelerin bölgesel dağılımları hakkında sağlıklı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.



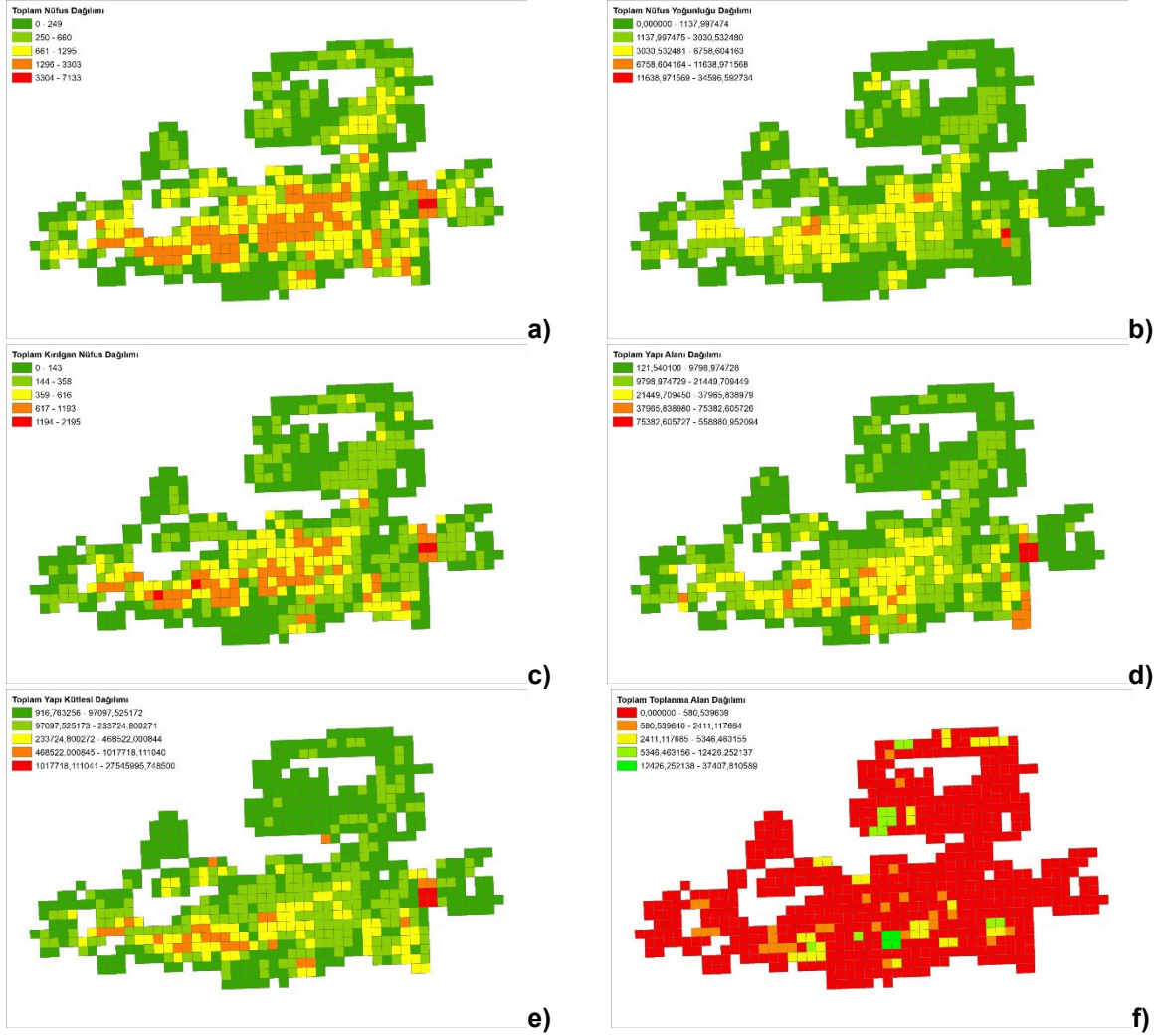
Şekil 2: Çalışma alanı grid yerleşimi
Figure 2: Grid layout for the investigated region

Performans puanı hesaplanırken dikkate alınması gereken parametrelerden biri de binaların üzerinde bulunduğu zemin sınıfıdır. Zemin sınıfı dağılımı 2008 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılmış olan “Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi”nden alınmıştır (Özalaybey ve diğ. 2008). Çalışmada elde edilmiş olan Vs30 Hız dağılımı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne (TBDY-2018) (AFAD 2018a) göre sınıflandırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Mikrobölgeleme zemin grubu haritası
Figure 3: Microzoning soil type map

Ayrıca bu çalışmada, incelenen bölgedeki toplam nüfus dağılımı, toplam nüfus yoğunluğu dağılımı, toplam kırılğan nüfus dağılımı, toplam yapı kütle dağılımı, toplam yapı alanı dağılımı, toplam toplanma alanı dağılımı gibi verilerden de faydalanılarak bina performans puanı dağılımları ile korelasyonları incelenmiştir. Söz konusu korelasyonlar için ihtiyaç duyulan veriler, İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiştir. Bölgenin grid bazlı olarak toplam nüfus dağılımı, toplam nüfus yoğunluğu dağılımı, toplam kırılğan nüfus dağılımı, toplam yapı kütle dağılımı, toplam yapı alanı dağılımı, toplam toplanma alanı dağılım haritaları Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4: a) Nüfus dağılımı b) Nüfus yoğunluğu dağılımı c) Kırılgan nüfus dağılımı d) Yapı alanı dağılımı e) Yapı kütleli dağılımı f) Toplanma alanı dağılımı

Figure 4: a) Population distribution b) Population intensity distribution c) Fragile population distribution d) Building area distribution e) Building mass distribution f) Emergency assembly area distribution

3. YÖNTEM

3.1) Sokak taraması yönteminin uygulanması

Çalışma kapsamında uygulanan sokak taraması yöntemi için sahada ve ofis ortamında birbiri ile koordineli bir şekilde faaliyetler yürütülmüştür. Sahadan veri toplanması aşamasında 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" un Ek-2 kısmının EK-A'sında yer alan betonarme ve yığma bina veri toplama formları kullanılmıştır (Şekil 5, Şekil 6)

Söz konusu yöntem 1 ile 7 katlı mevcut betonarme binalar için kullanılabildiğinden ve 8 ve daha fazla katlı betonarme bina sayısı (275 adet), toplam bina sayısının oldukça az bir kısmını oluşturduğundan değerlendirme 7 ve daha az katlı 18400 adet betonarme bina ile gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntem, betonarme binalar için Denklem 1'de verilen bir performans puanı (PP) hesaplanmasını öngörmektedir.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i * OP_i) + YSP \quad (1)$$

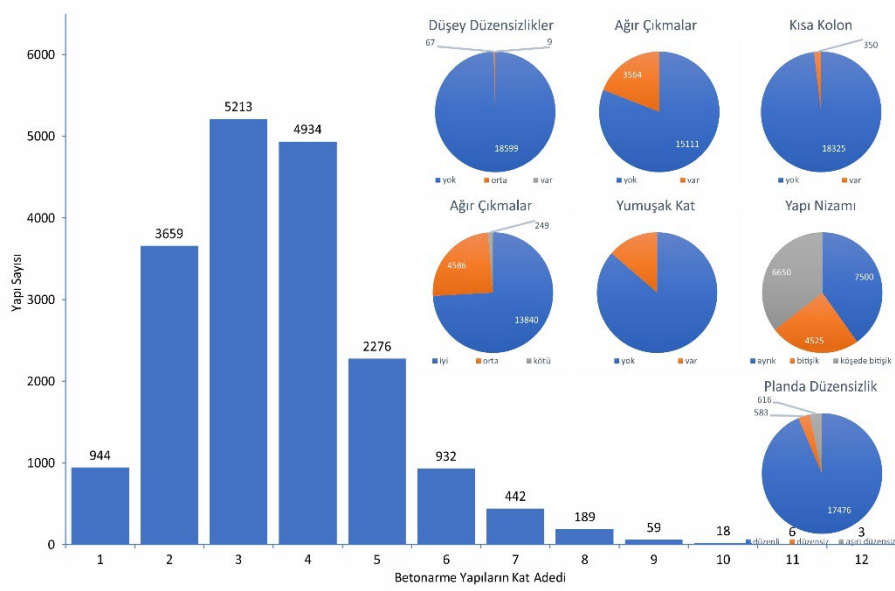
BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU	
TARİH :	
FORM 1 BİNA KİMLİK BİLGİLERİ	
BÖLGE NO	Sıra No:.....
MAHALLE	
CADDE / SOKAK	
KAPI NO / BİNA ADI	
PAFTA / ADA / PARSEL	
KENT BİLGİ SİST.NO	
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	
COĞRAFI KOORDİNATLAR (GPS) (E/ N)	
FORM 2 BİNA TEKNİK BİLGİLERİ	
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE <input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE VE PERDE
SERBEST KAT ADEDİADET
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK <input type="checkbox"/> BİTİŞİK <input type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYELERİ	<input type="checkbox"/> AYNI <input type="checkbox"/> FARKLI
AĞIR ÇIKMALAR	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
ZAYIF / YUMUŞAK KAT	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
KISA KOLONLAR	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	<input type="checkbox"/> DÜZ <input type="checkbox"/> EĞİMLİ (Eğim>30°)
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> Z1 <input type="checkbox"/> Z2 <input type="checkbox"/> Z3 <input type="checkbox"/> Z4
NORMAL KATLAR FONKSİYONU	<input type="checkbox"/> KONUT <input type="checkbox"/> TİCARET <input type="checkbox"/> SANAYİ <input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK

Şekil 5: Betonarme binalar için veri toplama formu
Figure 5: Data collection sheet for reinforced concrete buildings

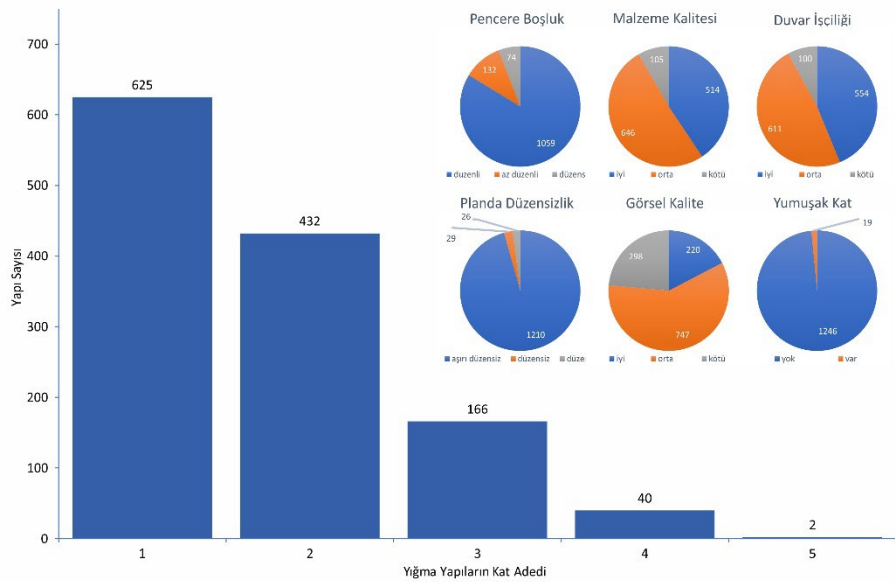
YIĞMA BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU	
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ	
Tarih:	
Sıra:	
BİNA KİMLİK NO	BİNA FOTOĞRAFI (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BİNAYI TEMSİL EDEBİLECEK NET BİR FOTOĞRAF OLMALI)
İL	
İLÇE	
MAHALLE	
CADDE / SOKAK	
DIŞ KAPI NO	
BİNA ADI	
PAFTA	
ADA	
PARSEL	
UAVT BİNA KODU	
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	
COĞRAFI KOORDİNATLARI	ENLEM : BOYLAM :
YAPI KULLANIM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> KONUT <input type="checkbox"/> TİCARET <input type="checkbox"/> SANAYİ <input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ	
TAŞIYICI DUVAR TİPİ	<input type="checkbox"/> DOLU TUĞLA <input type="checkbox"/> DOLU BRİKET <input type="checkbox"/> TAŞ DUVAR <input type="checkbox"/> BOŞLUKLU BRİKET <input type="checkbox"/> DÜŞEY DELİKLİ TUĞLA <input type="checkbox"/> GAZ BETON <input type="checkbox"/> KERPIÇ <input type="checkbox"/> YATAY DELİKLİ TUĞLA
YIĞMA BİNA TÜRÜ	<input type="checkbox"/> DONATISIZ YIĞMA <input type="checkbox"/> KUŞATILMIŞ YIĞMA <input type="checkbox"/> DONATILI YIĞMA <input type="checkbox"/> KARMA (YIĞMA + B.A.)
SERBEST KAT ADEDİ (nsk)	
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK <input type="checkbox"/> BİTİŞİK ORTA <input type="checkbox"/> BİTİŞİK KÖŞE
BİTİŞİK BİNA İLE DÖŞEME SEVİYESİ	<input type="checkbox"/> AYNI <input type="checkbox"/> FARKLI
YIĞMA DUVAR MALZEME KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ
YIĞMA DUVAR İŞÇİLİĞİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ
MEVCUT HASAR	<input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> VAR
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> DÜZENLİ <input type="checkbox"/> DÜZENSİZ <input type="checkbox"/> AŞIRI DÜZENSİZ
YATAY HATL	<input type="checkbox"/> PENCERE ÜSTÜ <input type="checkbox"/> DUVAR ÜSTÜ <input type="checkbox"/> YOK
ZEMİN KAT PLAN GENİŞLİĞİ (ÖN CEPHE) (m)	ZEMİN KAT BOŞLUK MİKTARI (ÖN CEPHE) (m)
ZEMİN KAT PLAN GENİŞLİĞİ (YAN CEPHE) (m)	ZEMİN KAT BOŞLUK MİKTARI (YAN CEPHE) (m)
DÜŞEY BOŞLUK DÜZENSİZLİĞİ	<input type="checkbox"/> DÜZENLİ <input type="checkbox"/> AZ DÜZENLİ <input type="checkbox"/> DÜZENSİZ
CEPHEYE GÖRE KAT FARKLILIĞI	<input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> VAR
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
DÖŞEME TİPİ	<input type="checkbox"/> BETONARME <input type="checkbox"/> AHŞAP <input type="checkbox"/> VOLTÖ
HARÇ MALZEMESİ	<input type="checkbox"/> ÇİMENTO <input type="checkbox"/> KİREÇ <input type="checkbox"/> ÇAMUR <input type="checkbox"/> YOK
DUVAR DUVAR BAĞLANTILARI	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> KÖTÜ
DUVAR DÖŞEME BAĞLANTILARI	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> KÖTÜ
ÇATI MALZEMESİ	<input type="checkbox"/> KİREMİT <input type="checkbox"/> BETON <input type="checkbox"/> SAC <input type="checkbox"/> TOPRAK
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> ZA <input type="checkbox"/> ZB <input type="checkbox"/> ZC <input type="checkbox"/> ZD <input type="checkbox"/> ZE
NOT:	

Şekil 6: Yığma binalar için veri toplama formu
Figure 6: Data collection sheet for masonry buildings

Performans puanı formülünde yer alan Taban Puanı (TP) hesabı için DD-2 deprem yer hareketi düzeyi ve yürürlükteki Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD 2018b) kullanılarak kısa periyot tasarım spektral ivme değeri (S_{DS}) belirlenecektir. Formülde perde duvar taşıyıcı sistem türünün olumlu etkisi Yapısal Sistem Puanı (YSP) olarak dikkate alınacaktır. Betonarme çerçeve sisteme sahip binalar için herhangi bir ilave puan verilmeyip, betonarme perde duvar sisteme sahip binalar için YSP puanı belirlenecektir. Performans puanını olumsuz etkileyen bina görsel kalitesi, yumuşak kat/ zayıf kat, düşey düzensizlik, ağır çıkma, planda düzensizlik, kısa kolon, yapı nizam durumu, tabi zemin etkisi parametrelerinin (OP_i) performans puanını azaltacak şekilde ilgili tablolar kullanarak saptanması hedeflenmektedir. İncelenen 18675 adet betonarme binanın kat adedi ve bazı olumsuz parametrelerin dağılımı Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7: Betonarme Bina Parametrelerinin Dağılımı
Figure 7: Distribution of Reinforced Concrete Building Parameters

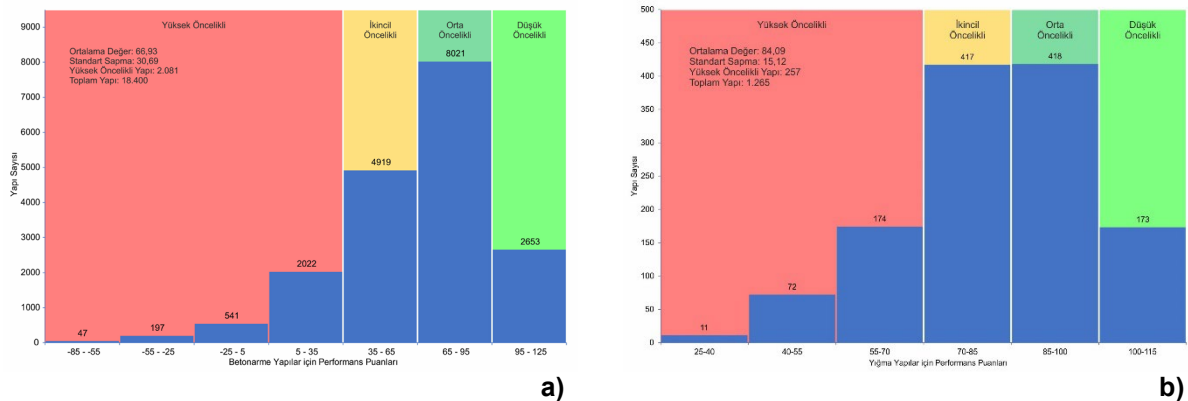


Şekil 8: Yığma Bina Parametrelerinin Dağılımı
Figure 8: Distribution of Masonry Building Parameters

Benzer şekilde, denklem 1 kullanılarak yığma yapıların performans puanı hesaplanırken yapısal sistem puanı (YSP) için kuşatılmış yığma binalar ve donatılı yığma binaların olumlu etkisi performans puanına yansıtılacaktır. Yığma yapılarda, yapı nizamı, malzeme kalitesi, duvar işçiliği, mevcut hasar, planda düzensizlik, yatay hatıl yetersizliği, duvar miktarı yetersizliği, düşey boşluk düzensizliği, cepheye göre kat farklılığı, yumuşak kat/zayıf kat, döşeme tipi, harç malzemesi, duvar-duvar bağlantısı, duvar-döşeme bağlantısı ve çatı malzemesi gibi parametreler olumsuzluk puanı (OP_1) olarak dikkate alınmaktadır. İncelenen 1265 adet yığma binanın kat adedi ve bazı olumsuz parametrelerin dağılımı Şekil 8'de verilmiştir.

4. BULGULAR

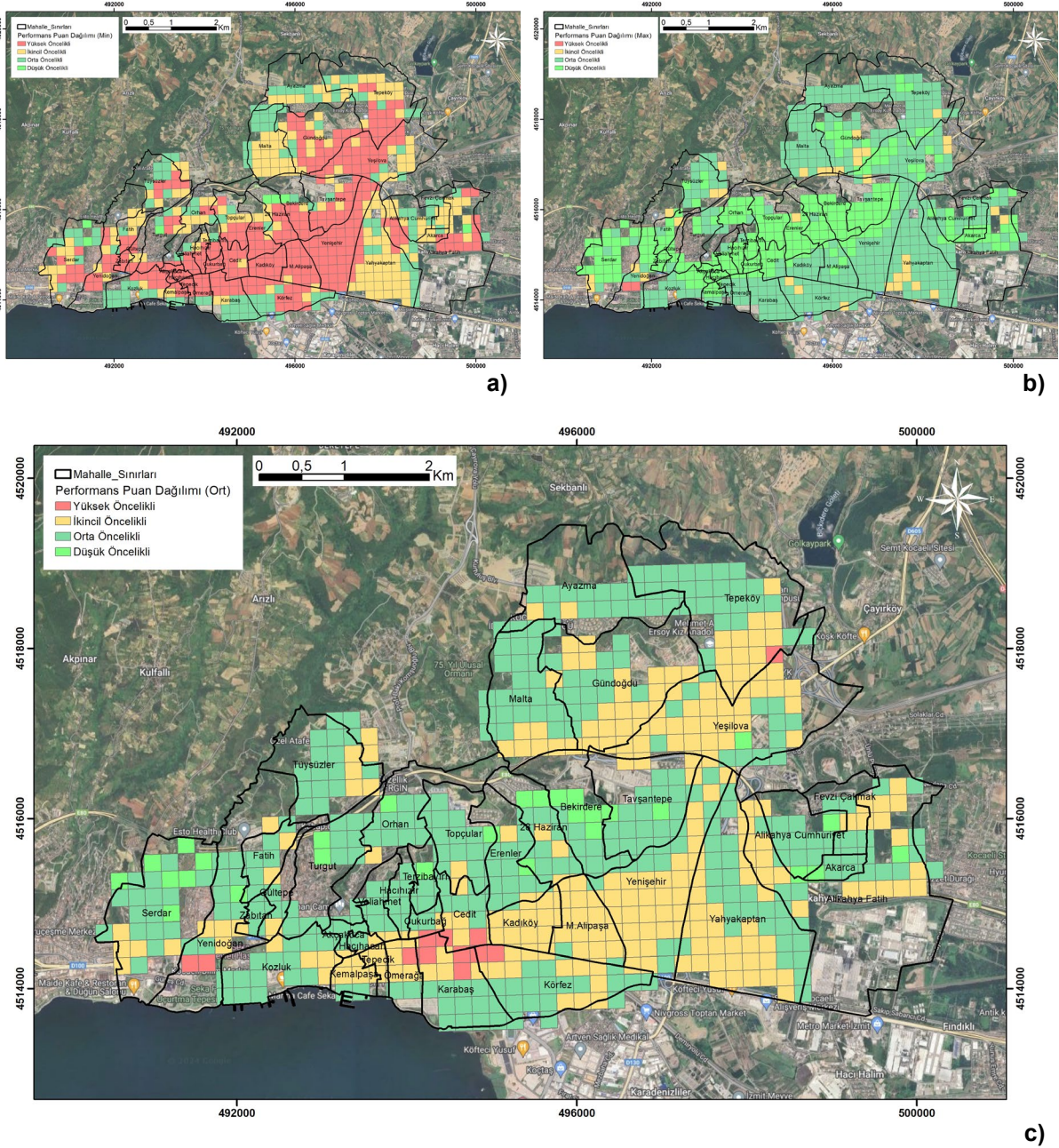
31 Mayıs 2012 tarihinde Resmi gazetede 28309 sayılı ile yayınlanmış olan 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun" kapsamında Kocaeli ili İzmit ilçesinde yer alan mevcut bina stokundaki riskli olabilecek binaların bölgesel dağılımının belirlenmesi ve önceliklendirmesi için 18400 adet betonarme ve 1265 adet yığma bina için performans puanı hesaplanmıştır. Çalışma neticesinde betonarme binaların performans puanı ortalaması 66.93 standart sapması 30.69, yığma binaların performans puanı ortalaması 84.09 ve standart sapması ise 15.12 olarak hesaplanmıştır. Binaların risk önceliklendirilmesi için yapılan sınıflandırmada performans puanı dağılımı için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Ortalama değerlerin standart sapma miktarı kadar ötelenmesi suretiyle elde edilen betonarme ve yığma binalar için Şekil 9'da gösterildiği üzere yüksek öncelikli, ikincil öncelikli, orta öncelikli ve düşük öncelikli risk grupları tanımlanmıştır. Buna göre, betonarme binaların yaklaşık %15'i, yığma binaların ise yaklaşık %20'si yüksek öncelikli binalar olarak tanımlanmıştır. Nispeten daha eski ve mühendislik hizmeti almadan inşa edilen yığma bina stokundaki yüksek öncelikli bina oranının daha büyük değerlere ulaşmamasındaki ana sebep, Şekil 8'de paylaşıldığı üzere tek katlı binaların fazla olması olarak açıklanabilir.



Şekil 9: Performans puanı dağılımı a) Betonarme binalar b) Yığma yapılar
Figure 9: Performance score distribution a) Reinforced concrete buildings b) Masonry buildings

Tanımlanan risk öncelik grupları ile uyumlu olarak incelenen bölgedeki gridlerin renklendirilmiş haritası Şekil 10'da paylaşılmıştır. Şekil 10a'da her bir grid içindeki en yüksek öncelikli bina sınıfına göre renklendirme yapılmıştır. Benzer şekilde Şekil 10b'de her bir grid içindeki en düşük öncelikli bina sınıfına göre renklendirme yapılmıştır. Her bir gridin genel öncelik durumunu belirlemek amacıyla ise binaları öncelik durumuna göre 1'den 4'e kadar puanlayarak o grid içerisindeki öncelik durumu ortalamasına göre renklendirme yapılmıştır. Şekil 10a ve 10b'deki sonuçlarda görüldüğü üzere gridlerin büyük bir kısmında en az bir adet yüksek öncelikli bina bulunmaktadır. Ayrıca, iki adet grid içerisinde yer alan tüm binaların yüksek öncelikli olarak sınıflandırıldığı anlaşılmaktadır. Şekil 10c'de sunulan ortalama öncelik durumuna göre hazırlanan haritada 11 adet grid yüksek öncelikli olarak saptanmıştır. Bu

sonuçları Şekil 8c'de verilen kırılğan nüfus dağılımı ile beraber dikkate aldığımızda Karabaş, Çukurbağ, Cedit ve Ömerağa mahallelerinin kesiştiği bölgenin önceliklendirilebileceği düşünülmektedir. Bu mahallelerin yapı alanı ve kütlesi açısından da yüksek değerlere sahip olduğu Şekil 8d ve Şekil 8e'de görülmektedir. Kırılğan nüfus dağılımı, yapı alanı ve kütlesi parametrelerine göre dikkate alınması gereken diğer mahalleler ise Kadıköy ve Mehmetalipaşa olarak sıralanabilir. Öte yandan, kırılğan nüfus yapı alanı ve kütlesi açısından yüksek öncelikli görülen Akarca ve Alikahya Cumhuriyet mahallelerinde ise deprem açısından orta ve düşük öncelikli binaların çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Şekil 8f'de verilen toplanma alanı dağılımında ilçenin genelinde ve yüksek öncelikli binaların yoğunlukta olduğu mahallelerde toplanma alanı dağılımının yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 10: a) Min b) Max c) Ortalama performans puanına bağlı risk öncelik haritası
Figure 10: a) Minimum b) Maximum c) Risk prioritization map according to average performance score distribution

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında kanun kapsamında tanımlanan hızlı görsel değerlendirme yöntemi kullanılarak Kocaeli ili İzmit ilçesi sınırları içerisinde yer alan 39 adet mahalledeki 18675 adet betonarme, 1265 adet yığma olmak üzere toplam 19940 bina incelenmiştir. ÇŞİB (2019)'da tanımlanan sokak taraması yönteminin sadece 7 ve daha az katlı betonarme binalar için performans puanı üretebilmesi sebebiyle 8 ve daha fazla katlı 275 adet betonarme bina değerlendirme dışında bırakılmış ve incelenen toplam 19940 adet binadan 19665 tanesi değerlendirme kapsamına alınmıştır. Hızlı görsel değerlendirme yöntemi kullanılarak elde edilen performans puan dağılımlarının istatistiksel olarak sınıflandırmasına göre betonarme binaların yaklaşık %15'inin yüksek öncelikli yığma yapıların ise yaklaşık %20'sinin yüksek öncelikli olduğu belirlenmiştir.

Yapı risk önceliklendirmesine dair sonuçların bölgesel dağılımı ile kırılğan nüfus dağılımı, yapı alanı dağılımı, yapı kütle dağılımı, toplanma alanı dağılımı gibi parametrelerle korelasyonu göz önünde bulundurulduğunda ise Karabaş, Çukurbağ, Cedit, Ömerağa Kadıköy ve Mehmetalipaşa mahallelerinin detaylı deprem risk değerlendirmesi yapılması gereken mahalleler olduğu sonucuna varılmıştır. Yüksek bina riski ve sosyoekonomik kırılğanlıkla karakterize edilen bölgeler, kent merkezinin iç ve kuzey kesimlerinde konumlanmış olan Karabaş, Çukurbağ, Cedit ve Ömerağa mahalleleridir. Bu bölgeler kısmen kentsel dönüşüm çalışmalarına konu olmuştur (KBB 2024). Çalışmanın sonuçlarına göre haritalanan öncelikli bölgenin, kentsel dönüşüm projeleriyle örtüşmesi, çalışmada kullanılan yöntemin başarımını ortaya koyan önemli bir bulgudur. Önerilen yöntem, kentsel dönüşüm tespit çalışmalarında, düşük maliyetli ve yüksek başarıma sahip olması nedeniyle öncelikli bölge belirleme amacıyla kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından başlatılmış olan Ulusal Deprem Araştırmaları Programı (UDAP) kapsamında "Kentlerin Depreme Dirençliliğinin Mekânsal Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi: İzmit Kenti Örneği" isimli ve UDAP-Ç-19-06 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2018a. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

Erişim adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1.pdf>.

AFAD, 2018b. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması (TDTH), Ankara.

Erişim adresi: <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>.

Bal İ.E., Tezcan S.S., Gülay G., 2007. P25 Rapid Screening Method to Determine the Collapse Vulnerability of R/C Buildings. Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 16-20 October 2007, Istanbul, Turkey.

Bilici H., Gökdemir H., Künkücü H., 2022. Depremde Hasar Gören Yapıların Deprem Sonrası 10 Yıllık Süreç Sonundaki Yapı Stoğunun Değerlendirilmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 61-67, <https://doi.org/10.31796/ogummf.980542>.

Bruneau M., Chang S.E., Eguchi R.T., Lee G.C., O'Rourke T.D., Reinhorn A.M., Shinozuka M., Tierney K.T., Wallace W.A., Von Winterfeldt D., 2003. A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, *Earthquake Spectra*, 19(4), 733-752.

ÇŞİB, 2019. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE) 2019. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Da Silva J., Morera B., 2014. City Resilience Framework, Understanding City Resilience, Arup International Development, Developed with support from The Rockefeller Foundation (pp. 3-6) London, England.

FEMA, 2015. FEMA P-154: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Federal Emergency Management Agency (FEMA), Applied Technological Council (ATC): Washington, DC, USA, 2015.

Guo Y., 2012. Urban Resilience in Post-Disaster Reconstruction Towards a Resilient Development in Sichuan, China, *International Journal of Disaster Risk Science*, 3(1), 45-55.

Hassan A.F., Sozen M.A., 1997. Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes, *ACI Struct J.*, 1997, 94(1):31–9.

Işık E., 2013. Bitlis ili yapı stoğunun birinci kademe (sokak tarama yöntemi ile)değerlendirilmesi, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1). 173-178.

Işık E., Bozkurt N., Taşkın V., 2017. Muş İli 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> .

İlki A., Cömert M., Demir C., Orakçal K., Uluğtekin D., Tapan M., Kumbasar N., 2014. Performance based rapid seismic assessment method (PERA) for reinforced concrete frame buildings, *Advances in Structural Engineering*, 17(3), 439-459, <https://doi.org/10.1260%2F1369-4332.17.3.439> .

İBB, 2003. İstanbul Deprem Master Planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.

JBDPA, 2001. Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings, Japan Building Disaster Prevention Association, 2001.

Joyner M.D., Sasani M., 2020. Building performance for earthquake resilience, *Engineering Structures*, 210, 2020, 110371.

KBB, 2024. Kocaeli'de kentsel dönüşüm hamlesi devam ediyor, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Erişim adresi: <https://www.kocaeli.bel.tr/haber/kocaelide-kentsel-donusum-hamlesi-devam-ediyor-45138.html>.

Kaplan O., Guney Y., Topcu A., & Ozcelikors Y., 2018. A rapid seismic safety assessment method for mid-rise reinforced concrete buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16, 889-915.

Kim J.W., Schweitzer J.H., Kim M.C., 2011. The Relationship of Community Characteristics to Actual and Perceived Crime in Urban Neighborhoods, *International Journal of Urban Sciences*, 6(2), 118-130.

Mc Daniels T., Chang S., Peterson K., Mikawoz J., Reed D., 2007. Empirical framework for characterizing infrastructure failure interdependencies, *Journal of Infrastructure Systems*, 13(3), 175–184.

NZSEE, 2017. The seismic assessment of existing buildings – technical guidelines for engineering assessments, New Zealand Society for Earthquake Engineering (NZSEE). New Zealand: Wellington; 2017.

Okuyucu D., Savaş G.K., Gedik B., Şuşarlıoğlu M.F., Kara T., 2018. Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum – Yenişehir Örneği, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30, 1, 219-231.

OASP, 2000. Provisions for Pre-Earthquake Vulnerability Assessment of Public Buildings (Part A), OASP (Greek Earthquake Planning and Protection Organization): Athens, Greece.

Özkaynak H., Özbay A.E.Ö., 2018. Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings located in Esenler district of İstanbul, *Afyon Kocatepe Üniv. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18, pp. 285-294.

Özalaybey S., Zor E., Tapırdamaz M.C., Tarancıoğlu A., Özalaybey S.Ç., Erkan B., Karaaslan A., Alpaslan E., Ergin M., Ergintav S., Tan E., Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi, *TÜBİTAK*, 5057105, 190, 2008.

Rainer J.H., Allen D.E., Jablonski A.M., 1993. Manual for Screening of Buildings for Seismic Investigation; National Research Council of Canada:Ottawa, ON, Canada. Erişim adresi: <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=1ca5cbdb-27fd-4292-ba0f-bb3be94197af>.

RISK-UE Project, 2003. An Advanced Approach to Earthquake Risk Scenarios with Applications to Different European Towns: WP4: Vulnerability of Current Buildings; European Commission: Brussels, Belgium.

Ruggieri S., Calò M., Cardellicchio A., Uva G., 2022. Analytical-mechanical based framework for seismic overall fragility analysis of existing RC buildings in town compartments, *Bull Earthquake Eng*, 20, 8179-8216. <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01516-7>.

Sinha R., Goyal A., 2004. A national policy for seismic vulnerability assessment of buildings and procedure for rapid visual screening of buildings for potential seismic vulnerability, Report to Disaster Management Division, Ministry of Home Affairs, Government of India.

Sucuoğlu H., Yazgan U., Yakut A. 2007. A screening procedure for seismic risk assessment in urban bilding stocks, *Earthq. Spectra*, 23, 441-458.

Temur R., 2006. Hızlı durum tespit (DURTES) yöntemi ve bilgisayar programının geliştirilmesi, İstanbul, Türkiye, İstanbul Üniversitesi; 2006. Yüksek Lisans Tezi.

Yakut A., 2004. Preliminary seismic performance assessment procedure for existing RC buildings, *Eng Struct*, 26(10), 1447-61.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

Çalışma kapsamında kullanılan yapılara ait temel veriler Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü'nden, demografik veriler İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık Genel Müdürlüğü'nden, yapılara ait hızlı gözlem tekniği verileri proje ekibi tarafından sahadan gözlem yolu ile sağlanmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Literatür araştırması (*Literature research*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): D.G.K., İ.T.G., H.E.



Examination of the Amendments to the Urban Transformation Law after the 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes; Innovations, Implementation Process

Ayşe Nur Uysal Gezer¹ and Huseyin Hakan Ince²

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Earthquake and Structures Engineering Program, 15030 Burdur, Türkiye

² Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department, 15030 Burdur, Türkiye

ORCID: 0009-0008-6509-0461, 0000-0003-1503-1742

Keywords

Urban transformation, Existing building stock, 2023 Urban Transformation Law amendment, Sustainability

Highlights

- * 09.11.2023 dated Urban Transformation Law amendment
- * Urban transformation stages
- * Earthquake and urban transformation

Aim

Evaluating the effects of the urban transformation law amendment on the urban transformation process

Location

Türkiye

Methods

This study was carried out by conducting face-to-face interviews with urban transformation companies and examining law and archive documents

Results

The amendments to the Law No. 6306 on 09.11.2023 are in the direction of facilitating and fast-tracking the applicability of the urban transformation process in many ways

Supporting Institutions

Pera Urban Transformation Co., Onay Urban Transformation Co.

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 23.04.2024

Revised: 29.05.2024

Accepted: 30.05.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472546



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Huseyin Hakan Ince

Email: hakanince@mehmetakif.edu.tr



Figure
A cartoon expressing urban transformation

How to cite:

Uysal Gezer A.N., Ince H.H., 2024. Examination of the Amendments to the Urban Transformation Law after the 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes; Innovations, Implementation Process, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 420-433, <https://doi.org/10.46464/tdad.1472546>.



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Kentsel Dönüşüm Kanunundaki Değişikliklerin Değerlendirilmesi; Yenilikler, Uygulama Süreci

Ayşe Nur Uysal Gezer¹ ve Hüseyin Hakan İnce²

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deprem ve Yapı Mühendisliği Programı, 15030 Burdur, Türkiye

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 15030 Burdur, Türkiye
ORCID: 0009-0008-6509-0461, 0000-0003-1503-1742

ÖZET

Ülkemiz dünyanın en aktif deprem kuşaklarından birinde yer almaktadır. Ülkemizde 06.02.2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinde Pazarcık merkezli 7.7 büyüklüğünde ve Elbistan merkezli 7.6 büyüklüğünde iki büyük deprem meydana gelmiştir. Bu depremler 11 şehrimizi etkilemiştir. Depremlerin gelecekte de yaşanması muhtemeldir. Bu sebeple ülkemizdeki deprem gerçeğini kabullenip geçmiş acı tecrübelerimizden dersler çıkartarak depreme dayanıklı yapılar inşa etmemiz ve ömrünü tamamlamış mevcut yapı stoğumuzu da en kısa zamanda dönüştürmemiz gerekmektedir. Ülkemizde kentsel dönüşüm, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun gerekleri ile yapılmaktadır. 09.11.2023 tarihinde çıkarılan 7471 sayılı Kanunla 6306 sayılı kanunda bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu çalışmada 6306 sayılı kanunda yapılan değişiklikler, bu değişikliklerin etkileri ve uygulama sürecinde getirdiği yenilikler ile kentsel dönüşümün aşamaları ve bu süreçte dikkat edilmesi gereken hususlar incelenmiştir.

Anahtar kelimeler

Kentsel dönüşüm, Mevcut yapı stoğu, 2023 Kentsel Dönüşüm Kanun değişikliği, Sürdürülebilirlik

Öne Çıkanlar

- * 09.11.2023 tarihinde yapılan Kentsel Dönüşüm Kanun değişikliği
- * Kentsel dönüşüm aşamaları
- * Deprem ve kentsel dönüşüm

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 23.04.2024

Düzeltilme: 29.05.2024

Kabul: 30.05.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472546

Sorumlu yazar

Hüseyin Hakan İnce

Eposta:

hakanince@mehmetakif.edu.tr

Examination of the Amendments to the Urban Transformation Law after the 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes; Innovations, Implementation Process

Ayşe Nur Uysal Gezer¹ and Hüseyin Hakan İnce²

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Earthquake and Structures Engineering Program, 15030 Burdur, Türkiye

² Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department, 15030 Burdur, Türkiye
ORCID: 0009-0008-6509-0461, 0000-0003-1503-1742

ABSTRACT

Our country is located in one of the most active earthquake zones of the world. On 06.02.2023, two major earthquakes with a magnitude of 7.7 centred in Pazarcık and a magnitude of 7.6 centred in Elbistan occurred in Kahramanmaraş. These earthquakes affected 11 cities. Earthquakes are likely to occur in the future too. For this reason, we should accept the earthquake reality in our country, we should build earthquake-resistant structures by taking lessons from our past sad experiences and we should transform our existing building stock that has completed its life as soon as possible. In our country, urban transformation is carried out with the requirements of the Law No. 6306 on the Transformation of Areas under Disaster Risk. With the Law No. 7471 enacted on 09.11.2023, some amendments were made to the Law No. 6306. In this study, the amendments to the Law No. 6306, the effects of these amendments and the innovations brought about in the implementation process, the stages of urban transformation and the issues to be considered in this process are examined.

Keywords

Urban transformation, Existing building stock, 2023 Urban Transformation Law amendment, Sustainability

Highlights

- * 09.11.2023 dated Urban Transformation Law amendment
- * Urban transformation stages
- * Earthquake and urban transformation

Manuscript

Research Article

Received: 23.04.2024

Revised: 29.05.2024

Accepted: 30.05.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472546

Corresponding Author

Hüseyin Hakan İnce

Email:

hakanince@mehmetakif.edu.tr

1. GİRİŞ

Kentsel dönüşüm projeleri genellikle altyapı, konut, yeşil alanlar, ulaşım ve çevre düzenlemelerini içermektedir. Eski iş alanlarının cazibesini kaybetmiş olması, kentsel sit alanlarındaki durum, kent içindeki sağlıksız ve kaçak yapılar ile gecekondular gibi sorunlu alanlar genellikle kentsel dönüşüm ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar yalnızca afetler, örneğin yangın veya deprem gibi acil durumlar sonrasında değil, aynı zamanda bu tür olayların öncesinde olası zararları minimize etmek veya mevcut riskleri azaltmak amacıyla da kentsel dönüşüm uygulamalarının gündeme gelmesine neden olmaktadır. Kentsel dönüşümün öncelikli amacı olası bir afet anında yıkılma ve ağır hasar görme olasılığı olan genellikle eski, bakımsız ve potansiyel risk taşıyan kentsel alanlar yerine modern, yaşanabilir, fonksiyonel ve sürdürülebilir bir şekilde yeniden inşa edilen, can ve mal güvenliği olan sağlıklı ve güvenli yapıların inşa edilmesini sağlamaktır (Şekil 1). Kentsel dönüşüm yapılırken; dönüştürülecek olan yapının mevcut konumunda var olan ekonomik, kültürel, sosyal yapıya uygun olması da göz önünde bulundurulmalıdır (Genç 2008). Aynı zamanda yeni yapılacak yapıların teknolojik gelişmelere uygun ve modernizme cevap verebilecek tarzda inşa edilmesine dikkat edilmelidir.

Kentsel dönüşümün bir diğer amacı ise sürdürülebilir projeler inşa etmektir. Sürdürülebilirlik kavramı, bugünkü nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için doğal kaynakları kullanırken diğer yandan da gelecek nesillerin bu kaynaklara erişim hakkını koruma amacını taşır. Sürdürülebilirlik, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları içeren bütünsel bir yaklaşımdır. Bu, doğal kaynakların verimli kullanılması, çevresel etkilerin azaltılması, toplumsal adalete odaklanılması ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir olması gibi unsurları içerir. Kentsel dönüşümle yeniden yapılandırılan alanlarda enerji verimliliği, yeşil alanlar ve geri dönüşüm gibi unsurlar ön planda olduğu için sürdürülebilirlik sağlanmaktadır. Kentsel dönüşüm uygulamalarının sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirilmesi, çeşitli önemli kazanımlar meydana getirmektedir. Bu şekilde, kentlerin gelişimi ve insan refahının artışı için daha olumlu bir katkı sağlanabilmektedir. Aynı zamanda, sosyal eşitsizlikleri azaltmak amacıyla uygulanan kentsel dönüşüm, toplumsal dengeyi güçlendirebilir ve daha adil bir kent yaşamı oluşturmaya yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Tataroğlu ve Uzun 2023).



Şekil 1: Kentsel dönüşümü ifade eden bir çizim (ÇŞİDB 2016)
Figure 1: A cartoon expressing urban transformation (ÇŞİDB 2016)

Ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamaları 2012 yılında yürürlüğe giren 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun (ÇŞİDB 2012) kapsamında yapılmaktadır. 09.11.2023 tarihinde çıkarılan 7471 sayılı Kanunla (Resmi Gazete 2023a) 6306 sayılı Kanunda bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu çalışmada 09.11.2023 tarihinde 6306 sayılı Kanunda yapılan değişiklikler, bu değişikliklerin etkileri ve uygulama sürecinde getirdiği yenilikler ile bu değişikliklerle birlikte kentsel dönüşümün aşamaları ve bu süreçte dikkat edilmesi gereken hususlar incelenmiştir.

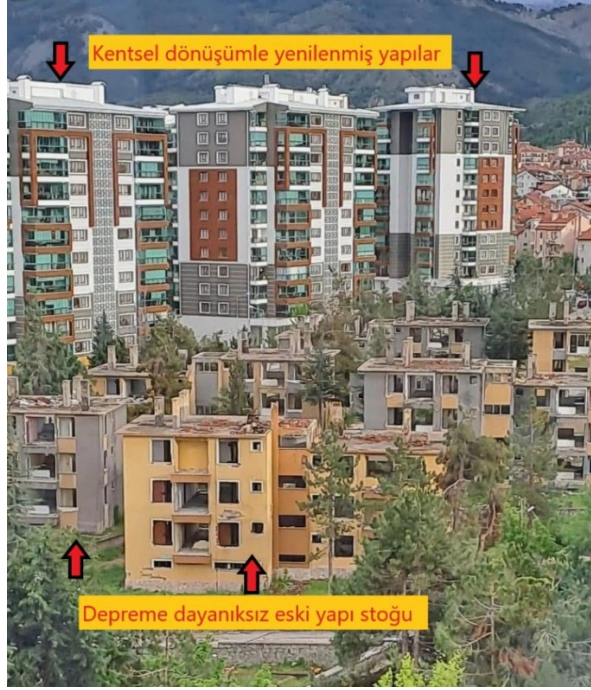
2. ÜLKEMİZDE TARİHSEL OLARAK KENTSEL DÖNÜŞÜM SÜRECİ

Türkiye'deki kentleşme süreci, özellikle Cumhuriyet döneminde başlamış ve 1950 yıllarından sonra büyük kentlerin kontrolsüz bir şekilde genişlemesine kadar devam etmiştir. Göç, bu süreçte kontrolsüz büyümeye yol açan önemli etkenlerden biri olmuştur. Göçün hızlı bir şekilde gerçekleşmesi, özellikle kırsal alanlardan kentlere olan büyük göç dalgaları, büyük şehirlerde plansız ve kontrolsüz bir şekilde yapılaşmaya neden olmuştur. Bu durum ise barınma sorununun ortaya çıkmasına ve önemli bir sorun haline gelmesine yol açmıştır. Göçle birlikte artan nüfus, konut ihtiyacını karşılamak için yeterli altyapı ve planlamaya sahip olmayan bölgelerde barınma sorunlarını tetiklemiştir. 1950-1980 yılları arasında Türkiye'de yaşanan ekonomik büyüme, köyden kente göçü artırmıştır. Bu dönemde kentlerde yeni fabrikaların açılması göçü daha da hızlandırmış ve özellikle kentlerin çevresindeki boş arazilerde gecekonduların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu yıllarda kentsel dönüşüm, bu gecekonduların mahallelerinin yeniden yapılandırılması ve apartmanlaştırılması şeklinde gerçekleşmiştir. Ancak, 1980 sonrasında yapılan kentsel dönüşüm projelerinin amacı değişmiş, bu projeler kentlerde boşaltılmış ve atıl hale gelmiş alanlarda ekonomik canlanma sağlamayı hedeflemiştir (Ertaş ve Bayındır 2020).

1980'li yıllarda uygulanan kentsel dönüşüm projelerinin birçoğu, kamu-özel sektör iş birliğiyle hayata geçirilmiştir. Bu projelerde özel sektör öncü bir rol oynarken, kamu sektörü temel altyapı sağlayarak ve arazi ıslahını gerçekleştirerek kentsel dönüşümün uygulanacağı alanlara özel sermaye ve yatırımcıları çekme görevini üstlenmiştir. Bu iş birliği kentsel alanlarda ekonomik büyümeyi destekleyerek, atıl durumda olan bölgeleri canlandırmayı ve daha sürdürülebilir bir kentsel yapı oluşturmayı amaçlamıştır (Aydın ve Turan 2012).

2000'li yıllardan sonra Türkiye'de kentsel dönüşüm projelerinin daha kolay uygulanabilmesi için Belediye, Çevre, Toplu Konut yasalarında değişikliklere gidilmiş, hatta bazı şehirler için özel Kentsel Dönüşüm Yasaları çıkarılmıştır. Bu süreçle birlikte, yerel girişimlerde zaten uygulanan kamu-özel iş birliği yaklaşımı ve katılım araçları, kentsel planlama gündeminde daha fazla gündeme gelmiştir (Ertaş ve Bayındır 2020).

Ülkemizdeki kentsel dönüşüm süreci 16.05.2012 tarihinde yürürlüğe giren 6306 sayılı Kanun ile önemli bir döneme girmiştir ve netlik kazanmıştır. Bu kanun, deprem riski taşıyan alanlarda bulunan yapıların güçlendirilmesi veya yeniden inşa edilmesi amacıyla birçok düzenlemeyi içermektedir. Şekil 2'de Isparta'da yapılan bir kentsel dönüşüm uygulaması gösterilmiştir. Şekil 2'nin üst kısmında günümüz teknolojiyle ve günümüz yönetmeliklerine uygun bir şekilde inşaatı tamamlanmış depreme dayanıklı modern yapılar görülürken, şeklin alt kısmında bulunan yapılar ise yaklaşık 50 senelik, ömürlerini tamamlamış depreme dayanıklı olmayan eski yapılardır.



Şekil 2: Isparta'da yapılmış bir kentsel dönüşüm uygulaması (Haber32 2023)
Figure 2: An urban transformation project in Isparta (Haber32 2023)

2021 yılında depreme karşı alınabilecek önlemlerin ve depremlerin zararlarının en aza indirilmesi için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kurulan Meclis Araştırma Komisyon Raporunda riskli yapıların dönüşümüne önem verildiği açıkça görülmektedir (TBMM 2021). Bu rapor çerçevesinde, afet riski altındaki bölgelerdeki yapıların yenilenmesi için çıkarılan 6306 sayılı yasanın kriterlerine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda, riskli yapıların yüzde 90'ından fazlasının 1997 yılından önce, geri kalan kısmının ise 1997 sonrasında inşa edildiği ortaya konmuştur (Bozkurt ve Çiçekdağı 2022). Bu tespit, riskli yapıların çoğunun eski yapı standartlarına göre yapıldığını ve dönüşüm ihtiyacının önemli olduğunu göstermektedir.

Daha sonra çıkan yönetmelikler ve ilave düzenlemelerle süreç güncellenmiş ve geliştirilmiştir. 6306 sayılı kanunda son olarak 09.11.2023 tarihinde bazı değişiklikler yapılmıştır ve 6306 sayılı kanun revize edilmiştir.

3. 09.11.2023 TARİHİNDE 6306 SAYILI KANUNDA YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER VE ETKİLERİ

Kentsel dönüşümü toplumsal, kültürel ve ekonomik değerlerimize uyarlamamız gerekmektedir. Ülkemizde tüm bu süreci sağlıklı, kontrollü ve amacına uygun olarak yapabilmek için 6306 sayılı Kanun (ÇŞİDB 2012) uygulanmaktadır. Bu kanunda 09.11.2023 tarihinde çıkarılan 7471 sayılı Kanun (Resmi Gazete 2023a) ile bazı değişiklikler ve yenilikler yapılmıştır.

7471 sayılı Kanunla 6306 sayılı Kanunda yapılan değişikliklerden bir tanesi "Tanımlar" başlığı 2. Maddeye "f) Başkanlık: Kentsel Dönüşüm Başkanlığı" ifade eder bendinin eklenmesidir. Kentsel Dönüşüm Başkanlığı, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlı olarak 16.10.2023 tarihli ve 32341 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kurulmuştur (Resmi Gazete 2023b). Başkanlığın kuruluş amacı afet riski taşıyan bölgelerdeki ve bu bölgeler dışındaki riskli yapıların bulunduğu alanlarda kentsel dönüşüm uygulamalarını yürütmek, bununla birlikte 6306 sayılı Kanun ve ilgili diğer mevzuatta belirtilen görevleri yerine getirmek ve yetkileri kullanmaktır.

Bu değişikliklerin yapılmasında öncelikle ölkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremlerde birçok can ve mal kaybı yaşanması sonucu bir kez daha deprem gerçeği ile yüzleşmemiz ve olası diğer depremlerle birlikte özellikle İstanbul'da meydana gelmesi beklenen olası Marmara depremi rol oynamıştır. Bugüne kadar sürece engel olan pek çok nedenden, yanlış uygulamalar ve sürecin getirdiği aksaklıklar nedeni ile kentsel dönüşüm yavaş ilerlemiştir. Kanun değişikliğinin öncelikli amacı deprem bölgesindeki yıkım kararlarının iptalinin talep edilmesi ile meydana gelen uyuşmazlıkların yargı sürecine taşınıp hızlı bir şekilde çözüme ulaştırılması ve afet riski olan ve tüm bölgelerde kullanım ömrünü tamamlamış mevcut yapı stoğumuzun kentsel dönüşüm süreçlerinin hızlı bir şekilde tamamlanmasıdır. 6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Kanununda yapılmış olan değişiklikler ile yüklenici firmaların ve afet riski altındaki yapılarını dönüştürmek isteyen hak sahiplerinin önündeki birçok zorluk kaldırılmıştır. Kanun değişikliğiyle birlikte 6306 Sayılı Kanun'da yapılan önemli değişikler şunlardır:

3.1) Kentsel Dönüşüm Karar Yeter Sayısı

6306 sayılı Kanunda kentsel dönüşüm kararı için maliklerin en az üçte iki çoğunluğunun onayı aranmakta iken 7471 sayılı kanunla yapılan yeni düzenleme ile hak sahiplerinin salt çoğunluğunun kararı yeterli olmaktadır. Yani bina sakinlerinin %50'den fazlasının kentsel dönüşüm için onay vermesi halinde kentsel dönüşüm yapılmaktadır. Bu durum ölkemizde afet riski altındaki ve yıkılma riski olan hasarlı yapıların kentsel dönüşüm sürecine daha hızlı geçmesine zemin hazırlamaktadır.

7471 sayılı kanun genel gerekçesinde ve madde gerekçelerinde 2/3 çoğunluk gerekliliğinin karar alma sürecini zorlaştırdığı, yapım işine başlama sürecini uzattığı, yıkılan yapıların yerine yeni yapıların hızlı bir şekilde yapılması gerekliliği gösterilmiştir (Üstün ve Bulut 2024). Tüm bu hususlar, kanun değişikliğinin uygulamadaki etkilerine dair önemli bir değerlendirme sunmaktadır.

3.2) Riskli Yapıların Tespiti ve Yıkım Süreci

Yeni düzenleme ile olası riskli yapıların tespiti engellenirse yetkililerin yazılı izni ile kapı çilingir ile açılabilir. Ayrıca riskli yapıların tahliyesinin engellenmesi halinde de kolluk kuvvetleri müdahale edebilir. Bu değişikliğin yapılması öncesinde riskli yapıların tespitini engellemek isteyen ve riskli yapılarda tahliye aşamasında sıkıntı çıkaran konut sakinlerinin itiraz yapabildiği ve itiraz değerlendirme sürelerinin olduğu için süreç uzamaktaydı. Yine bu değişiklik sayesinde binaların risk tespiti ve riskli yapıların tahliyesi daha hızlı ve kolay yapılmaktadır.

Bir diğer önemli değişiklik ise 16 Ekim 2023 tarihinde kurulan Kentsel Dönüşüm Başkanlığı'na yapı risk tespiti yapabilme yetkisi verilmesidir. Bu tarih itibariyle, riskli yapı tespiti ve hazine taşınmazlarının durumunun değerlendirilmesi gibi görevler, kanun değişikliği ile birlikte Kentsel Dönüşüm Başkanlığı'na devredilmiştir. Bu değişiklik, kentsel dönüşüm süreçlerini daha etkili ve koordineli bir şekilde yönetmeyi amaçlamaktadır. Öncesinde risk analizi yapılan binanın "riskli raporu" Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına gönderilmekteydi bu değişiklikle birlikte bu rapor Kentsel dönüşüm Başkanlığına gönderilmektedir. Riskli yapıların yıktırılması hususunda bakanlığa verilen görev ve yetkiler ise artık Kentsel Dönüşüm Başkanlığı tarafından gerçekleştirilecektir (Kulaçoğlu 2023).

Riskli olan yapıların yıktırılma süreci için mülk sahiplerine tek seferde en fazla 90 gün olmak üzere süre verilecektir. Tahliye ve yıkım için iki ayrı bildirim yapılmayacaktır. Değişim ile beraber riskli yapının yıkım süreci hızlanmıştır.

3.3) Kentsel Dönüşümde Mali Yardımlarda Yapılan Değişiklikler

Kentsel dönüşümü hızlandırabilmek için hak sahiplerine bu süreçte mali yardım sağlanacaktır. Bu nedenle ilgili maddelere kira yardımı ibaresi yerine “yapım için yardım” ibaresi eklenmiştir. Yapım için yapılacak yardımın usul ve esasları Cumhurbaşkanınca belirlenmektedir.

Konuyla ilgili İstanbul için 23.02.2024 tarihinde 32469 sayılı Resmi Gazete’de İstanbul İlinde yürütülecek kentsel dönüşüm uygulamaları kapsamında yapım için yardım verilmesine ilişkin 8189 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı yayımlanmıştır (Resmi Gazete 2024). Bu karara göre; 6306 sayılı Kanun kapsamında, riskli bir yapıda hak sahibi olanlar için riskli yapının bulunduğu parselde ruhsat alındıktan ve kat irtifakı kurulduktan sonra yeni yapılar için çeşitli destekler ve hibeler sunulmaktadır. Mevcut yapıda sahip olunan her bir konut veya işyeri için bu destek ve hibeler şunlardır:

Bir konut için hak sahibine 700.000 TL'ye kadar hibe, 700.000 TL'ye kadar kredi sağlanabilir. Diğer her bir konut için ise 1.400.000 TL'ye kadar kredi verilebilir. Sahip olduğu bir iş yeri için hak sahibine 350.000 TL'ye kadar hibe, 350.000 TL'ye kadar kredi sağlanabilir. Diğer her bir iş yeri için ise 700.000 TL'ye kadar kredi verilebilir. Ayrıca, inşaat sürecinde riskli yapıda ikamet eden maliklere, kiracılara ve sınırlı hak sahiplerine tahliye desteği olarak her bir bağımsız bölüm için bir kereye mahsus 100.000 TL hibe desteği verilebilir. Bu destekler, riskli yapıların yenilenmesi ve güvenli konut ve işyerleri sağlanması amacıyla sunulmaktadır.

İstanbul dışındaki diğer iller için kentsel dönüşüm uygulamaları kapsamında yapım için yardım verilmesine ilişkin 2024 yılı Mayıs ayına kadar henüz bir Cumhurbaşkanı Kararı yayımlanmamıştır. İlerleyen süreçte diğer iller için de konuyla ilgili düzenleme yapılması muhtemeldir.

3.4) Kentsel Dönüşümde Riskli Yapıların Maliklere Bildirilmesi Konusunda Değişiklikler

Riskli yapılar tespit edildikten sonra, bu bilgiler Başkanlık veya İdare tarafından en geç on iş günü içerisinde ilgili tapu müdürlüğüne bildirilecek ve tapu kütüğünde beyanlar hanesinde belirtilecektir. Ayrıca, riskli yapılar on beş gün süreyle Başkanlığın internet sitesinde duyurulacaktır. Kanun değişikliği öncesinde bu süreçte maliklere bireysel tebligat yapılmaktaydı. Ancak kanun değişikliği sonrasında, tespit tutanakları yapıya asılmakta, muhtarlıklarda 15 gün içerisinde ilan edilmekte ve hak sahiplerine e-devlet üzerinden bildirim yapılmaktadır. İlanın son günü, hak sahiplerine bildirim yapılmış sayılmaktadır. Bu şekilde önceki uygulamalarda yaşanan iletişim eksiklikleri ortadan kalkacak ve riskli yapı malikleri bilgilendirilmiş kabul edilerek kentsel dönüşüm süreci hızlı ve kesintisiz bir şekilde ilerleyecektir.

3.5) Kentsel Dönüşümde İtiraz Sürecinde Yapılan Değişiklikler

Kanun değişikliği ile birlikte hak sahiplerinin onaylanan imar ve parselasyon planlarına karşı itiraz etme hakkı düzenlenmiştir. İlgili planlar, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğüne 15 gün süreyle ilan edilecektir. İtirazlar, bu süre içinde ilgili müdürlüğe yapılacak ve bakanlık tarafından 5 gün içinde değerlendirilecektir. İtirazların reddedilmesi durumunda, planlar başka bir onaya gerek kalmadan kesinleşecektir (Resmi Gazete 2023a). Bu düzenleme, vatandaşlara hızlı ve şeffaf bir şekilde itiraz süreci sağlayarak, planların onaylanması veya reddedilmesi konusunda kesinlik getirmeyi amaçlamaktadır.

3.6) Kentsel Dönüşüm Sürecinde Yapı Ruhsatı ve İskan Konusunda Yapılan Değişiklikler

Kanun değişikliğiyle, Başkanlık tarafından yapılacak veya yaptırılacak yapılara, mülkiyetin belgelenmesi ve tüm mesuliyetin Başkanlık tarafından üstlenilmesi koşuluyla, başvuru tarihinden itibaren 30 gün içinde avan projeye göre yapı ruhsatı verilecektir. İnşaatın

tamamlanmasını takiben de 30 gün içerisinde iskan (yapı kullanma izni) verilecektir (Resmi Gazete 2023a). Bu değişikliklerle birlikte, inşaatı başlamak için yapı ruhsatı alınması ve inşaatın tamamlanması sonrası iskan alınması sürecinin daha hızlı ve etkin bir şekilde tamamlanması ve kentsel dönüşüm sürecinin hızlandırılması hedeflenmektedir.

3.7) Kentsel Dönüşüm Masrafları Konusunda Yapılan Değişiklik

Kanun değişikliğine göre yapı hasar tespiti, tahliye süreci, hasarlı yapının yıkılması ve yeni yapı inşası gibi işlemlerin masrafları, mülk sahipleri arasında arsa payı oranında paylaşılacaktır. Malikin mevcut gayrimenkulünün değeri ile yeni sahip olacağı taşınmazın değeri göz önünde bulundurularak hak sahibi borçlanması söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda hak sahipleri ile borçlanma bedeli üzerinden anlaşma yapılacak ve taşınmazın tapu devri, borç tamamlandıktan sonra gerçekleşecektir. Eğer hak sahibi borcunu ödeyebilecek maddi durumda değilse, gayrimenkul tapuda Kentsel Dönüşüm Başkanlığı adına paylı mülkiyet esaslarına göre tescil edilecektir. Bu durumda hak sahibine ve hak sahibi evliyse eşine, ikamet edebilecekleri konut nitelikli başka bir gayrimenkul bulunmuyorsa, oturma hakkı verilecektir.

Ayrıca, arsa maliklerine yeni yapı yapılması için mali yardım yapılabilmesi hakkındaki kanunda yeni düzenlemeler yapılmıştır. Yapılacak olan yardımların usul ve esasları Cumhurbaşkanı tarafından belirlenecektir (Gençer 2023, Kulaçoğlu 2023). Bu düzenlemelerle birlikte, kentsel dönüşüm sürecinde hak sahiplerine daha adil ve etkili bir destek sağlanması amaçlanmaktadır.

3.8) Kentsel Dönüşüm Kanunu'nda "Rezerv Alanı" Tanımında Yapılan Değişiklik

Yeni düzenlemeyle birlikte "rezerv alanı" tanımındaki "yeni yerleşim alanı" ifadesi kaldırılmış onun yerine "mevcut kentsel ve kırsal alanlar" ifadesi getirilerek rezerv alan tanımının kapsamı genişletilmiştir. Yani üzerinde mevcut yerleşim bulursa dahi o alan rezerv alan olarak seçilebilecektir. Ancak, bu durumun mülkiyet hakkı açısından olumsuz sonuçlara neden olabileceği ve uygulama sırasında sıkıntılara yol açabileceği öngörülmektedir. Bu yeni düzenlemeye göre kişiler mülkiyetlerindeki taşınmazların rezerv alanı olarak belirlenmesini istediklerinde başvuru için bazı şartları yerine getirmek zorundadır. Bu şartlar: bu taşınmazların yapılaşmaya esas arsa alanının yüzde 30'unun mülkiyetinin devredilmesine onay verilmesi veya bu kısım değerine denk gelen miktarın dönüşüm projeleri özel hesabına gelir olarak kaydedilmek üzere Başkanlığa verilmesidir (Gençer 2023).

Bu düzenleme ile rezerv alanlarının belirlenmesi sürecinde mülkiyet sahipleriyle ilgili bir denge sağlanması hedeflenmektedir. Aynı zamanda, yerleşim alanlarındaki mülk sahiplerini dönüşüm projelerine katılmaya teşvik etmek ve sürecin daha şeffaf ve adil bir şekilde işlenmesini sağlamak için getirilmiş bir düzenlemedir. 6 Şubat depremleri sonrasında meydana gelen yıkımların özellikle zemini kötü olan bölgelerde yoğunlaştığı göz önüne alındığında, rezerv alan tanımı genişletilerek yapılan değişikliğin yıkımların yoğun olduğu zemini kötü riskli bölgelerin boşaltılabilmesinin ve bu alanlardaki yapılaşmanın daha risksiz bölgelere kaydırılmasının önünü açtığı söylenebilir. Tabii ki bu değişikliğe dayanılarak yapılacak düzenlemeler hak sahipleri için mağduriyet yaratmadan yapılmalıdır.

3.9) Kentsel Dönüşüm Sürecinde Arsa Durumuna Gelen Taşınmazlarda Ortaklığın Giderilmesi Davası Açılabilmesi

Yeni düzenlemeye göre 6306 Kanun kapsamında yapıların yıktırılması sonrasında arsa durumuna gelmiş taşınmazlarda, 4721 sayılı Kanuna göre ortaklığın giderilmesi için dava açılabilir. Bu dava, kanun kapsamında arsa maliklerinin kentsel dönüşüm için salt çoğunluk ile karar almasına ve bu karara göre işlem yapmasına engel oluşturmayacaktır (Resmi Gazete 2023a).

Kanun değişikliğinden önce, hak sahiplerinin vefat ettiği mülklerde mirasçılar bulma süreci tıkanabiliyordu. Yapılan değişiklik ile tapuda kayıtlı malik vefat etmişse mirasçılık belgesi çıkarmak, kayyum atamak veya tapudan son kayıtlı malik adına işlem yapmak için süreç daha da hızlanacaktır. Bu değişiklik, mirasçılık sürecini daha etkili ve düzenli bir şekilde yürütmeyi amaçlamaktadır.

3.10) Lisanslı Kuruluşlar ile Çalışma Zorunluluğu

Kanun değişikliği sonrası 6306 sayılı Kanun kapsamındaki kentsel dönüşüm uygulamaları ile kentsel dönüşüm uygulamalarının yürütülmesi ve bunlar için karar alınması konularında Başkanlıkça lisanslandırılacak kuruluşların faaliyet gösterebileceği Kanuna eklenmiştir (9.11.2024 tarihinde yürürlüğe girecek). Lisanslandırılacak kuruluşlarda mimar, inşaat mühendisi, şehir plancısı, harita mühendisi, avukat ve gayrimenkul değerleme uzmanı çalıştırılması zorunluluğu vardır (Resmi Gazete 2023a). Böylece kentsel dönüşüm süreci eğitilmiş ve uzman kişilerce yapılacak olup bu süreçte daha sağlıklı bir yol izlenmiş olacaktır.

4. KANUN DEĞİŞİKLİĞİ SONRASI KENTSEL DÖNÜŞÜM UYGULAMA SÜRECİ

Uygulama süreci ile ilgili 2 lisanslı Kentsel Dönüşüm firması ve 1 lisanslı kentsel dönüşüm uzmanı ile yüz yüze görüşmeler yapılmış ve sürecin nasıl yürütülmesi gerektiği hakkında şu tespitler yapılmıştır.

4.1) Kanun Değişikliği Sonrası Riskli Yapı Tespiti

Yapılan kanun değişikliğiyle 6306 sayılı Kanun'da riskli yapı tespitinin Başkanlıkça lisanslandırılan kurum ve kuruluşlara yaptırılacağı belirtilmiştir. Kentsel Dönüşüm Başkanlığı tarafından riskli yapıların tespiti için yetki verilen kurum ve kuruluşlar Başkanlığın web sayfasında ilan edilmektedir ve Mayıs 2024 itibarıyla bunların sayısı 1132 adettir. Riskli yapı tespiti için süreç şu şekilde işlemektedir:

1. Kat maliklerinden en az biri veya kanuni temsilcileri riskli yapı tespiti için Lisanslı Kurum veya Kuruluşa yazılı olarak başvuru yapar. Başvuru yapmak için tapu ve kimlik fotokopisi olması gerekmektedir.
2. Lisanslı kurum veya kuruluş tarafından incelenen binanın riskli olup olmadığına dair rapor hazırlanır. Bu süreçte riskli yapı tespitinin engellenmesi durumunda, Kanun değişikliğiyle birlikte yeterli kolluk kuvveti marifetiyle kapalı mahallere girilerek tespit yapılabilmektedir.
3. Yapı "riskli" ise Belediyeye veya Başkanlığa incelenmek üzere bilgi verilir ve rapor incelenir.
4. Rapor eksiklik varsa düzeltilmek üzere Lisanslı Kuruma tekrar düzenlenmesi ve eksikliklerin giderilmesi için geri bildirim yapılır.
5. Rapor 6306 sayılı Kanuna uygunsa Belediye veya Başkanlık tarafından onaylanır ve tapu kütüğüne riskli yapı olarak işlenmesi için ilgili Tapu Müdürlüğüne yazı ile bildirilir.
6. Riskli yapı tutanağı binaya asılır, binanın riskli olduğu e-Devlet Kapısı üzerinden maliklere bildirilir ve muhtarlıkta on beş gün süre ile ilan edilir. Tebliğ tarihi itibarı ile 15 gün içerisinde maliklerden itiraz eden olmazsa riskli yapı kararı kesinleşir.

4.2) Kanun Değişikliği Sonrası Riskli Yapı Tespitine İtiraz Süreci

1. Maliklerden herhangi biri riskli yapı tespitine itiraz edebilir. İtirazlar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı İl Müdürlüğüne tebligat tarihinden 15 gün içerisinde yapılır.
2. Süresi içerisinde yapılan itirazların Başkanlıkça tekrar incelenmesi için Bakanlığın Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü (ARAAD) Sisteminde itiraz kaydı oluşturulur.
3. İtiraz, Başkanlığın talebi üzerine oluşturulan teknik heyet (üniversitelerce ilgili öğretim üyeleri arasından görevlendirilecek dört kişi ve Bakanlıkta/Başkanlıkta görevli ikisi inşaat

mühendisi ve biri de jeofizik veya jeoloji mühendisi olmak üzere üç kişinin iştiraki ile teşkil edilen yedi üyeli heyet) tarafından incelenip karara bağlanır.

4. Teknik heyetin kararı yapının riskli olmadığı yönünde ise Tapu Müdürlüğünden riskli yapı şerhinin kaldırılması talep edilir ve yapı ile ilgili riskli yapı işlemleri sonlandırılır.
5. Teknik heyet itirazın reddi yönünde karar verirse riskli yapı tespit raporu kesinleşir. Kentsel dönüşüm için yıkım süreci başlar.

4.3) Kanun Değişikliği Sonrası Riskli Yapıların Yıkılma Süreci

1. Belediye, riskli yapı olduğu kesinleşen yapının maliklerine 90 günden fazla olmamak üzere süre verir ve yapının yıkım işleminin malikler tarafından yapılması için bildirimde bulunur.
2. Bu süre içerisinde riskli yapının malikler tarafından yıktırılmaması durumunda, belediye tarafından yıkım işlemleri yapılarak yıkım masrafları maliklerden hisseleri oranında tahsil edilir.

4.4) Kanun Değişikliği Sonrası Yeni Yapı İçin Malikler Arası Anlaşma Süreci

1. Maliklerin salt çoğunluğunun kararı ile yeniden yapım için karar alınır.
2. Alınan karar, karar defterine işlenerek imzalanır.
3. Alınan karar toplantıya ve karara katılmayanlara noter aracılığı ile tebliğ edilir.
4. Maliklerin salt çoğunluk ile aldığı karara katılmayanların arsa payları, Başkanlıkça tespit ettirilen rayiç değerden az olmayacak bir değere anlaşma sağlayan diğer maliklere veya malikler almıyorsa yine maliklerin kararıyla, yapılan anlaşmaya uymayı kabul edecek üçüncü şahıslara açık artırma usulü ile satılır.
5. Yapılacak olan yeni binanın teknik şartnamesinin oluşturulması için anket hazırlanır. Yapılacak olan kurul toplantısında hazırlanan anketin kat maliklerince doldurulması ve onaylanması sağlanır.
6. Anket sonucuna göre teknik şartname hazırlanır ve arsa maliklerince oluşturulan komisyon tarafından imzalanır. Hazırlanan teknik şartname Lisanslı Kentsel Dönüşüm Firmasına teslim edilir.
7. Hazırlanan teknik şartname göz önünde bulundurularak, yeni yapıyı yapmak isteyen yüklenici firmalardan birim m² üzerinden fiyat teklifi alınır. Bu süreçte aynı zamanda yüklenici inşaat firması da olan bazı Lisanslı Kentsel Dönüşüm Firmaları da teklif verebilmektedir.
8. Belirlenen süre sonunda yüklenici firmalardan gelen fiyat teklifleri ve firma bilgileri kurul toplantısında kat maliklerine bildirilir. Kat malikleri gelen teklifleri ve firmaları inceler.
9. Kat maliklerinin ortak kararı ile yüklenici firmaya karar verilir. Tekrar kurul yapılarak yüklenici firma ve kat malikleri Lisanslı Kentsel Dönüşüm Firması aracılığı ile bir araya getirilir.
10. Yapılan ilk toplantı sonrasında kat maliklerinin daire ile ilgili tercihlerini 7 gün içinde belirlemesi ve bu tercihlerin yüklenici firmaya iletilmesi sağlanır.
11. Yüklenici firma kat maliklerinden gelen talep ve istekleri göz önünde bulundurarak 15 gün içerisinde avan projeleri hazırlar. Daha sonra hazırlanan avan projelerin kurula sunulması için belirlenen tarihte ikinci bir toplantı düzenlenir.
12. Yüklenici firmanın hazırladıkları avan proje kat maliklerince incelenir. Kat maliklerinin avan projeye ilişkin görüşleri, talep ve istekleri doğrultusunda projede değiştirilmesini istedikleri hususlar yüklenici firmaya bildirilir. Yüklenici firma bu talepler doğrultusunda avan projede değişiklikler yapar.
13. Tarafların, avan proje ve arsa paylarının yüzdeleri hususlarında anlaşma sağlaması durumunda yüklenici firma tarafından sözleşme hazırlanır.
14. Sözleşmenin bir örneği tarafların herhangi bir mağduriyete uğramaması için incelenmek üzere Lisanslı Kentsel Dönüşüm Firmasına sunulur ve firma incelenen sözleşme taslağına ilişkin gerektiği taktirde tavsiyede bulunur.

15. Tüm kat malikleri ile birlikte parselin kat karşılığı inşaat sözleşmesindeki eksiklikler varsa tamamlanır.
16. Ekleriyle birlikte inşaat yapım sözleşmesi ve vekaletnamelerin yüklenici firma ve kat malikleri ile birlikte şekil şartlarına uygun olacak şekilde noter tarafından düzenlenerek imzalanması sağlanır.
17. Yüklenici firma tarafından gecikme olmaksızın yapı ruhsat başvurusu yapılır.
18. Yapı ruhsatı alındıktan sonra inşaat süreci başlar. Projeye, sözleşmeye ve teknik şartnameye uygun olarak inşaatın tamamlanması sağlanır.

4.5) Kanun Değişikliği Sonrası Destek ve Muafiyetler

4.5.1) Riskli Yapıya Sağlanan Muafiyetler

Belediyeler tarafından düzenlenen muafiyet belgesi ile, yapı ruhsatı harcı, noter harcı, tapu kadastro harcı, damga vergisi, veraset ve intikal vergisi, banka sigorta işlemlerinde alınan vergiler, belediye tarafından alınan harçlar riskli yapıların yenilenme sürecinde alınmaz.

4.5.2) Riskli Yapıya Sağlanan Destekler

Riskli olarak belirlenen yapılarla ilgili konut ve işyerlerinden kira yardımı alabilmek için tahliye tarihinden sonraki bir yıl içerisinde veya riskli yapı yıkıldıysa yıkım tarihinden sonraki üç ay içerisinde ilgili şehirdeki Müdürlük veya Belediye'ye başvuruda bulunulması gerekmektedir. Hak sahipleri, bu süre içinde başvurularını yaparak kira yardımından faydalanma hakkına sahiptirler. Kira yardımı başvuruları Müdürlük/Belediye tarafından incelenip uygun bulunduğu anda, ARAAD bilgi sistemi üzerinden kira yardımı duyuruları yapılacaktır. Konut veya işyeri sahiplerine Bakan oluru doğrultusunda belirlenen tutarda ve 18 ay süresince kira yardımı sağlanacaktır. Kiracı olarak ikamet edenlere ise konut veya işyerinin bulunduğu şehirde hak sahiplerine ait aylık kira yardımı tutarı baz alınarak, 2 aylık kira yardımı tek seferde ödenecektir. Sınırlı aynı hak sahiplerine ise yapının bulunduğu şehirdeki malikler için belirlenen aylık kira yardımı tutarı baz alınarak, 5 aylık kira yardımı tek seferde ödeme yapılacaktır (ÇŞİDB 2019).

2024 yılında Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirlenen kira yardımı tutarları il bazlı olarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: 2024 yılı kira yardım tutarları (ÇŞİDB 2024)
Table 1: Rental assistance amounts for 2024 (ÇŞİDB 2024)

2024 yılı il bazlı kira yardımı tutarları (TL)			
İl Adı	Malik (Aylık)	Kiracı (Defaten)	Sınırlı aynı hak sahibi (Defaten)
İstanbul	5.500,00	11.000,00	27.500,00
Ankara, Antalya, Bursa, İzmir	4.500,00	9.000,00	22.500,00
Adana, Aydın, Balıkesir, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kayseri, Kocaeli, Konya, Malatya, Manisa, Mardin, Mersin, Muğla, Ordu, Sakarya, Samsun, Şanlıurfa, Tekirdağ, Trabzon, Van	3.750,00	7.500,00	18.750,00
Adıyaman, Afyonkarahisar, Ağrı, Aksaray, Amasya, Ardahan, Artvin, Bartın, Batman, Bayburt, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bolu, Burdur Çanakkale, Çankırı, Çorum, Düzce, Edirne, Elazığ, Erzincan, Giresun, Gümüşhane, Hakkari, Iğdır, Isparta, Karabük, Kastamonu, Karaman, Kars, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Kilis, Kütahya, Muş, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Rize, Siirt, Sinop, Sivas, Şırnak, Tokat, Tunceli, Uşak, Yalova, Yozgat, Zonguldak	3.000,00	6.000,00	15.000,00

5. SONUÇLAR

Ülkemizin büyük bir kısmı dünyanın en aktif deprem kuşaklarından birinde yer almaktadır. Nitekim topraklarımız, tarihte yaşanmış birçok depremin izlerini de taşımaktadır (Öcal ve İnce 2012). Topraklarımızın %66'sı nüfusumuzun %71'i deprem riski yüksek bir bölgede bulunmaktadır. Ülkemizin özellikle depreme ve diğer afetlere dirençli hale getirilebilmesi için öncelikle toplumumuzun bilinçlendirilmesi ve deprem bölgesinde bulunan kullanım ömrünü tamamlamış yapı stoğunun kentsel dönüşüm projeleriyle yenilenmesi gerekmektedir. Kentsel dönüşümle ilgili 6306 sayılı Kanun 2012 yılında yürürlüğe girmiştir ve afet riski odaklı kentsel dönüşüm uygulamaları on yılı aşkın süredir bu kanun kapsamında yürütülmektedir. Ülkemizde yaklaşık olarak 31 milyon konut ve 5 milyon ticari alandan oluşan 36 milyon bağımsız bölüm bulunmaktadır. Bu büyük rakamlara rağmen yaklaşık 6 milyon bağımsız bölüm risk altındadır ve acil dönüştürülmesi gerekmektedir. Ancak şu ana kadar sadece 2 milyon 200 bin civarında bağımsız bölüm kentsel dönüşümüne tabi tutulmuş durumdadır. Devam eden dönüşüm sürecinde ise halen 400 bin civarında bağımsız bölümün dönüşümü devam etmektedir. Bu verilere göre, ülkemizdeki riskli alan oranı oldukça yüksektir ve daha fazla dönüşüm çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç olarak, 6306 sayılı Kanunda 09.11.2023 tarihinde yapılan değişiklikler kentsel dönüşüm sürecinin uygulanabilirliğini pek çok yönden kolaylaştırma ve hızlandırma yönündedir. İtiraz sürelerinin ve tahliye sürelerinin kısaltılması, riskli yapı tespiti sırasında konutuna girilmesine izin vermeyen yapı sahibi veya kiracıların evlerine bizzat kolluk kuvveti marifetiyle girilebilmesi, evini tahliye etmeyen maliklerin kolluk kuvvetleri ile tahliyesinin sağlanması, yıkım sürecindeki süre uzatmalarının kaldırılması ve ek süre verilmemesi, yıkım süresi dolup hala yıkılmayan binaların belediyeler tarafından yıkılması ve yıkım ücretinin maliklerden arsa payı oranında alınması, riskli yapı bildirimlerinin yapılmasında riskli raporunun yapıya asılması, muhtarlıklarda 15 gün içerisinde ilan edilmesi ve hak sahiplerine e-devlet kapısı üzerinden bildirim yapılması gibi uygulama değişiklikleri ve yapılan bildirimlerden sonra maliklerin haberdar edildiği varsayılarak kentsel dönüşüm sürecine devam edilmesi, yargı sürecinde bir çok süre kısaltmalarının yapılması ülkemizdeki kentsel dönüşüm sürecini hızlandırmakta ve bu sürecin daha sağlıklı, doğru ve güvenli bir şekilde uygulanmasına zemin hazırlamaktadır. Bu sayede ülkemizde afet bölgesinde bulunan riskli yapılar ve kullanım ömrünü tamamlamış mevcut yapılarımız yerini daha hızlı bir şekilde depreme dayanıklı, modern ve sürdürülebilir binalara bırakacaktır.

TEŞEKKÜR

Uygulama süreciyle ilgili verdikleri bilgilerle çalışmanın tamamlanmasına katkı sağlayan Pera Kentsel Dönüşüm Şirketi'ne, Onay Kentsel Dönüşüm Şirketi'ne ve Lisanslı Kentsel Dönüşüm Uzmanı Gökhan Karakaya'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aydınlı H.İ., Turan H., 2012. Kuramsal ve Yasal Çerçevede Türkiye'de Kentsel Dönüşüm, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28, 61–70.

Bozkurt Ö., Çiçekdağı H.İ., 2022. Deprem Özelinde 2010 ve 2021 Yıllarında Yayımlanan Meclis Araştırma Komisyon Raporlarının Karşılaştırmalı Analizi, *Türk Deprem Arastirma Dergisi*, 4(1), 137–154.

ÇŞİDB, 2012. 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6306&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>.

ÇŞİDB, 2016. Hayatımızdaki Deprem Gerçeği ve Kentsel Dönüşüm, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim adresi: <https://yalova.csb.gov.tr/hayatimizdaki-deprem-gercegi-ve-kentsel-donusum-haber-64110>.

ÇŞİDB, 2019. Kira yardımı kılavuzu, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara,

Erişim adresi: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/altyapi/icerikler/kira-yardimi-kilavuzu-20190513095551.pdf>.

ÇŞİDB, 2024. Kira Yardımı Miktarı 2024, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Kentsel Dönüşüm Başkanlığı-6306 Sayılı Kanun Kapsamında Sağlanan Finansal Destekler,

Erişim adresi: <https://altyapi.csb.gov.tr/kilavuzlar-i-85442>.

Ertaş M., Bayındır Ö., 2020. Sürdürülebilir Kentsel Dönüşüm, *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 2(1), 1-9.

Genç F.N., 2008. Türkiye’de Kentsel Dönüşüm: Mevzuat ve Uygulamaların Genel Görünümü, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15(1), 115-130.

Gençer M., 2023. Kentsel Dönüşüm Kanunu, İstanbul, Erişim adresi: <https://www.mghukuk.av.tr/kentsel-donusum-kanunu/>.

Haber32, 2023. Isparta’da Kentsel Dönüşüm Rüzgarı Eski Mahallelerde de Etkili Olacak, Haber32-Isparta haberleri, Erişim adresi: <https://www.haber32.com.tr/ispartada-kentsel-donusum-ruzgari-eski-mahallelerde-de-etkili-olacak>.

Kulaçoğlu H.B., 2023. Kentsel Dönüşüm Kanuna İlişkin Değişiklikler-9.11.2023. Kulaçoğlu Hukuk Bürosu, İstanbul, Erişim adresi: <https://kulacoglu.av.tr/kentsel-donusum-kanuna-iliskin-degisiklikler-09-11-2023/>.

Öcal C., İnce H.H., 2012. Türkiye’de Mevcut Yapı Stoğu ve Kentsel Dönüşüm, *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 4(2), 89-95.

Resmi Gazete, 2023a. 7471 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun ile Bazı Kanunlarda ve 375 Sayılı Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 09.11.2023 tarih ve 32364 sayılı Resmi Gazete, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/11/20231109-5.pdf>.

Resmi Gazete, 2023b. Bazı Cumhurbaşkanlığı Kararnamelerinde Değişiklik Yapılması Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Kararname Numarası 153), 16.10.2023 tarih ve 32341 sayılı Resmi Gazete, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/10/20231016-4.pdf>.

Resmi Gazete, 2024. İstanbul İlinde Yürütülecek Kentsel Dönüşüm Uygulamaları Kapsamında Yapım İçin Yardım Verilmesine İlişkin Karar (Karar Sayısı 8189), 23.02.2024 tarih ve 32469sayılı Resmi Gazete, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/02/20240223-7.pdf>.

Tataroğlu N., Uzun G., 2023. Dönüşmesi Gereken Bir Olgu: Kentsel Dönüşüm, *Kent Akademisi*, 16(1), 420-442.

TBMM, 2021. Depreme Karşı Alınabilecek Önlemlerin ve Depremlerin Zararlarının En Aza İndirilmesi İçin Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırma Komisyon Raporu (Meclis Araştırması Komisyonu Raporu No. 278), Türkiye Büyük Millet Meclisi, Ankara, Erişim adresi: <https://www5.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem27/yil01/ss278.pdf>.

Üstün G., Bulut A., 2024. Kanun Koyucunun Amacı Bağlamında 7471 Sayılı Kanunun Öngördüğü Kentsel Dönüşüm Sürecine İlişkin Değişikliklerin Değerlendirilmesi, *Öneri Dergisi*, 19(61), 1-25.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan veriler açık kaynaklı birincil ve ikincil kaynaklardan elde edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Bu çalışmada herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi yoktur.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): H.H.İ.
- Literatür araştırması (*Literature research*): A.N.U.G., H.H.İ.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): A.N.U.G.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): A.N.U.G., H.H.İ.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): A.N.U.G., H.H.İ.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): A.N.U.G., H.H.İ.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): A.N.U.G., H.H.İ.



Examination of the individual's strategies to cope with earthquake stress: The Case of Kahramanmaraş Earthquakes

Didem Demir Erbil ¹, Oya Hazer ², Edanur Akcam ³ and Seckin Akkoyun ⁴

¹ Ankara University, Department of Health, Culture and Sport, Social Services Unit, 06890 Ankara, Türkiye

² Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Family and Consumer Sciences, 06800 Ankara, Türkiye

³ Ministry of Family and Social Services, Kepez Social Service Center, 07090 Antalya, Türkiye

⁴ Provincial Directorate of the Ministry of Family and Social Services, Disaster and Emergency Psychosocial Support Coordination, 07090 Antalya, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2174-8184, 0000-0002-0380-6865, 0009-0009-9598-4834, 0000-0003-2439-5230

Keywords

Disaster, Kahramanmaraş Earthquakes, Earthquake stress, Coping strategies

Highlights

- * Disaster
- * Earthquake stress
- * Coping strategies

Aim

The aim of the study was to reveal the earthquake stress coping strategies and related variables of individuals

Location

Kahramanmaraş, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Hatay, Elazığ / Türkiye

Methods

A quantitative methodology and simple random sampling method were used

Results

it was found that individuals used religious coping, positive reappraisal and seeking social support coping methods, respectively

Supporting Institutions

The author declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 28.08.2024

Accepted: 05.09.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472770



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Didem Demir Erbil
Email: didemdmr@gmail.com



Figure
Location of the study area

How to cite:

Demir Erbil D., Hazer O., Akçam E., Akkoyun S., 2024. Examination of the individual's strategies to cope with earthquake stress: The Case of Kahramanmaraş Earthquakes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 434-451, <https://doi.org/10.46464/tdad.1472770> .



TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



Bireylerin Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejilerinin İncelenmesi: Kahramanmaraş Depremleri Örneği

Didem Demir Erbil ¹, Oya Hazer ², Edanur Akçam ³ ve Seçkin Akkoyun ⁴

¹ Ankara Üniversitesi, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Sosyal Hizmetler Birimi, 06890 Ankara, Türkiye

² Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Aile ve Tüketici Bilimleri Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye

³ Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Kepez Sosyal Hizmet Merkezi, 07090 Antalya, Türkiye

⁴ Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı İl Müdürlüğü, Afet ve Acil Durum Psikososyal Destek Koordinatörlüğü, 07090 Antalya, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2174-8184, 0000-0002-0380-6865, 0009-0009-9598-4834, 0000-0003-2439-5230

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, Kahramanmaraş depremlerinden birinci derecede etkilenen bireylerin deprem stresi ile başa çıkma stratejilerini ve ilişkili değişkenleri ortaya koymaktır. Araştırmanın verileri basit rastgele örneklem yöntemi ile afetin etkilediği 10 bölgede ikamet eden, depremden doğrudan etkilenmiş, 18 yaş üstü 329 bireyle yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda toplanmıştır. Veri toplama aracı olarak Kişisel Bilgi Formu ve Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri Ölçeği kullanılmıştır. Bireylerin deprem stresi ile baş etme ölçeği puan ortalamaları dini baş etme 15.37±3.70, olumlu yeniden değerlendirme 18.39± 3.81 ve sosyal destek arama 12.75±2.52 olarak bulunmuştur. Ayrıca sosyodemografik değişkenler ve deprem deneyimine ilişkin değişkenler ile baş etme stratejileri alt boyutları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler

Afet, Kahramanmaraş depremleri, Deprem stresi, Baş etme stratejileri

Öne Çıkanlar

- * Afet
- * Deprem Stresi
- * Baş etme stratejileri

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 24.04.2024

Düzeltilme: 28.08.2024

Kabul: 05.09.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472770

Sorumlu yazar

Didem Demir Erbil

Eposta:

didemdmr@gmail.com

Examination of the individual's strategies to cope with earthquake stress: The Case of Kahramanmaraş Earthquakes

Didem Demir Erbil ¹, Oya Hazer ², Edanur Akcam ³ and Seckin Akkoyun ⁴

¹ Ankara University, Department of Health, Culture and Sport, Social Services Unit, 06890 Ankara, Türkiye

² Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Family and Consumer Sciences, 06800 Ankara, Türkiye

³ Ministry of Family and Social Services, Kepez Social Service Center, 07090 Antalya, Türkiye

⁴ Provincial Directorate of the Ministry of Family and Social Services, Disaster and Emergency Psychosocial Support Coordination, 07090 Antalya, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2174-8184, 0000-0002-0380-6865, 0009-0009-9598-4834, 0000-0003-2439-5230

ABSTRACT

The aim of this research is to reveal the earthquake stress coping strategies and related variables of individuals who were primarily affected by the Kahramanmaraş earthquakes. The data of the research were collected by simple random sampling method as a result of face-to-face interviews with 329 individuals over the age of 18 who were directly affected by the earthquake and resided in 10 regions affected by the disaster. Personal Information Form and Earthquake Stress Coping Scale were used as data collection tools. Individuals' average scores on the scale of coping with earthquake stress were found to be 15.37±3.70 for religious coping, 18.39±3.81 for positive reappraisal, and 12.75±2.52 for seeking social support. Additionally, it was concluded that there were statistically significant differences between socio-demographic variables and earthquake experience-related variables and coping strategies sub-dimensions.

Keywords

Disaster, Kahramanmaraş Earthquakes, Earthquake stress, Coping strategies

Highlights

- * Disaster
- * Earthquake stress
- * Coping strategies

Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 28.08.2024

Accepted: 05.09.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472770

Corresponding Author

Didem Demir Erbil

Eposta:

didemdmr@gmail.com

1. GİRİŞ

Deprem, yer kabuğunun derin katmanlarında meydana gelen ani fay kırılmaları ve yer değiştirmeler sonucu oluşan titreşimlerin neden olduğu sarsıntılardır (İşçi 2008). Doğal afetler arasında depremler en yıkıcı, en fazla can ve mal kaybına neden olan afetlerdir (Bedirli 2014). Dünya var olduğundan beri aktif fay hatları üzerinde bulunan bölgelerde belirli periyotlarla depremlerin olduğu ve milyonlarca can ve barınak kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Coğrafyamız tarih boyunca büyük depremlerin sıkça görüldüğü yüksek sismik aktiviteye sahip olan Anadolu plakası üzerinde konumlanmıştır (TÜBİTAK 2023).

1900'den bu yana 7 büyüklüğü ve üzerinde 20'den fazla deprem meydana gelmesi; Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Bu depremler arasında özellikle 6 Şubat 2023 tarihinde yaşadığımız Kahramanmaraş Depremleri ve 1999 Gölcük Depremi ile birlikte 1939'daki Erzincan Depremi, can kayıplarımız ve ağır hasar yönünden en büyük depremler olarak hafızalarda yerini almıştır. 6 Şubat'ta merkez üssü Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçeleri olan, 7.7 ve 7.6 büyüklüğünde iki büyük deprem yaşanmıştır. Yüzeeye çok yakın gerçekleşen bu iki deprem; Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Şanlıurfa, Diyarbakır, Malatya, Gaziantep, Adana, Elazığ, Kilis ve Osmaniye olmak üzere 11 ilimizde yol açtığı ciddi yıkımlarla "Asrın Felaketi" olarak kayıtlara geçmiştir.

Depremler, beklenmedik bir anda ortaya çıkarak insan hayatını tehdit eden travmatik bir yaşam olayıdır (Ceyhan ve Ceyhan 2006). Yaşanan büyük depremlerden sonra insanlar travma ve stres yaşayabilmekte, fiziksel ve psikolojik olarak etkilenmektedir (Öztürk ve Uluşahin 2016). Ülkemizde meydana gelen bu depremler de sadece fiziksel yıkıma yol açmakla kalmayıp aynı zamanda derinlemesine duygusal ve psikolojik etkileri beraberinde getirmiştir (Karakuş 2013). Deprem ve doğal afetler, gerçekleştiği zaman ve sonrasında toplumların hafızasında yer edinir. Doğal afet yaşamış kişilerin, yıllar sonrasında bile olayın etkisinden kurtulamadıkları belirlenmiştir (Alkan 1999). Bir doğal afete tanık olmak, insanları derinden etkileyen, kaygı ve stresle sonuçlanan bir deneyimdir. Başlangıçta normal bir tepki gibi görünen bu tepkiler, zamanla azalmadığında ciddi bir ruh sağlığı sorunu haline gelebilmektedir. Ayrıca doğal afetler can ve mal kaybına neden olduğu gibi toplumu sosyolojik olarak da derinden etkileyen bir yapı oluşturur (Karakuş 2013). Özellikle toplumun en savunmasız kesimleri olan fakirler, yaşlılar, çocuklar ve engelliler gibi grupların temel ihtiyaçlara erişimleri engellenebilir. Ayrıca, afetler bazen toplumsal düzeni bozarak suç oranlarında artışa ve sosyal çatışmalara yol açabilir. Ancak doğal afetlerin etkileri sadece negatif değildir. Toplumda, dayanışma ve yardımlaşma duyguları artar ve afetler, yeni başlangıçlar yapma ve daha dirençli toplumlar oluşturma fırsatı da sunabilir.

Doğal afetlere bireylerin nasıl uyum sağlayabildikleri de araştırmacıların üzerinde durduğu konulardandır. Araştırma sonuçları, doğal afetler ve depremin etkilerinin bireyden bireye değişebildiğini ortaya koymaktadır. Bireylerin deprem sonrasında vermiş olduğu tepkiler, olayın büyüklüğü, kişilik yapıları, toplumsal değerler ve deneyimlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Deprem sonrası en sık karşılaşılan psikolojik tepkiler de; korku, suçluluk, öfke ve kederdir (Nakajima 2012). Bu tepkiler birçok kişide benzerlik göstermesi nedeniyle normal davranış olarak kabul edilmektedir. Normal olmayan tepkiler ise travmatik olayın üstünde uzun zaman geçmiş olmasına rağmen bu davranışların tekrar ortaya çıkmasıdır (Nakajima 2012, Toprak 2023).

Stres, kişilerin yıkıcı ve olumsuz olarak algıladığı ve nitelendirdiği olaylara karşı gösterdikleri içe dönük tepki olarak tanımlanmaktadır (Kara 2009). İnsan psikolojisi ve bedeni stres karşısında zorlanmakta, stres tepkisi göstererek bu yeni duruma uyum sağlamaya çalışmakta ve kişilerin gösterdikleri stres tepkileri kişiden kişiye değişiklik göstermektedir (Topal 2022). Folkman ve Lazarus (1980) stresi bireyin çevreye uyumunu tehlikeye sokan ve mevcut kaynakları zorlayan ya da bireyin sahip olduğu kaynaklarla karşılaştığı durum karşısında baş edebilmesini imkânsız kılan çevre talepleri olarak tanımlamaktadırlar. Lazarus (1976) yaşanan

stresi önleme çabalarında baş etme stratejilerinin önemli bir rolü olduğunu, stresin her zaman dışsal etkilerden kaynaklanmadığını, bireylerin yaralanabilirliği, incinebilirliği ve baş etme yetenekleri gibi bireysel bazı özelliklerine bağlı olduğunu da vurgulamaktadır. Karaca ve Aşkın (1995) başa çıkmayı, insanın kuvvetini aşan, iç ve dış kaynaklı stresi yapılandırmada, zihinsel ve davranışsal çabalar olarak tanımlamaktadırlar. Lazarus (1976) baş etme stratejilerini problem ve duygu odaklı olarak iki boyutta değerlendirmektedir. Problem odaklı baş etmeyi stresli durumun kontrol edilmesi ya da değiştirilmesine yönelik çabaları, duygu odaklı baş etmenin stresin neden olduğu rahatsız olunan duygunun kontrol edilmesi ya da düzenlenmesine yönelik çabaları içermektedir.

Carver ve Scheier (1994) ise baş etme stratejilerini problem odaklı ve duygu odaklı olarak ayırt etmenin oldukça güç olduğunu, çünkü bu iki boyutun birbiri ile etkileşim halinde olduğunu belirtmiştir. Bireylerin stres yaratan etkilere karşı kullandıkları başa çıkma stratejileri kişiden kişiye değişiklik gösterebilmekte ve bireyler farklı başa çıkma stratejileri kullanabilmektedir. Yöndem ve Eren (2008) de bireylerin stres ve travma ile başa çıkmalarına yardımcı olacak standart bir yöntemin olmadığı, bireylerin bazen olumlu yeniden değerlendirme gibi bilişsel çabalarla, bazen yakın çevresindeki bireylerle paylaşım sosyal destek arayarak, bazen de dini baş etme gibi yaratıcı bir güce sığınarak yaşadıkları stresle başa çıkmaya çalıştıklarını belirtmektedir. Bu araştırmada da deprem stresi ile baş etme stratejileri dini baş etme, olumlu yeniden değerlendirme ve sosyal destek arama alt boyutları ile incelenecektir.

Deprem stresi ile baş etme stratejilerinden dini baş etme özellikle travmalar veya felaketler sonrası sıklıkla gözlenen bir tepki biçimidir. İnanç, daha düşük stres ve ruhsal iyilik hali ile ilişkilendirilmektedir. Bala (2021), deprem gibi insanların kendi kontrolü dışındaki felaketlerde Allah'ı bir güç ve destek aynı zamanda da yol gösterici olarak gördüklerini belirtmiştir. Ancak bazen de yaşanan travma sonrası Allah'ı cezalandırıcı olarak görme, kızgınlık gibi tepkilerin psikolojik sağlık açısından olumsuz olduğu vurgulanmaktadır. Ayten ve Sağır (2014) 'ın yapmış olduğu çalışmada hem olumlu hem de olumsuz dini başa çıkmanın depresif eğilimler üzerinde olumlu etkisinin olduğundan bahsedilmektedir. Pargament ve arkadaşları olumlu ve olumsuz dini başa çıkma arasında ayırım yapmaktadır. Olumlu dini başa çıkma, manevi psikolojik doyuma, manevi desteğe, dini arınmaya ve dini bağışlamaya yol açarken olumsuz dini başa çıkma, cezalandırıcı bir din algısı (Tanrı'dan gelen ceza), manevi hoşnutsuzluk (ilahi varlıkların varlığını ve duygusunu sorgulama) ile ilişkilidir (Pargament ve diğ. 1990).

Deprem stresi ile başa etme stratejilerinden olumlu yeniden değerlendirme literatürde yaygın olarak gözlenen ve psikolojik iyilik hali ile ilişkilendirilen bir boyuttur. Olumlu yeniden değerlendirme, yaşanan olumsuz olayın ardından kişinin olayın olumlu taraflarını araştırması ve olumlu tarafa odaklanmakla ilgili düşüncelerdir. Yaşanılan olumsuz deneyime pozitif bir anlam yüklenmesi ve olumsuz deneyimin bireyin gelişimine katkı sağlayacak fırsat olarak değerlendirilmesidir.

Deprem stresi ile baş etme stratejilerinden sosyal desteğin, bireylerin kendilerini iyi hissetme ve sorunların çözümüne katkı sağlayan önemli bir araç olduğu belirtilmektedir. Zorlu durumlarda baş edebilmek için bireylere olumlu bir yol gösterici olan sosyal destek, bireylerin hayatta kalmasını sağlayan, etkileşim ortamları veya sosyal çevresindeki faktörler olarak tanımlanmaktadır (Truxillo ve diğ. 2012). Literatürde, sosyal desteğin bireyin iyilik haline etki ettiği ve felaket anlarında iyileştirici ve güçlendirici özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Demirel ve Yücel 2017, Abay ve Abay Çelik 2023).

Asrın felaketi olarak kayıtlara geçen Kahramanmaraş depremleri gerek etkilediği bölgenin büyüklüğü, gerekse ölüm, yaralanma ve yıkım oranının fazlalığı nedeni ile toplumsal bir travmaya neden olmuştur. Dolayısıyla böyle bir felaket sonrası sadece depremden birincil derecede etkilenmiş bireylerin değil genel olarak bütün toplumun bu stresi yaşadığı ve bu durum ile baş etme çabalarının olduğu düşünülebilir. Bu araştırmada, Kahramanmaraş

depremlerinden doğrudan etkilenen bireylerin deprem stresi ile baş etme yolları ve baş etme yollarının hangi sosyodemografik değişkenlerle ilişkili olduğu incelenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1) Örneklem ve Verilerin Toplaması

Bu çalışma, 6 Şubat 2023'te gerçekleşen Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından bireylerin yaşadığı deprem stresi ile baş etme stratejilerini araştırmak üzere nicel bir metodoloji kullanılarak kurgulanmıştır. Araştırma, deprem sonrası stresle başa çıkma stratejilerini değerlendirmek üzere tasarlanmış olup, ilgili müdahale ve destek programlarının geliştirilmesine yönelik ampirik veriler sunmayı hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda, araştırmanın verileri basit rastgele örneklem yöntemi ile afetin etkilediği 10 bölgede (Kahramanmaraş, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Hatay, Elâzığ) ikamet eden, depremden doğrudan etkilenmiş, 18 yaş üstü bireylerle yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda toplanmıştır. Toplam 402 katılımcı ile görüşülmüş olup, 40 katılımcı görüşmeyi yarıda keserek devam etmek istememiştir. Kalan 362 katılımcının verisi ayrıntılı olarak incelenmiş olup, 33 katılımcıya ait verilerin eksik olduğu tespit edilmiş ve analize dâhil edilmemiştir. Son incelemede toplam 329 katılımcının verisinin tam olduğu görülmüş ve analiz edilmiştir.

Örneklem oluşturulurken, çok değişkenli analizlerin birçoğunda kullanılan denek sayısının uygulanan ölçek madde sayısının en az 5 katı olması gerektiği (Altunışık ve diğ. 2005) ya da denek sayısının ölçekteki madde sayısının 10 katı olmasının daha kabul edilebilir bir oran olduğu vurgulanmaktadır (Hair ve diğ. 1998). Bu araştırmada kullanılan ölçek 3 alt boyutu kapsayacak şekilde toplam 16 maddeden oluşmaktadır. Buna göre, ölçek madde sayısının 10 katından çok daha fazla olan 329 kişilik örneklem grubu araştırma için yeterli görülmektedir.

Depremzedelerle yüz yüze görüşmelere başlamadan önce Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonunda izin alınmış ve tüm katılımcılara onam formu imzalatılmıştır. Depremden etkilenen bireylerle görüşmeler yapılırken, Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın deprem bölgesinde görevlendirdiği aile sosyal destek uzmanlarında destek alınmıştır. Gönüllü olarak destek vermeyi kabul eden uzmanlar önce araştırma ve anket formu hakkında bilgilendirilmiştir. Sonrasında da etik kurallara dikkat ederek araştırmanın yürütülmesine destek olmuşlardır. Araştırmaya dâhil olmayı kabul eden gönüllülerle yapılan görüşmeler Eylül-Kasım 2023 tarihleri arasında yaklaşık 3 ay süreyle devam etmiş ve Aralık 2023'te tamamlanmıştır.

2.2) Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket kullanılmıştır. Anket formunun birinci bölümünde katılımcıların sosyodemografik özellikleri ve deprem deneyimlerine ilişkin sorulardan oluşan kişisel bilgi formu yer almaktadır. İkinci bölümde ise, katılımcıların deprem stresi ile baş etme stratejilerini belirlemek amacıyla "deprem stresi ile baş etme stratejileri ölçeği" kullanılmıştır.

Kişisel Bilgi Formu: Araştırmacılar tarafından literatürden faydalanarak hazırlanan bu formda bireylere cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, gelir düzeyi, medeni durum, çocuk sahibi olma durumu vb. sosyodemografik özellikleri içeren sorular ile deprem deneyimine ilişkin deprem yaşanan il, deprem esnasında yalnız olup olmama durumu, deprem sonrası yaşanan evin hasar kaydı durumu, göçük altında kalma durumu vb. sorular sorulmuştur.

Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri Ölçeği: Yöndem ve Eren (2008) tarafından geliştirilen ölçek, bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerini ölçmektedir. Ölçek, Dini Baş Etme (2-8-9-10-11), Olumlu Yeniden Değerlendirme (5-12-13-14-15-16), Sosyal Destek Arama (1-3-4-6-7) olmak üzere 3 alt boyuttan oluşmaktadır. Beş maddeden oluşan Dini Baş Etme alt boyutunda "Kendimi Allah'a emanet ederim", "Dua ederek rahatlamaya çalışırım" gibi ifadeler

yer almaktadır. Altı maddeden oluşan Olumlu Yeniden Değerlendirme alt boyutunda “Depremle ilgili bütün olumsuzluklara rağmen mücadele ederim”, “Olanları birer deneyim olarak kabul ederim” gibi ifadeler yer almaktadır. Son alt boyut olan ve beş maddeden oluşan Sosyal Destek Arama alt boyutunda ise “Yaşadıklarımı ailem ya da yakın arkadaşlarımla paylaşıyorum”, “Bu sorunla daha iyi baş edebilen birileriyle konuşurum” gibi ifadeler yer almaktadır. 4'lü Likert tipteki ölçek; Her zaman 4/ Çoğunlukla 3/ Bazen 2/ Hiç 1 şeklinde puanlanmaktadır. Ölçek puanlaması alt boyutlara göre yapılmaktadır. Ölçekten toplam puan hesaplaması yapılmamaktadır. Dini baş etme alt boyutu toplam 5 maddeden oluşmakta ve en düşük 5 en yüksek 20 puan alınabilmektedir. Olumlu yeniden değerlendirme alt boyutu toplam 6 maddeden oluşmakta ve en düşük 6 en yüksek 24 puan alınabilmektedir. Sosyal destek arama alt boyutu toplam 5 maddeden oluşmakta (3. ve 7. madde ters puanlanmaktadır) ve en düşük 5 en yüksek 20 puan alınabilmektedir. Puanların yüksekliği söz konusu baş etme stratejisini daha fazla kullandığını yansıtmaktadır. Yöndem ve Eren (2008) çalışmalarında ölçeğin Cronbach's alpha katsayısını Dini Baş Etme, Olumlu Yeniden Değerlendirme, Sosyal Destek Arama alt boyutları için sırayla $\alpha=0.85$, $\alpha=0.69$ ve $\alpha=0.74$ olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada ise Cronbach's alpha güvenilirlik katsayısı alt boyutlar için sırayla $\alpha=0.86$, $\alpha=0.84$ ve $\alpha=0.62$ olarak bulunmuştur.

2.3) Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 20 paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Çalışma verileri değerlendirilirken frekans dağılımı (sayı, yüzde) ve tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma) verilmiştir. Sonucun güvenilir olup olmadığına Cronbach's alpha (α) değerine bakılarak karar verilmiştir. Verilerin fark analizine başlamadan önce verilerin normal dağılıp dağılmadığını test etmek için Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır. Test sonucuna göre p değeri 0.012 olarak hesaplanmış ve bu değer anlamlı olduğundan verilerin normal dağılıp dağılmadığına test sonucundaki çarpıklık ve basıklık değerleri incelenerek karar verilmiştir. Test sonucundaki çarpıklık (0.038) ve basıklık değeri (-0.592) +1.5 ile -1.5 arasında olduğundan verilerin normal dağıldığı kabul edilmiştir (Tabachnick ve Fidell 2013). İki bağımsız örneklemin ortalamalarını karşılaştırmak için, Bağımsız Örneklem t Testi ikiden fazla bağımsız örneklem arasındaki ortalamaları karşılaştırmak için ise One Way ANOVA testi, çoklu grupların ileri analizleri için örneklem sayılarının eşit olduğu durumlarda Tukey, eşit olmadığı durumlarda Bonferroni testi uygulanmıştır (Tukey 1949, Miller 1969). Analizlerde $p<0.05$ anlamlı olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmanın bulguları aşağıda verilmiştir.

3.1) Deprem Stresi İle Baş Etme Stratejileri Ölçeğine İlişkin Bulgular

Deprem stresi ile baş etme stratejileri ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcıların dini baş etme puan ortalamaları (min:5;Max:20) 15.37 ± 3.70 , olumlu yeniden değerlendirme puan ortalamaları (min:6;Max:24) 18.39 ± 3.81 ve sosyal destek arama puan ortalamaları (min:5;Max:20) 12.75 ± 2.52 olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Deprem Stresi ile Baş Etme Ölçeği Minimum ve Maksimum Puan (Min.P., Max.P.) Ortalama (Ort.) ve Standart Sapma (S.s) değerleri sonuçları
Table 1: Earthquake Stress Coping Scale Minimum and Maximum Score (Min.P., Max.P.), Mean (Ort.) and Standard Deviation (S.s) values results

Deprem Stresi ile Baş Etme Ölçeği	N	Min.P.	Max.P.	Ort.	S.s
Dini Baş Etme	329	5	20	15.37	3.70
Olumlu Yeniden Değerlendirme	329	6	24	18.39	3.81
Sosyal Destek Arama	329	5	20	12.75	2.52

3.2) Sosyodemografik Değişkenlere İlişkin Bulgular

Katılımcıların sosyodemografik değişkenlere göre dağılımları incelendiğinde, %51.7'si kadın, %50.2'si 18-35 yaş aralığında, %51.4'ü üniversite mezunu, %30.4'ü memur olarak görev yapmakta, %71.4'ü gelirlerini orta ve üzeri olarak algılamakta, %66.0'sı evli ve %62.3'ü çocuk sahibi ve %74.2'si şehir merkezinde yaşamaktadır (Tablo 2).

Tablo 2: Katılımcıların sosyodemografik değişkenlere göre dağılımları
Table 2: Distribution of participants according to socio-demographic variables

		N	%
Cinsiyet	Erkek	159	49.3
	Kadın	170	51.7
Yaş Grubu	18-35	165	50.2
	36-49	129	39.2
	50 ve üzeri	35	10.6
Eğitim Durumu	İlkokul mezunu ve daha az	62	18.8
	Lise mezunu	68	20.7
	Üniversite mezunu	169	51.4
	Yüksek lisans mezunu ve daha fazla	30	9.1
Meslek	Ev hanımı	62	18.8
	Öğrenci	24	7.3
	Memur	100	30.4
	İşçi	67	20.4
	Serbest meslek	53	16.1
	Emekli	6	1.8
Algılanan gelir düzeyi	Çalışmıyor	17	5.2
	Düşük	94	28.6
Medeni durum	Orta ve üzeri	235	71.4
	Evli	217	66.0
Çocuk sahibi olma durumu	Bekar	112	34.0
	Evet	205	62.3
Yaşlı/Engelli bakmakla yükümlü olma durumu	Hayır	124	37.7
	Evet	39	11.9
Yerleşim alanı	Hayır	290	88.1
	Şehir	244	74.2
	İlçe	68	20.7
Toplam	Köy	17	5.1
		329	100.0

3.3) Deprem Deneyimine İlişkin Bulgular

Katılımcıların deprem deneyimine ilişkin bilgileri incelendiğinde, depremin yaşandığı illerden en çok katılımcı %25.8 ile Adıyaman'dan, %21.9 ile Hatay'dan ve %16.4 ile de Gaziantep'ten olmuştur. Katılımcıların %73,9'nun ilk afet/deprem deneyimidir. Katılımcıların %90.9'u deprem esnasında yalnız olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların %32.5'inin evi hafif hasarlı iken %30.7'sinin evi ağır hasarlıdır (Tablo 3).

Katılımcıların %94.5'i göçük altında kalmadığını, %81.8'i de aile bireylerinden herhangi birinin göçük altında kalmadığını belirtmiştir. Katılımcıların %49.8'i depremde bir yakınını kaybettiğini belirtirken, %50.2'si yakınlarından birini kaybetmediklerini belirtmişlerdir. Deprem sonrasında sosyal yardım ve destek aldığını belirtenler %43.8 iken destek almadıklarını belirtenler %56.2'dir. Katılımcıların %86.0'ı deprem sonrasında psikososyal destek almadığını belirtmiştir. Katılımcıların %32.2'si depremden sonra şehir dışına çıkmış, %27.1'i de akraba evinde kalmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Katılımcıların deprem deneyimine ilişkin bilgiler
Table 3: Information on participants' earthquake experience

		N	%
Deprem yaşadığınız il	Kahramanmaraş	17	5.2
	Hatay	72	21.9
	Elazığ	3	0.9
	Diyarbakır	5	1.5
	Adana	13	4.0
	Osmaniye	48	14.6
	Şanlıurfa	8	2.4
	Adıyaman	85	25.8
	Gaziantep	54	16.4
Bu yaşadığınız ilk afet/deprem deneyimi miydi?	Evet	243	73.9
	Hayır	86	26.1
Deprem esnasında tek miydiniz?	Evet	30	9.1
	Hayır	299	90.9
Depremden sonra evinizde hasar kaydı oldu mu?	Hafif hasar	107	32.5
	Orta hasar	41	12.5
	Ağır hasar	101	30.7
	Evim yıkıldı	46	14.0
	Hasar kaydı yok	34	10.3
Depremde göçük altında kaldınız mı?	Evet	18	5.5
	Hayır	311	94.5
Aile bireylerinizden göçük altında kalan oldu mu?	Evet	60	18.2
	Hayır	269	81.8
Depremde bir yakınınızı kaybettiniz mi?	Evet	164	49.8
	Hayır	165	50.2
Evet ise, Lütfen belirtiniz			
Deprem sonrasında sosyal yardım veya destek aldınız mı?	Evet	144	43.8
	Hayır	185	56.2
Depremden sonra sosyoekonomik destekler size göre yeterli miydi?	Evet	75	22.8
	Hayır	254	77.2
Depremden sonra psikososyal destek aldınız mı?	Evet	46	14.0
	Hayır	283	86.0
Depremden sonra nerde kaldınız?	Kendi evimde	44	13.4
	Akrabalarımın evinde	89	27.1
	Arkadaşlarımın evinde	11	3.3
	Sosyal destek kurumlarının tahsis ettiği yerlerde	40	12.2
	Çadırkentte	39	11.9
	Şehir dışına çıktım	106	32.2
Toplam		329	100.0

3.4) Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri ve Sosyodemografik Değişkenler Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejileri ve sosyodemografik değişkenler arasındaki ilişki bağımsız örneklem t testi ve ANOVA testi ile incelenmiştir. Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerinden dini baş etme ile sosyodemografik değişkenler arasındaki ilişki incelendiğinde; dini baş etme alt boyutu puan ortalaması, yaş grubu, medeni durum, çocuk sahibi olma durumu, eğitim durumu ve algılanan gelir durumu değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p < 0.05$). Buna göre 36-49 yaş grubundakilerin puan ortalaması (16.17 ± 3.58), 18-36 yaş grubundakilerin puan ortalamasından (14.84 ± 3.73) daha fazla bulunmuştur. Ek olarak, dini baş etme stratejisi; medeni duruma, çocuk sahibi olma durumuna, eğitim durumuna ve algılanan gelir durumuna göre değişmekte ve evlilerin puan ortalaması (15.88 ± 3.56), bekarların puan ortalamasından (14.40 ± 3.78), çocuk sahibi olanların puan ortalaması (16.00 ± 3.50), çocuk sahibi olmayanların puan ortalamasından (14.34 ± 3.79), ilkökul va daha az eğitim alanların puan ortalaması (17.29 ± 2.43), üniversite ve üstü eğitim alanların puan ortalamasından (14.56 ± 3.49), gelirini düşük olarak algılayanların puan ortalaması (16.59 ± 3.62), orta ve üstü algılayanların puan ortalamasından (14.89 ± 3.62) daha

yüksek bulunmuştur. Dini baş etme alt boyutu puan ortalaması, cinsiyet, yerleşim alanı ve yaşlı/engelli bakımı durumu değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 4).

Tablo 4: Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejileri ve sosyodemografik değişkenler arasındaki ilişki (bağımsız örneklem T Testi ve Anova Testi sonuçları)

Table 4: Relationship between individuals' coping strategies with earthquake stress and socio-demographic variables (Independent sample T Test and ANOVA Test results)

	Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri											
	Dini Baş Etme				Olumlu Yeniden Değerlendirme				Sosyal Destek Arama			
	Ort ± Ss	Test	sd	P	Ort ± Ss	Test	sd	P	Ort ± Ss	Test	sd	P
1.Cinsiyet												
Kadın	15.57±3.48				17.76±3.82				12.91±2.62			
Erkek	15.17±3.92	0.966 ^t	327	0.337	19.07±3.68	-3.158 ^t	327	0.002*	12.58±2.41	1.193 ^t	327	0.232
2.Yaş Grubu												
18-35 yaş	14.84±3.73 ^b				17.81±3.82 ^b		2		12.46±2.71 ^b			
36-49 yaş	16.17±3.58 ^a		2		19.74±3.40 ^a		326		12.92±2.33		2	
50 yaş ve üzeri	15.00±3.58 ^a	4.981 ^F	326	0.007*	16.20±3.54 ^b	17.373 ^F	328	0.000*	13.51±2.10 ^a	2.967 ^F	326	0.053*
			328								328	
3.Medeni Durum												
Evlü	15.88±3.56				18.57±3.92				13.13±2.32			
Bekar	14.40±3.78	3.647 ^t	327	0.001*	18.06±3.57	1.556 ^t	327	0.238	12.02±2.78	3.230 ^t	327	0.000*
4.Eğitim Durumu												
İlkokul												
Mezunu ve Daha Az	17.29±2.43				17.98±3.98				12.80±2.38			
Lise	16.23±3.64		3		18.75±4.53		3		12.14±2.63		3	
Üniversite	14.47±3.82	11.540 ^F	325	0.000*	18.40±3.35	0.435 ^F	325	0.728	12.83±2.50	1.748 ^F	325	0.157
Yüksek lisans ve Daha Fazla	14.56±3.49		328		18.40±4.20		328		12.75±2.60		328	
5.Meslek												
Ev hanımı	17.04±2.95 ^a				18.00±4.19				12.95±2.34			
Öğrenci	14.70±3.91				17.54±4.39				12.05±2.80			
Memur	14.03±3.76 ^b		6		18.33±3.16		6		13.47±2.43 ^b		6	
İşçi	16.26±3.50 ^a	6.709 ^F	322	0.000*	19.29±3.81	1.476 ^F	322	0.186	12.13±2.41	3.963 ^F	322	0.001*
Serbest meslek	14.71±3.58 ^b		328		18.73±3.77		328		12.58±2.45		328	
Emekli	14.33±4.45				16.16±3.12				14.33±2.16 ^a			
Çalışmıyor	17.11±2.86 ^a				17.64±4.88				11.29±2.59			
6.Algılanan Gelir												
Düşük	16.59±3.62				18.91±3.99				12.06±2.46			
Orta ve üzeri	14.89±3.62	3.871 ^t	327	0.000*	18.19±3.77	1.535 ^t	327	0.120	13.03±2.50	-3.157 ^t	327	0.002*
7.Yerleşim Alanı												
Şehir	15.40±3.76		2		18.51±3.92		2		12.65±2.56		2	
İlçe	15.07±3.24	0.633 ^F	326	0.532	17.88±3.46	0.836 ^F	326	0.434	13.16±2.47	1.099 ^F	326	0.334
Köy	16.17±4.48		328		18.82±3.50		328		12.64±2.11		328	
8.Çocuk Sahibi Olma Durumu												
Var	16.00±3.50				18.58±3.84				13.02±2.38			
Yok	14.34±3.79	3.947 ^t	327	0.000*	18.01±3.75	1.153 ^t	327	0.250	12.31±2.70	2.411 ^t	327	0.017*
9.Yaşlı/Engelli Bakımı Durumu												
Evet	16.25±3.09				19.02±3.78				12.89±2.49			
Hayır	15.26±3.76	1.833 ^t	327	0.114	18.31±3.81	1.103	327	0.275	11.74±2.61	-2.593 ^t	327	0.008*

F:One-way ANOVA testi, t:bağımsız örneklem t testi *, $p<0,05$ a,b: grupların ortalamaları arasındaki farklılıkları gösterir (a=en yüksek yüzde).

Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerinden olumlu yeniden değerlendirme ile sosyodemografik değişkenler arasındaki ilişki incelendiğinde, olumlu yeniden değerlendirme puan ortalaması, cinsiyet ve yaş grubu değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Buna göre, erkeklerin puan ortalaması (19.07±3.68), kadınların puan ortalamasından (17.76±3.82), 36-49 yaş grubundakilerin puan ortalaması (19.74±3.40), hem 18-35 yaş grubundakilerin puan ortalamasından (17.81±3.82) hem de 50 yaş üzerindeki puan ortalamasından (16.20±3.54) daha yüksek bulunmuştur. Olumlu yeniden değerlendirme alt boyutu puan ortalaması diğer değişkenlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 4).

Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerinden sosyal destek arama ile sosyodemografik değişkenler arasındaki ilişki incelendiğinde, sosyal destek arama alt boyutu puan ortalaması, yaş grubu, medeni durum, çocuk sahibi olma durumu, meslek, algılanan gelir durumu ve yaşlı/engelli bakımı durumu değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Buna göre, 50 ve üzeri yaştakilerin puan ortalaması (13.51 ± 2.10), 18-35 yaş grubundakilerin puan ortalamasından (12.46 ± 2.71), evlilerin puan ortalaması (13.13 ± 2.32), bekarların puan ortalamasından (12.02 ± 2.78), çocuk sahibi olanların puan ortalaması (13.02 ± 2.38), çocuk sahibi olmayanların puan ortalamasından (12.31 ± 2.70), gelirini orta ve üstü olarak algılayanların puan ortalaması (13.03 ± 2.50), düşük algılayanların puan ortalamasından (12.06 ± 2.46), bir yaşlı ve engelliye bakanların puan ortalaması (12.89 ± 2.49), bir yaşlı ve engelliye bakmayanların puan ortalamasından (11.74 ± 2.61) daha fazla bulunmuştur. Deprem stresi ile baş etme stratejilerinden sosyal destek arama alt boyutu puan ortalaması, cinsiyet, eğitim durumu, yerleşim alanı değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 4).

3.5) Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri ve Deprem Deneyimi Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejileri ve deprem deneyimi arasındaki ilişki bağımsız örneklem t testi ve anova testi ile incelenmiştir. Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerinden dini baş etme ile deprem deneyimi değişkenleri arasındaki ilişki incelendiğinde, dini baş etme alt boyutu puan ortalaması, bireylerin deprem esnasında yalnız olma durumu, aile bireylerinin göçük altında kalma durumu, deprem sonrası sosyal yardım/destekleri yeterli bulma durumu ve deprem sonrası kalınan yer değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Buna göre, deprem esnasında evde yalnız olmayanların puan ortalaması (15.52 ± 3.67) yalnız olanların puan ortalamasından (13.90 ± 3.69), aile bireyleri göçük altında kalanların puan ortalaması (16.69 ± 3.33) kalmayanların puan ortalamasından (15.10 ± 3.72), deprem sonrası sosyo ekonomik destekleri yeterli bulanların puan ortalaması (16.42 ± 3.62) yeterli bulmayanların puan ortalamasından (15.07 ± 3.67) ve deprem sonrasında akraba evinde kalanların puan ortalaması (16.29 ± 2.92) şehir dışına çıkanların puan ortalamasından (14.52 ± 3.77) daha fazla bulunmuştur. Dini baş etme alt boyutu puan ortalamaları deprem deneyimine ait diğer değişkenlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 5).

Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerinden olumlu yeniden değerlendirme ile deprem deneyimi değişkenleri arasındaki ilişki incelendiğinde; olumlu yeniden değerlendirme alt boyutu puan ortalaması, deprem yaşanan il, aile bireylerinin göçük altında kalma durumu, deprem sonrası sosyo-ekonomik destekleri yeterli bulma durumu, psikososyal destek alma durumu ve deprem sonrası kalınan yer değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Buna göre Şanlıurfa'da deprem yaşayanların puan ortalaması (22.50 ± 2.39) Kahramanmaraş (13.00 ± 2.87), Adıyaman (17.89 ± 3.99), Gaziantep (18.77 ± 3.37) ve Hatay (17.79 ± 4.00)'da deprem yaşayanların puan ortalamasından; aile bireyleri göçük altında kalanların puan ortalaması (19.31 ± 3.86) göçük altında kalmayanların puan ortalamasından (18.19 ± 3.77); deprem sonrası sosyo-ekonomik destekleri yeterli bulanların puan ortalaması (19.58 ± 3.32) yeterli bulmayanların puan ortalamasından (18.04 ± 3.88); psiko-sosyal destek alanların puan ortalaması (18.60 ± 3.80) almayanların puan ortalamasından (17.13 ± 3.66); deprem sonrasında kendi evinde kalanların puan ortalaması (20.29 ± 3.20) sosyal destek kurumlarının tahsis ettiği yerlerde kalanların puan ortalamasından (17.05 ± 4.11), çadırkentte yaşayanların puan ortalamasından (17.92 ± 3.83) ve şehir dışına çıkanların puan ortalamasından (17.66 ± 3.64) daha fazla bulunmuştur. Olumlu yeniden değerlendirme alt boyutu puan ortalaması, deprem deneyimine ait diğer değişkenlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 5).

Tablo 5: Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejileri ve deprem deneyimi değişkenleri arasındaki ilişki (Bağımsız örneklem T Testi ve Anova Testi sonuçları)

Table 5: Relationship between individuals' strategies to cope with earthquake stress and earthquake experience variables (Independent sample T Test and ANOVA Test results)

	Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri											
	Dini Baş Etme				Olumlu Yeniden Değerlendirme				Sosyal Destek Arama			
	Ort ± Ss	Test	sd	P	Ort ± Ss	Test	sd	P	Ort ± Ss	Test	sd	P
1. Deprem yaşanan il												
Kahramanmaraş	14.88±2.49				17.70±3.34 ^b				13.00±2.87			
Diyarbakır	14.20±3.56				19.20±3.70				14.00±1.57			
Adana	14.61±2.75				18.46±3.82				13.15±1.59			
Osmaniye	15.20±3.88				19.14±3.63				12.14±2.58			
Şanlıurfa	18.12±3.35	1.153 ^F	9	0.325	22.50±2.39 ^a	1.857 ^F	9	0.058*	13.12±1.80	1.170 ^F	9	0.314
Adıyaman	16.01±3.98		319		17.89±3.99 ^b		319		12.61±2.45		319	
Gaziantep	15.24±3.08		328		18.77±3.37 ^b		328		13.38±2.31		328	
Malatya	14.41±4.52				18.75±3.96				12.62±2.99			
Hatay	15.18±3.75				17.79±4.00 ^b				12.56±2.66			
Elazığ	16.00±2.64				17.00±3.46				14.66±1.52			
2. Deprem deneyiminin ilk kez yaşanma durumu												
Evet	15.51±3.73				18.32±3.85				12.75±2.49			
Hayır	14.98±3.61	2.160 ^t	327	0.248	18.61±3.71	-0.627 ^t	327	0.531	12.76±2.65	-0.045 ^t	327	0.965
3. Deprem esnasında yalnız olma durumu												
Evet	13.90±3.69				18.26±3.43				12.40±2.11			
Hayır	15.52±3.67	-2.300 ^t	327	0.028*	18.41±3.85	-0.217 ^t	327	0.829	12.79±2.56	-0.951 ^t	327	0.348
4. Hasar kaydı durumu												
Hafif hasar	15.30±3.95				18.88±3.48				12.81±2.43			
Orta hasar	15.78±3.35		4		18.63±3.94		4		13.58±2.26 ^a		4	
Ağır hasar	15.06±3.73	2.219 ^F	324	0.067	17.49±4.05	2.115 ^F	324	0.079	12.22±2.93 ^b	2.619 ^F	324	0.035*
Evim yıkıldı	14.71±3.48		328		18.82±3.68		328		13.17±2.19		328	
Hasar kaydı yok	16.94±3.17				18.67±3.89				12.58±1.92			
5. Depremde göçük altında kalma durumu												
Evet	15.66±3.80				18.22±3.85				12.83±1.97			
Hayır	15.36±3.70	0.329 ^t	327	0.745	18.40±3.81	-0.199 ^t	327	0.844	12.75±2.56	0.166 ^t	327	0.870
6. Aile bireylerinin göçük altında kalma durumu												
Evet	16.63±3.33				19.31±3.86				12.31±2.28			
Hayır	15.10±3.72	3.149 ^t	327	0.002*	18.19±3.77	2.042 ^t	327	0.039*	12.85±2.57	-1.613 ^t	327	0.110
7. Depremde bir yakını kaybetme durumu												
Evet	15.75±3.58				18.19±4.19				12.42±2.64			
Hayır	15.00±3.79	1.844 ^t	327	0.066	18.60±3.38	-0.962 ^t	327	0.337	13.08±2.36	-2.375 ^t	327	0.018*
8. Deprem sonrası sosyal yardım veya destek alma durumu												
Evet	15.56±3.83				18.67±3.71				12.91±2.72			
Hayır	15.23±3.59	0.812 ^t	327	0.414	18.18±3.88	1.163 ^t	327	0.248	12.63±2.36	0.994 ^t	327	0.321
9. Depremden sonra sosyoekonomik destekleri yeterli görme												
Evet	16.42±3.62				19.58±3.32				13.25±2.59			
Hayır	15.07±3.67	2.839 ^t	327	0.005*	18.04±3.88	3.388 ^t	327	0.001*	12.61±2.49	1.902 ^t	327	0.060*
10. Depremden sonra psikososyal destek alma durumu												
Evet	15.32±3.77				18.60±3.80				12.93±2.83			
Hayır	15.38±3.69	-0.106 ^t	327	0.917	17.13±3.66	-2.449 ^t	327	0.014*	12.72±2.47	0.514 ^t	327	0.643
11. Depremden sonra kalınan yer												
Kendi evimde	15.88±3.76				20.29±3.20 ^a				13.29±1.94			
Akrabalarımın evinde	16.29±2.92 ^a				19.00±3.83				12.69±2.58			
Arkadaşlarımın evinde	14.00±3.16				19.63±2.76				12.90±2.62			
Sosyal destek kurumlarının tahsis ettiği yerlerde	14.40±4.05	4.046 ^F	5	0.001*	17.05±4.11 ^b	5.062 ^F	5	0.000*	12.57±2.36	0.850 ^F	5	0.515
Çadır kentte	16.43±4.10		323		17.92±3.83 ^b		323		12.20±2.83		323	
Şehir dışına çıktım	14.52±3.77 ^b		328		17.66±3.64 ^b		328		12.83±2.63		328	

F:One-way ANOVA testi, t:bağımsız örneklem t testi *:p<0,05 a,b: grupların ortalamaları arasındaki farklılıkları gösterir (a=en yüksek yüzde).

Bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejilerinden sosyal destek arama ile deprem deneyimi değişkenleri arasındaki ilişki incelendiğinde, sosyal destek arama alt boyutu puan ortalaması, deprem sonrasında evde hasar kaydı olma durumu, depremde bir yakını kaybetme durumu ve deprem sonrası sosyal yardım/destekleri yeterli bulma durumu değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir (p<0.05). Buna göre, deprem sonrasında evinde orta

hasar olanların puan ortalaması (13.58±2.26), ağır hasar olanların puan ortalamasından (12.22±2.93), depremde yakınıni kaybetmeyenlerin puan ortalaması (13.08±2.36) kaybedenlerin puan ortalamasından (12.42±2.64), deprem sonrası sosyo-ekonomik destekleri yeterli bulanların puan ortalaması (13.25±2.59) yeterli bulmayanların puan ortalamasından (12.61±2.49) daha fazla bulunmuştur. Sosyal destek arama alt boyutu puan ortalaması, deprem deneyimine ait diğer değişkenlere göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 5).

4. TARTIŞMA

Ülkemizi derinden sarsan 6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinden doğrudan etkilenmiş olan bireylerin başa çıkma stratejileri olarak dini baş etme, olumlu yeniden değerlendirme ve sosyal destek arama stratejilerinin üçünü de kullandıkları görülmektedir. Katılımcıların aldığı ortalama puanlar ve maksimum değerler dikkate alındığında, dini baş etme ve olumlu değerlendirme puan ortalamalarının oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Sosyal destek arama puan ortalaması da nispeten yüksek olmasına rağmen diğer alt boyutlara göre daha düşüktür.

Araştırma sonuçları literatürle uyumlu olarak, afet gibi stresli ve sıkıntılı olaylarda bireylerin stresle mücadelede dinî başa çıkma tutumları kullanabildiğini göstermektedir. Kula (2002)'nin de çalışmasında bahsettiği gibi afetler, hastalık, ölüm gibi olaylarla başa çıkmada din, önemli bir "başa çıkma" aracı olarak kullanılmaktadır. Kahramanmaraş depremini yaşayan bireylerle yürütülen iki farklı çalışmada da dini baş etme alt boyutu puan ortalamaları yüksek bulunmuştur (Tosun 2023, Aloğlu ve Güllü 2024). Uğur ve diğ. (2021)'in çalışmasında da dini baş etme ve olumlu yeniden değerlendirme puan ortalamaları sosyal destek arama puan ortalamasına göre daha yüksektir. Baş etme yöntemi olarak dinî inançlar, zor yaşam olayları karşısında insanlara sığınılacak bir liman olabilmekte ve o an yaşanan çaresizlik ve korku duygularına dayanma gücünü artırabilmektedir. Eğer birey kendisini seven ve koruyacak bir güce inanıyorsa bu algıları, yaşadığı olayla başa çıkmasına yardım edebilmektedir (Güler 2010). Stresle başa çıkmada dini başa çıkmanın etkili olmasında, kader anlayışının da etkili olabileceği düşünülmektedir. Ölçek sorularında yer alan "Ölümden kaçılmaz diye düşünürüm" ve "Alın yazısına ve bunun değişmeyeceğine inanırım" ifadeleri tam olarak da kader inancıyla örtüşmektedir. Zira kader inancı önemli ölçüde psikoterapik işlevselliği olan tevekkül, ümit etme, Allah'ın takdirine rıza gösterme ve stresli durumlarda Allah'a sığınma gibi aktiviteleri içinde barındıran bir olgudur. Dinî başa çıkma bireyin doğasında olan bir gerçekliktir. Fakat, Başgöl ve Biray (2023)'ün kadınların deprem stresi ile baş etme stratejilerini inceledikleri araştırmada kadınların kullandıkları stratejiler sırayla olumlu yeniden değerlendirme, sosyal destek arama ve dini baş etme olarak saptanmıştır. Bu farklılığın nedeninin örneklem farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Yaşanılan olumsuz bir olayın olumlu taraflarına odaklanma düşüncesi olarak ele aldığımız olumlu yeniden değerlendirmenin deprem stresi ile başa çıkmayı kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Ölçek sorularında yer alan "Olumlu düşünmeye çalışırım" ve "Yaşam hakkında daha iyimser olmaya çalışırım" ifadeleri katılımcılarda yaşanan olayla ilgili olumlu anlamlar yaratma, umut, iyi oluş gibi pozitif kaynakların varlığına işaret etmektedir. Olumlu yeniden değerlendirme literatürde yaygın olarak gözlenen ve genellikle psikolojik iyilik hali ile ilişkilendirilen bir boyuttur. Problemin varlığını kabul edip aklıdan çıkarma çabaları başlangıçta duygu odaklı yaklaşımlardan uzaklaşma olarak adlandırılmıştır. Fakat stres kaynağını değiştirmenin mümkün olmadığı deprem gibi durumlarda bilişsel olarak uzaklaşma olumlu etki yaratabilmektedir (Folkman ve Lazarus 1980). Sosyal destek arama baş etme stratejisi de literatürde duygu odaklı olarak ele alınan bir baş etme yaklaşımı olarak geçse de daha çok olumlu psikolojik sonuçlar ve iyilik hali ile ilişkilendirilmektedir (Demirel ve Yücel 2017, Abay ve Abay Çelik 2023). Sosyal destek, kişinin başa çıkma sürecini olumlu etkileyen bir süreç olmasına rağmen bu çalışmada din ve olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejilerine göre ölçek puan ortalamasının daha düşük olması depremin büyüklüğü ile ilişkilendirilebilir. Birçok kişinin aile, akraba ve arkadaşlarından çok sayıda kayıp yaşaması, sosyal desteğe

ulaşım imkânlarının zorlaşması gibi nedenlerden dolayı sosyal destek arama baş etme stratejisi diğerlerine göre görece daha az kullanılmış olabilir.

Deprem stresi ile baş etme yollarının hangi sosyodemografik değişkenlerle ilişkili olduğu incelendiğinde, yaş, cinsiyet, medeni durum vb. değişkenler karşımıza çıkmaktadır. Özellikle yaş değişkeni deprem stresi ile baş etmenin üç alt boyutu için de anlamlı bulunmuştur. 36- 49 yaş aralığındaki bireyler daha çok dini baş etme ve olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejilerini kullanırken; 50 yaş ve üzeri bireyler sosyal destek arama baş etme stratejisini kullanmaktadır. Başka bir ifade ile yaş ilerledikçe sosyal destek arama baş etme yöntemi daha fazla kullanılmaktadır. Yaş değişkenini inceleyen çalışmalarda, olumlu yeniden değerlendirmenin yetişkinlikte ve geç yetişkinlikte daha sık yapıldığı görülmektedir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte olumsuz olaylara karşı farklı bakış açıları ile bakabilme yeteneğinin geliştiği ve zorlu deneyimlerle daha kolay başa çıkılabildiği bilinmektedir (Gross 2001, Garnefski ve Kraaij 2006). Yaş ilerledikçe özellikle 65 yaşından sonra, sosyal destek eksikliğinin mortalite riskini arttırdığı bilinirken, yeterli sosyal desteğin de yaşam doyumunda artma ve sağlıklı yaşam davranışı geliştirmede etkili olduğu bilinmektedir (Dhar 2001, Baran ve diğ. 2007). Bu açıdan düşünüldüğünde, deprem stresi ile baş etme de yetişkinlikte kullanılan olumlu yeniden değerlendirme baş etme yöntemi yaş ilerledikçe yerini sosyal destek arama baş etme yöntemine bırakmaktadır.

Cinsiyet ve medeni durum değişkenleri incelendiğinde, erkeklerin kadınlara göre daha fazla olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejini kullandıkları, evlilerin de bekrlara göre göre dini baş etme ve sosyal destek arama baş etme stratejilerini daha fazla kullandıkları bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına paralel olarak, Erdoğan ve Aksoy (2020)'nin çalışmasında da olumlu yeniden değerlendirme puanının cinsiyete göre, dini baş etme puanının da medeni durum değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Fakat araştırma sonuçlarının aksine Başgl ve Biray (2023)'n çalışmasında baş etme stratejileri puan ortalamaları medeni durum değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Literatürde, deprem gibi afetlerden sonra kadınlara göre daha fazla psikolojik sıkıntılar yaşadıkları belirtilmiştir (Aksaray ve diğ. 2006, Bradshaw 2004, Uğur ve diğ. 2021).

Araştırmada, bir yaşlı ya da engelliye bakmakta olanların, olmayanlara göre daha fazla sosyal destek arama baş etme stratejini kullandıkları görülmüştür. Deprem gibi büyük bir felaketin ardından yaşanan travmayla baş etmek insanlar için duygusal ve psikolojik açıdan zaten zor iken, yaşlı ya da engelli bir bireye bakım verme sorumluluğu da eklenince baş etmesi g bir durumla karşı karşıya gelmektedir. Bu nedenle sosyal destek arama baş etme yöntemini kullanmak bu durumla mücadele eden bireyler açısından işlevseldir. Bunun yanında bireylerin yaşadığı deprem deneyimi de baş etme stratejileri ile ilişkili olabilmektedir. Örneğin deprem yaşanılan yer, evde yalnız olma durumu, herhangi bir yakını kaybetme gibi değişkenler depremle baş etme stratejilerini değiştirebilmektedir. Buna göre, şanlıurfa'da deprem yaşayanların Kahramanmaraş, Adıyaman, Gaziantep ve Hatay'da deprem yaşayanlara göre daha fazla olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejisi kullandığı görülmüştür. Bu durumun nedeni şanlıurfa'da depremin etkilerinin Kahramanmaraş, Adıyaman, Gaziantep ve Hatay'a göre daha az görülmesi olabilir. şanlıurfa'da depreme yakalananlar diğer illerdeki can ve mal kaybıyla kendi deneyimlerini karşılaştırıyor ve olumlu değerlendirmeyi baş etme mekanizması olarak kullanıyorlar şeklinde yorumlanabilir.

Deprem esnasında evde yalnız olmayanlar, yalnız olanlara göre daha fazla dini baş etme stratejisi kullanmaktadır. Bunun nedeni depreme evde tek başına yakalanmadığı için şükrederek deprem stresi ile baş etmek olabilir. Benzer şekilde aile bireyleri göçük altında kalanlar kalmayanlara göre daha fazla dini baş etme ve olumlu yeniden değerlendirme baş etme strateji kullanmaktadır. Araştırma sonuçlarına benzer şekilde, literatürdeki birçok çalışmada, afet gibi travmatik olayların yarattığı zorluklarla başa ıkımda ve afeti anlamlandırmada dini inanç ve davranışların yoğun olarak kullanıldığı sonucu tespit edilmiştir (Kula 2002, Yıldıırım 2021, Bala 2021). Depremde herhangi bir yakını kaybetmeyenler,

kaybedenlere göre daha fazla sosyal destek arama baş etme stratejini kullanmaktadır. Araştırma sonuçlarına paralel olarak Başgöl ve Biray (2023)'in çalışmasında da ölçek puan ortalamaları, yakınlarında can kaybı olanlar değişkenine göre farklılaşmaktadır. Başka bir araştırmada da benzer şekilde depremde birinci derece akraba kaybı olan öğrencilerin dini baş etme ve sosyal destek arama alt boyutu puan ortalamalarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (Aloğlu ve Güllü 2024). Depremde birinci derece yakınlarını kaybetmiş olmak üzüntüyü artırarak olumlu düşünmeyi sınırlandırmış olabilir.

Deprem sonrası yapılan müdahaleler, özellikle sosyoekonomik ve psikososyal destekler, deprem stresi ile baş etme yollarını etkilemektedir. Buna göre, deprem sonrasındaki sosyoekonomik destekleri yeterli bulanlar, yeterli bulmayanlara göre tüm baş etme stratejilerini kullanmakla beraber en çok dini baş etme stratejisini kullanmaktadır. İnsanların buldukları durumları daha da geliştirme ümitleri ya da elindekileri kaybetme korkusu onları bilişsel çabaya ve dış yardım arama yoluna sevk etmiş olabilir. Literatürde deprem stresi ile başa çıkmada toplumsal dayanışmanın önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Deprem sonrası yapılan yardımlar, destekler ve dayanışma insanlara yalnız olmadıklarını hissettirmektedir (Topuz 2003, Bala 2021). Bunun yanında, deprem sonrası psikososyal destek alanların olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejisini daha fazla kullanmaları da bu desteğin deprem yaşayan bireyler üzerindeki etkisinin olumlu olduğu düşünülmektedir. Son olarak, deprem sonrasında akraba evinde kalanlar; şehir dışına çıkanlara göre daha fazla dini baş etme stratejisi kullanmakta iken deprem sonrası kendi evinde kalanlar; sosyal destek kurumlarının tahsis ettiği yerde kalanlara, çadır kentte kalanlara ve şehir dışına çıkanlara göre daha fazla olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejisi kullanmaktadır. Bu sonuçtan yola çıkarak başlarına gelen deprem felaketinden sonra bireylerin var olan koşullar içerisinde dini baş etme ve olumlu yeniden değerlendirme baş etme yöntemlerini kullanarak deprem stresi ile başa çıkmaya çalıştıkları söylenebilir.

5. SONUÇ

Asrın felaketi olarak kayıtlara geçen Kahramanmaraş depremleri, yaşandığı bölgede sadece can ve mal kaybına neden olmakla kalmayıp toplumun genelinde duygusal ve psikolojik olarak da derin izler bırakmıştır. Araştırmaya katılan depremzedelerin deprem stresi ile çok yoğun bir şekilde karşı karşıya kaldığı bilinmektedir. Bu stres karşısında bireylerin kullandığı baş etme stratejilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, dini baş etme, olumlu yeniden değerlendirme ve sosyal destek arama stratejilerinin üçünün de kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bireylerin deprem stresi ile baş etme stratejileri, yaş, cinsiyet, medeni durum gibi demografik değişkenlere, deprem anında ve deprem sonrasında yaşadıkları deneyimlere göre değişmektedir.

Deprem bölgesinde yer alan ve sıklıkla deprem olan ülkemizde, yukarıda bahsedilen sonuçlardan da yola çıkarak; toplumun psikososyal sağlığının korunabilmesi için insanların deprem konusunda farkındalıklarının artırılması önem arz etmektedir. Hem deprem öncesi hem de deprem sonrası yapılan eğitim çalışmalarında bireylerin ruhsal açıdan daha güçlü olmalarını sağlamak için stres ile baş etme stratejilerinin bireylere öğretilmesi önerilmektedir. Yaşanan deprem psikolojik ve sosyal destek ihtiyacını göz önüne sermektedir. Deprem sonrası psikososyal destek alanların olumlu yeniden değerlendirme baş etme stratejisini daha fazla kullandığı sonucundan da yola çıkarak depremzedelerle yapılan psiko-sosyal destek çalışmalarının artırılması ve multidisipliner bir ekiple çalışmaların yürütülmesi işlevsel olabilir.

Sonuç olarak araştırmadan elde edilen bulgular deprem gibi doğal afetlerden sonra depremi doğrudan yaşamış kişilerin deprem stresi ile baş etmede hangi yolları kullandıklarını belirlemeye yöneliktir. Araştırmadaki örneklemin görece küçük olması elde edilen bulguların genellenebilirliğini etkilemektedir. Bununla birlikte, Lazarus (1976)'nın vurguladığı gibi stresli bir durumun farklı aşamalarında (deprem öncesinde ve depremden hemen sonra) baş etme stratejileri farklılık gösterebilir. Bu nedenle, araştırma sonuçları bireylerin deprem sonrasındaki

başta çıkma stratejileriyle sınırlıdır. Dolayısıyla, araştırmada elde edilen bulgular depreme özgü baş etme stratejilerini yansıtmakta olup, bir kişilik özelliği olarak tercih edilen baş etme yöntemlerinden ayrı tutulması işlevsel olacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın tamamlanmasına katkı sağlayan Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Aile Sosyal Destek Görevlilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Abay A.Z., Abay Çelik Z.E., 2023. Deprem Sonrası Ortaya Çıkan Sorunlar ve Sosyal Destek Ağlarının Rolü, *Sosyolojik Bağlam*, 4(1), 91-100, <https://doi.org/10.52108/2757-5942.4.1.7>.

Aksaray G., Kortan G., Erkaya H., Yenilmez Ç., Kaptanoğlu C., 2006. Gender differences in psychological effect of the August 1999 earthquake in Turkey, *Nordic journal of psychiatry*, 60(5), 387-391.

Alkan N.U., 1999. 1995 Dinar Depremi, *Türk Psikoloji Bülteni*, 5(14), 59-60.

Aloğlu N., Güllü A., 2024. 2023 Kahramanmaraş Merkezli Depremleri Yaşamış Olan Hemşirelik Öğrencilerinin Deprem Stresi ile Başetme Stratejilerinin İncelenmesi, *Eurasian JHS*, 7(2): 75-83.

Altunışık R., Coşkun R., Bayraktaroğlu S., Yıldırım E., 2005. Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri: SPSS uygulamalı, 4. basım.

Ayten A., Sağır Z., 2014. Dindarlık, Dinî Başta Çıkma ve Depresyon İlişkisi: Suriyeli Sığınmacılar Üzerine Bir Araştırma, *Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 47, 5-18, <https://doi.org/10.15370/muifd.86222>.

Bala M.B., 2021. Deprem Yaşayan Bireylerde Dini Başta Çıkma (2011 Van Depremi Örneği), Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Baran G.A., Kalinkara V., Aral N., Akın G., Baran G., Özkan Y., 2007. Farklı sosyoekonomik düzeydeki yaşlıların gündelik yaşamdan tatmin düzeyleri: Ankara kentsel kesit örneği, *Turkish Journal of Geriatrics*, 10(1), 10-18.

Başgöl Ş., Biray Y., 2023. Kadınların Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri ve Etkileyen Faktörler, 2. Uluslararası Avrasya Sağlık Bilimleri Kongresi 15-16 Haziran / June 2023.

Bedirli B., 2014. Deprem Travmasının Kronik Psikolojik Etkileri: Düzce Depremi'nden 14 Yıl Sonra Travma Sonrası Stres ve Depresyon Belirtilerinin Yaygınlığı ve İlişkili Risk Faktörleri, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul.

Bradshaw S., 2004. Socio-economic impacts of natural disasters: a gender analysis, *CEPAL*, 32, 10-49.

Carver C.S., Scheier M.F., 1994. Situational coping and coping dispositions in a stressful transaction, *Journal of Personality and Social Psychology*, 66(1),184-195.

Ceyhan E., Ceyhan A.A., 2006. 1999 Marmara bölgesi depremlerini yaşayan üniversite öğrencileri üzerinde depremin uzun dönemli sonuçları, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 197-212.

Demirel Y., Yücel M., 2017. Sosyal destek ve psikolojik güçlendirmenin duygusal tükenmişlik üzerine etkisi, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 310-321.

Dhar H.L., 2001. Gender, aging, health and society, *J Assoc Physicians India*, 49, 1012-1020.

Erdoğan C.N., Aksoy N.Ö., 2020. Deprem Stresi ile Baş Etme Stratejileri (Balıkesir Karesi İlçesi Paşaalanı Mahallesi Örneği), *Sosyal Bilimler Akademi Dergisi*, 3(2), 88-103.

Folkman S., Lazarus R.S., 1980. An Analysis Of Coping in a Middle-Aged Community Sample, *Journal of Health and Social Behavior*, 219-239.

Garnefski N., Kraaij V., 2006. Relationships between cognitive emotion regulation strategies and depressive symptoms: A comparative study of five specific samples, *Personality and Individual Differences*, 40(8), 1659-1669.

Gross J.J., 2001. Emotion Regulation in Adulthood: Timing Is Everything. *Current Directions in Psychological Science*, 10, 214-219, <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8721.00152>.

Güler Ö., 2010. Dini İnanç ve Psikolojik Sağlık İlişisine Dair Bir Değerlendirme, *Toplum Bilimleri Dergisi*, 4(8), 95-105.

Hair J.F.J., Anderson R.E., Tatham R.L., Black W.C., 1998. Multivariate Data Analysis, 5th edn, Prentice Hall, Upper Saddle River.

İşçi C., 2008. Deprem Nedir ve Nasıl Korunuz? *Journal of Yasar University*, 3(9), 959-983.

Kara D., 2009. Eğitim-öğretim yaşantısında stres yaratan faktörler ve aile özelliklerine göre öğrencilerin stresle başa çıkma davranışlarının incelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 255-263.

Karaca S., Aşkın R., 1995. Depresyonla Başa çıkma Ölçeği: Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması, *Düşünen Adam Dergisi*, 8(3), 24-30.

Karakuş U., 2013. Depremi Yaşamış ve Yaşamamış Öğrencilerin Deprem Algılarının, Metafor Analizi İle İncelenmesi, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 18(29), 97-116.

Kula N., 2002. Deprem ve Dini Başa Çıkma, *Hitit Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 234-255.

Lazarus R.S., 1976. Stress and Adjustment: Patterns of Adjustment (3.ed.), McGraw-Hill Book.

Miller R.G., 1969. Simultaneous statistical inference, New York: McGraw-Hill.

Nakajima Ş., 2012. Deprem ve Sonrası Psikolojisi, *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 28(2), 150-155. <http://dx.doi.org/10.5222/otd.supp2.2012.150>.

Öztürk M.O., Uluşahin N.A., 2016. Ruh sağlığı ve bozuklukları, Ankara: Bayt, Miki Matbaacılık ve Nobel Tıp Kitapevleri.

Pargament K.I., Ensing D.S., Falgout K., Olsen H., Reilly B., Van Haitsma K., Warren R., 1990. God help me:(!): Religious coping efforts as predictors of the outcomes to significant negative life events, *American journal of community psychology*, 18, 793-824.

Tabachnick B.G., Fidell L.S., 2013. Using Multivariate Statistics (sixth ed.), Pearson, Boston.

Topal A.B., 2022. Ege Denizi Depremi'ni Yaşamış Kişilerde Travma Sonrası Stres Bozukluğu Düzeyinin Travma Sonrası Büyüme ve Stresle Başa Çıkma Tarzları ile İlişkisi, Yakın Doğu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Klinik Psikoloji Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Toprak A.G., 2023. Depremzedelerde Travma Sonrası Stres Bozukluğu ve Baş Etme Yöntemleri, Erişim adresi: <https://www.acibademhemsirelik.com/depremedelerde-travma-sonrasi-stres-bozuklugu-ve-bas-etme-yontemleri/>.

Topuz İ., 2003. Dini Gelişim Seviyeleri ile Dini Başa Çıkma Tutumları Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe ve Din Bilimleri Anabilim Dalı Din Psikolojisi Bölümü, Doktora Tezi.

Tosun M., 2023. Deprem Deneyimi Yaşamış Bireylerde Dini Başa Çıkma, Academy 1st International Conference on Earthquake Studies May 21, 2023 Istanbul Conference Book Academy Global Publishing House.

Truxillo D.M., Cadiz D.M., Rineer J.R., Zaniboni S., Fraccaroli F., 2012. A lifespan perspective on job design: Fitting the job and the worker to promote job satisfaction, engagement, and performance, *Organizational Psychology Review*, 2(4), 340- 360.

Tukey J.W., 1949. Comparing individual means in the analyses of variance, *Biometrics*, 5, 99-114.

TÜBİTAK, 2023. Deprem Araştırmaları Sanal Konferansı, Erişim adresi: https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/26720/deprem_arastirmalari_sanal_konferansi_proje_ozetleri.pdf.

Uğur K., Kartal F., Mete B., Tamam L., Demirkol M.E., 2021. Deprem Sonrası Akut Stres Bozukluğu Olanlarda Travma Esnasındaki Çözülmenin, Anksiyete Düzeyi, Algılanan Stres, Anksiyete Duyarlılığı ve Deprem Stresiyle Baş Etme ile İlişkisi, *Türk Psikiyatri Dergisi*, 32(4), 253-260.

Yıldırım M., 2021. Meaning in Life, Religious Coping, and Loneliness During the Coronavirus Health Crisis in Turkey. *Journal of Religion and Health*, 1-15.

Yöndem Z.D., Eren A., 2008. Deprem Stresi İle Baş Etme Stratejileri Ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları, *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 3(30), 60-75.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Bu araştırmanın verisini ve örneklem grubunu afetin etkilediği 10 bölgede (Kahramanmaraş, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Hatay, Elâzığ) ikamet eden, depremden doğrudan etkilenmiş bireyler oluşturmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): O.H., D.D.E.
- Literatür araştırması (*Literature research*): D.D.E., O.H.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): E.A, S.K.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): D.D.E., O.H.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): D.D.E., O.H.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): D.D.E., O.H.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): D.D.E., O.H.

ETİK KURUL İZİNİ (*Ethics Committee Approval*)

Hacettepe Üniversitesi'nin E-35853172-900-00002955916 sayı ve 11.07.2023 tarihli Etik Kurul onayı ile izni alınmıştır.



Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data?

Erdinc Uslan ¹ and Emin Ugur Uluggerli ²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Risk Management of Natural Disaster, 17100 Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, 17100 Çanakkale, Türkiye

ORCID: 0000-0004-7291-7739, 0000-0001-5639-1109

Keywords

Earthquake, Aegean, Sea, Meteorology, Temperature

Highlights

- * Sea water temperature change
- * Seismicity of the Aegean Sea
- * Comparison of earthquake and meteorological data

Aim

To investigate whether there is any relationship between earthquakes and meteorological data

Location

Aegean Sea

Methods

Comparison of earthquakes and meteorological data

Results

There is no relationship between M_w 4-7 earthquakes and meteorological data

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions except AFAD, MGM

Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 20.09.2024

Accepted: 23.11.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472833



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Erdinc Uslan

Email: erdincuslan@gmail.com

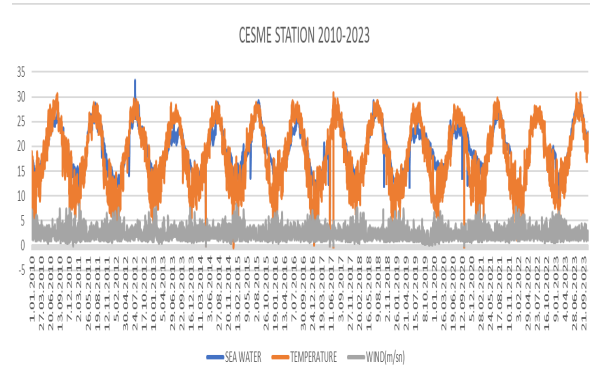


Figure
Çeşme Station long term change (2010-2023) in Sea Water Temperature, Surface Temperature, Wind

How to cite:

Uslan E., Uluggerli E.U., 2024. Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data? Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 452-470, <https://doi.org/10.46464/tdad.1472833>.



Meteorolojik Veriler Kullanılarak Deprem Tahmin Edilebilir mi?

Erdinç Uslan¹ ve Emin Ugur Uluggerli²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doğal Afetlerin Risk Yönetimi Ana Bilim Dalı, 17100 Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye
ORCID: 0000-0004-7291-7739, 0000-0001-5639-1109

ÖZET

Depremler ile meteorolojik veriler arasında bir ilişkinin bulunup bulunmadığı araştırmak için Ege Denizi özelinde büyüklüğü $4.0 \leq M_w \leq 7.0$ depremler ile günlük ortalama sıcaklık, ortalama rüzgâr hızı, toplam yağış miktarı ve deniz suyu sıcaklığı değerleri karşılaştırılmıştır. Hava sıcaklığında ve deniz suyundaki değişimlerin depremin habercisi olduğu yönündeki haberler sosyal medyada ve ulusal basında sıklıkla görülse de depremlerin öncesini ve sonrasını kapsayan veriler ile yapılan incelemeler bu tür ilişkilendirmenin sadece rastlantılar ile açıklanabileceğini göstermektedir. Ege denizi özelinde büyüklüğü $4.0 \leq M_w \leq 7.0$ aralığındaki depremlerle meteorolojik verilerin arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler

Deprem, Ege, Deniz, Meteoroloji, Sıcaklık

Öne Çıkanlar

- * Deniz suyu sıcaklığı değişimi
- * Ege denizinin depremselliği
- * Depremlerin meteorolojik verilerle karşılaştırılması

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 24.04.2024
Düzeltilme: 20.09.2024
Kabul: 23.11.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472833

Sorumlu yazar

Erdinç Uslan
Eposta:
erdincuslan@gmail.com

Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data?

Erdinc Uslan¹ and Emin Ugur Uluggerli²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Risk Management of Natural Disaster, 17100 Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, 17100 Çanakkale, Türkiye
ORCID: 0000-0004-7291-7739, 0000-0001-5639-1109

ABSTRACT

To investigate whether there is a relationship between earthquakes and meteorological data, earthquakes with magnitudes $4.0 \leq M_w \leq 7.0$ were compared with daily average temperature, average wind speed, total rainfall and sea water temperature values in the Aegean Sea. On the contrary the news about changes in air temperature and sea water being precursors of earthquakes is frequently seen on both social media and in the national press, our study conducted with data covering the pre- and post-earthquakes has shown that such associations can only be explained by coincidences. It was observed that there is no relationship between $4.0 \leq M_w \leq 7.0$ earthquakes and meteorological data in the Aegean Sea.

Keywords

Earthquake, Aegean, Sea, Meteorology, Temperature

Highlights

- * Sea water temperature change
- * Seismicity of the Aegean Sea
- * Comparison of sea water temperature change and meteorological data

Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024
Revised: 20.09.2024
Accepted: 23.11.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1472833

Corresponding Author

Erdinc Uslan
Email:
erdincuslan@gmail.com

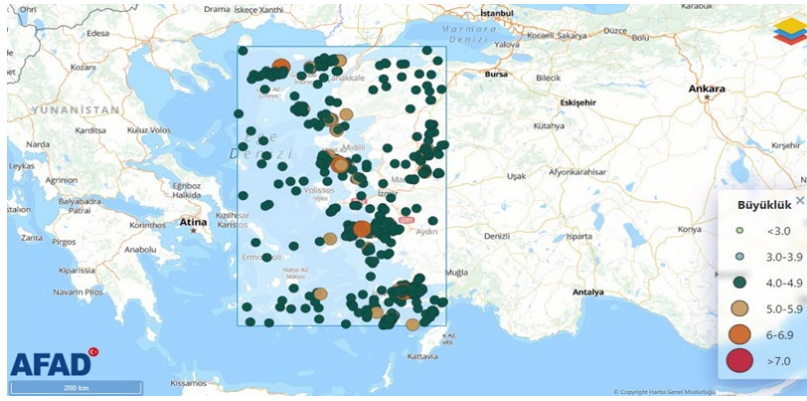
1. GİRİŞ

Depremler, doğal bir olgu olmasına rağmen tarihsel dönemde de (Uslan ve Usta 2023) aletsel dönemde de (Aksoy ve diğ. 2023) insanoğlunun karşı karşıya kaldığı önemli felaketlerin başında gelmektedir. Deprem anı öncesi, deprem üssü (hypocentral) olarak adlandırılan bölgede kabuksal gerilimin artması depremin önceden kestirilmesi için kullanılabilir bilgi üretebilmektedir. Tektonik hareket sonucu jeolojik birimlerde oluşan gerilim değişimi yer yüzeyinde, atmosferde ve meteorolojik parametrelerde ölçülebilir değişiklikler yaratabilmektedir (Pierce 1976, King 1978, Leary ve Malin 1984, Mogi ve diğ. 1989, Biagi ve diğ. 2000, King ve diğ. 2000, Zhang ve diğ. 2022, İnazu ve diğ. 2023). Bölge bağımlı olsa da büyük depremler öncesi gerek atmosferik verilerde gerekse dünya yüzeyinde yapılan gözlemlerde jeofizik ve jeokimyasal belirtiler ortaya konmuştur. (Pulinets ve diğ. 2006, Uyeda ve diğ. 2009, Akhoondzadeh ve diğ. 2010, Qin ve diğ. 2011, Cui ve diğ. 2017, Zhang ve diğ. 2022, İnazu ve diğ. 2023). Meteorolojik amaçlı kullanılan uydulardan elde edilen Yüzey Isı Akısı, Yer Yüzey Sıcaklığı ve Yüzey Hava Sıcaklığı verilerinde depremlerin neden olduğu değişimler çeşitli araştırmalara konu olmaktadır (Singh ve diğ. 2002, Ouzounov ve diğ. 2011, Jing ve diğ. 2018).

Mega Depremler ($M_w > 8.0$) öncesi ve sonrasında deniz tabanında kurulan gözlem istasyonları doğrudan deniz tabanında oluşan değişimleri algılayabilmektedir (Zhang ve diğ. 2022, İnazu ve diğ. 2023 ve aynı metinlerde verilen kaynakçalar). Bu çalışmalarda mega depremler sürecinde ana şok sonrasında su sıcaklıklarında değişimler olduğu gözlemlenmiştir (İnazu ve diğ. 2023). Değişimleri açıklamak için farklı mekanizmalar ve modeller önerilmiştir. Bu çalışmada, önceki çalışmalardan farklı olarak, uydu ve deniz tabanı istasyonlarından elde edilen verilerin yerine meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen gözlem verileri incelenmiş ve yakın çevresinde olan depremler ile karşılaştırılmıştır. Meteorolojik verilerdeki her tür anormal değişimleri (Acar Deniz ve Uslan 2018) afetler ile ilişkilendirmek doğru değildir. Bu nedenle depremlerin oluş tarihine yakın değişimler göz önüne alınmaya çalışılmıştır. Bu amaçla önce Enez-Marmaris arasında sıralanmış 22 adet meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen; günlük ortalama sıcaklık, günlük ortalama rüzgâr hızı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük deniz suyu sıcaklığı değerleri derlenmiştir (Şekil 1). İkinci aşamada, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) web sayfasından alınan 01/01/2010 ile 31/10/2023 tarihleri arasında Ege Denizinde oluşmuş, 552 adet depremin (Şekil 2) meteorolojik değişimlerle olası bağlantıları araştırılmıştır. Üçüncü aşamada ise Çeşme ve Kuşadası Meteoroloji istasyonlarının sonuçları, $M_w \geq 4.0$ depremler arasından seçilen örnekler ile birlikte sunulmuştur. Bulgularımız meteorolojik değişimlerin depremin habercisi olmadığına işaret etmektedir.



Şekil 1: Çalışma alanı ve meteoroloji istasyonlarının konumları
Figure 1: Study area and locations of meteorology stations

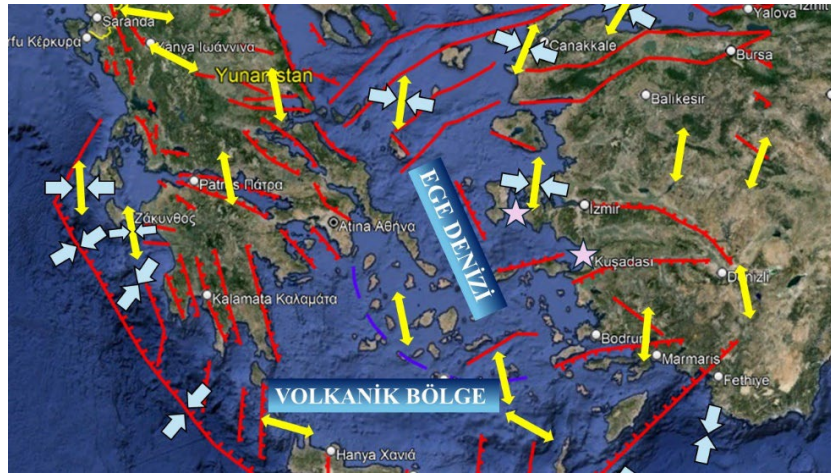


Şekil 2: Çalışmaya konu olan depremlerin dağılımları (AFAD 2024)
Figure 2: Distribution of earthquakes subject to the study (AFAD 2024)

2. MATERYAL

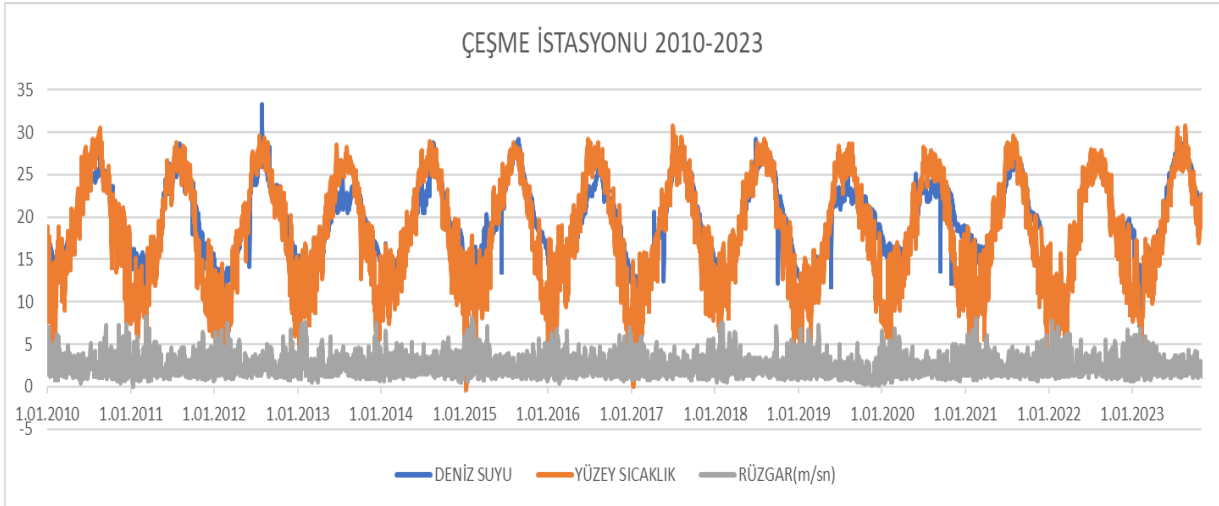
Şekil 2'de görüleceği üzere AFAD Deprem kataloğundan alınan 24.4866-28.1744 Doğu Enlemleri ile 36.3864-40.6066 Kuzey Boylamları arasında kalan bölgede 01.01.2010-31.10.2023 tarihleri arasındaki $M \geq 4.0$ üzeri 552 adet depremin merkez üsleri karada ve denizde deprem kümecikleri oluşturmakla birlikte hem Ege Denizi'nde hem de Batı Anadolu'nun kıyı ege şeridinde yoğunlaşan bir dağılım sunmaktadır. Bu sonuç bölgenin genel tektoniği ile uyumludur.

Ege denizi ve çevresinde sıkışma etkisinde oluşan faylar (Pavlopoulos ve diğ. 2012), aktif tektonik hareketliliğin devam ettiğini göstermektedir (Şekil 3).



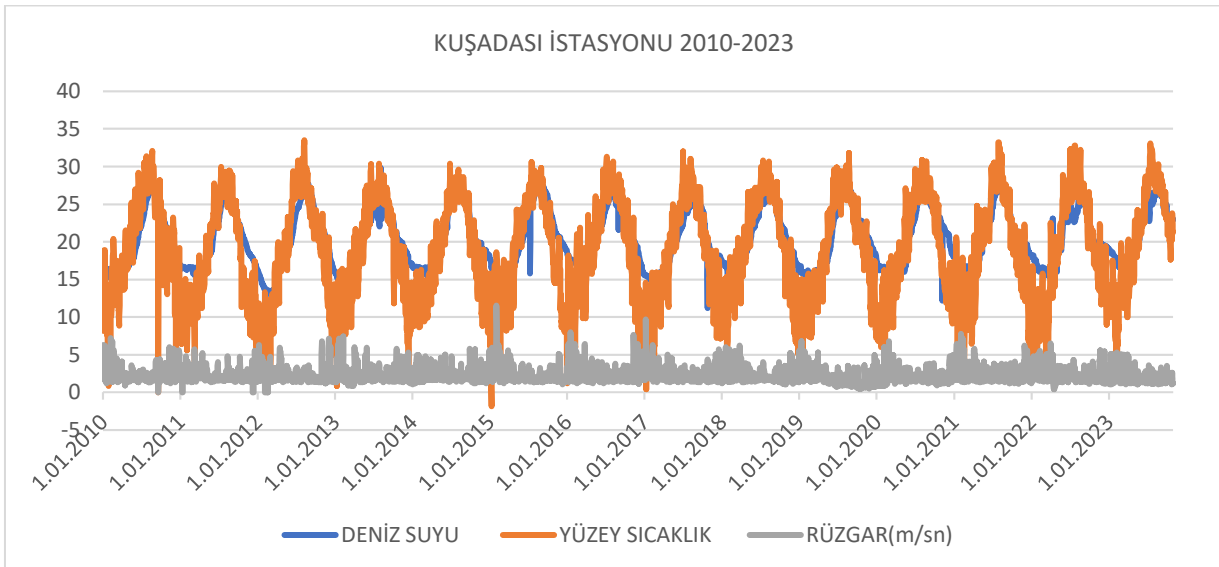
Şekil 3: Ege Denizi Fay Haritası (Pavlopoulos ve diğ. (2012)'den uyarlanmıştır.)
Figure 3: Map of Fault Zone of Aegean Sea (after Pavlopoulos et al. (2012).)

Mevsimsel davranışı görmek için, Ege denizinin geometrik olarak ortasında bulunan, aynı zamanda Batı Anadolu'daki fay sistemlerine (Şekil 2) de yakın bir konumda olan Çeşme ve Kuşadası Meteoroloji İstasyonlarının (Şekil 1) 01.01.2010-31.10.2023 tarihleri arasındaki günlük ortalama sıcaklık, günlük ortalama rüzgâr hızı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük deniz suyu sıcaklığı verileri değişimleri çizilmiştir (Şekil 4, Şekil 5). Çeşme istasyonunun anılan zaman aralığındaki uzun dönem verilerinden, yüzey sıcaklığı ve deniz suyu sıcaklıkları 6 aylık süreye yakın periyodik bir değişim sunmaktadır (Şekil 4). Kuşadası istasyonu verilerinde de benzer bir değişim gözlemlenmiştir (Şekil 5). Her iki istasyondaki rüzgâr hızı değişimleri ise çok daha kısa dönemlidir.



Şekil 4: Çeşme İstasyonu uzun dönem (2010-2023) Deniz Suyu Sıcaklığı, YüzeY Sıcaklığı ve Rüzgâr Hızı değışimi (MGM 2024)

Figure 4: Çeşme Station long term (2010-2023) Variation of Sea Water Temperature, Surface Temperature and Wind Speed (MGM 2024)



Şekil 5: Kuşadası İstasyonu uzun dönem (2010-2023) Deniz Suyu Sıcaklığı, YüzeY Sıcaklığı ve Rüzgâr Hızı değışimi (MGM 2024)

Figure 5: Kuşadası Station long term (2010-2023) Variation of Sea Water Temperature, Surface Temperature and Wind Speed (MGM 2024)

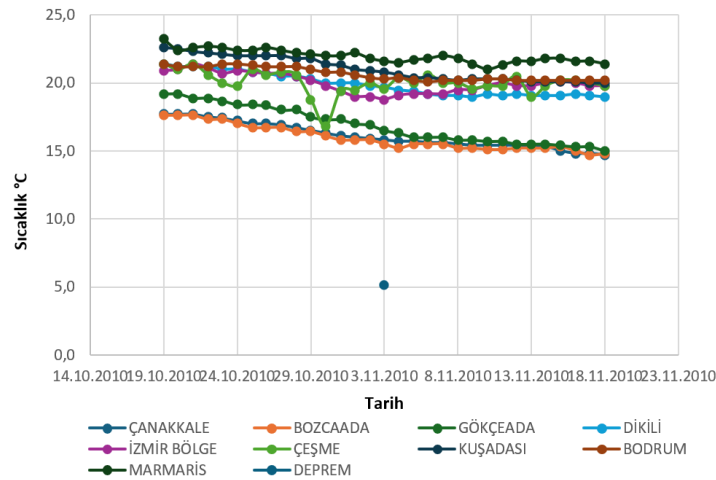
3. YÖNTEM

Bu aşamada, meteoroloji istasyonu verileri ile meydana gelen deprem kayıtları karşılaştırılmıştır (Şekil 6-12). Verilerin kapsadığı zaman aralığında, Ege ve Marmara denizinde olan depremlerin öncesinde ya da sonrasında deniz suyu sıcaklıklarında 5°C'ye yaklaşan düşüşler olduğu görülmüştür. Bu değışimlerin deprem habercisi olma olasılığı bu çalışmaya konu olmuştur. Bölgeden elde edilen verilerdeki değışimlere yakın tarihli olarak ortaya çıkan M≥4 depremler (Tablo 1) derlenmiştir. Değışimlerin uzaklıkla ilişkisini kurabilmek ve değışimlerin herhangi bir örüntüsünün olup olmadığını denetlemek için Gökçeada-Marmaris aralığındaki tüm Ege Denizi'ni kapsar biçimde deniz kenarındaki meteoroloji istasyonlarının verileri karşılaştırılmıştır. Bazı istasyonlarda anılan tarihlerde veri olmaması nedeniyle Şekillerdeki veri türü sayısı değışkendir.

Tablo 1: Çalışmaya konu olan depremler (AFAD 2024)
Table 1: Earthquakes subject to the study (AFAD 2024)

Konum	Tarih	Büyükük (Mw)	İlgili Şekil
Saros Körfezi	03.11.2020	5.1	6
Bozcaada	08.01.2013	5.6	7
Ula	13.04.2017	5.0	8
Ula	22.11.2017	5.0	9
Silivri	26.09.2019	5.8	10
Seferihisar	30.10.2020	6.6	11
Karaburun	01.02.2021	5.1	12
Çandarlı	25.01.2020	4.0	13-14
Dağça	15.07.2010	4.3	15-16
Bodrum	16.07.2010	5.1	15-16
Kuşadası	01.05.2014	4.1	17-18
Saros Körfezi	24.05.2014	6.5	17-18
Saros Körfezi	25.05.2014	4.8	17-18
Saros Körfezi	28.05.2014	4.1	17-18
Karaburun	12.06.2017	6.2	19-20
Karaburun	13.06.2017	4.0	19-20
Karaburun	14.06.2017	4.4	19-20
Karaburun	15.06.2017	4.1	19-20
Karaburun	16.06.2017	4.2	19-20
Karaburun	17.06.2017	5.3	19-20
Karaburun	22.06.2017	5.0	19-20
Karaburun	26.06.2017	4.1	19-20
Manisa	05.07.2017	4.1	21-22
Bodrum	20.07.2017	6.6	21-22
Bodrum	21.07.2017	5.0	21-22
Bodrum	22.07.2017	4.6	21-22
Bodrum	23.07.2017	4.0	21-22
Bodrum	30.07.2017	4.4	21-22
Bodrum	01.10.2020	4.3	23-24
Seferihisar	30.10.2020	6.6	23-24
Seferihisar	31.10.2020	5.0	23-24

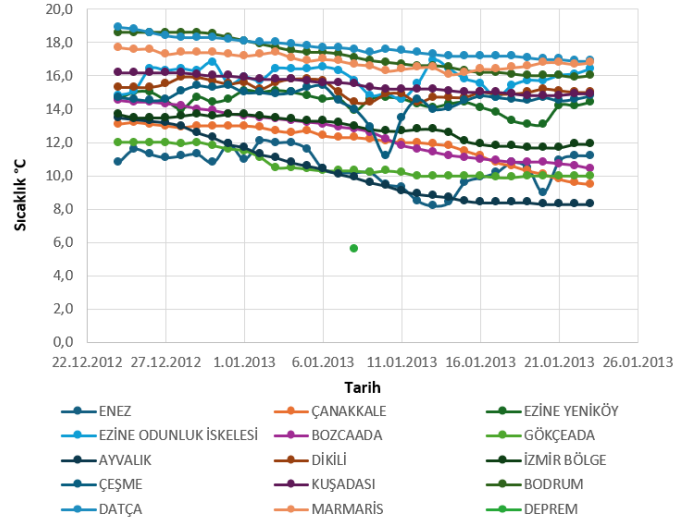
Saros Körfezi'nde 03.11.2020 tarihinde olan $M_w=5.1$ Depremi ve 9 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırıldığında (Şekil 6), Çeşme dışında diğer istasyonlarda 10 Ekim 2010 ile 23 Kasım 2010 tarihleri arasında doğrusala yakın bir azalış gözlenmektedir. Çeşme istasyonu depremden 6 gün önce başlayan 3 gün süren ani bir su sıcaklığı düşüşü göstermiştir.



Şekil 6: 03.11.2020 Saros Körfezi $M_w=5.1$ Depremi (tek nokta) ve meteoroloji istasyonları sıcaklık verileri

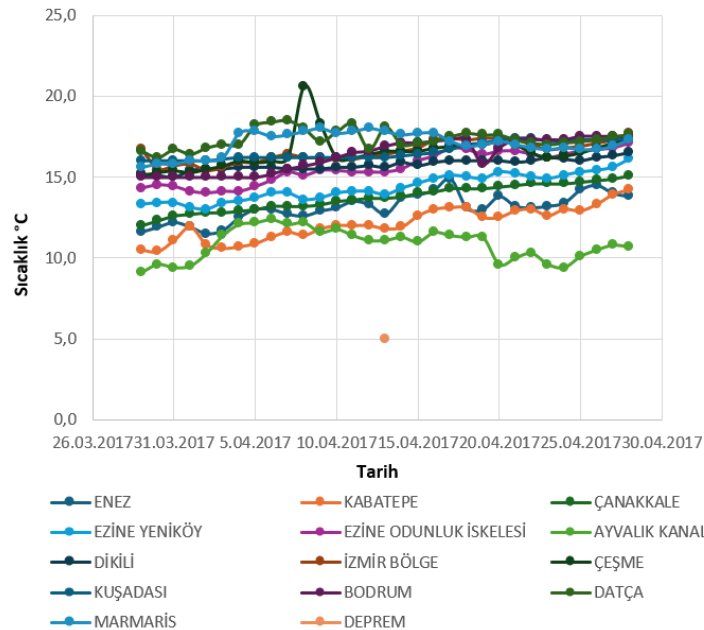
Figure 6: 03.11.2020 Saros Gulf $M_w=5.1$ Earthquake (single point) and temperature data from meteorological stations

Bozcaada yakınında 08.01.2013 tarihinde olan $M_w=5.6$ depremi ve 14 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 7). Çeşme dışında diğer istasyonlarda 06 Ocak 2013 ile 10 Ocak 2013 tarihleri arasında ortalama 5°C su sıcaklığı düşüşü gözlenmektedir. Çeşme istasyonu depremden 2 gün önce başlayan ve 5 gün süren ani bir su sıcaklığı düşüşü göstermiştir.



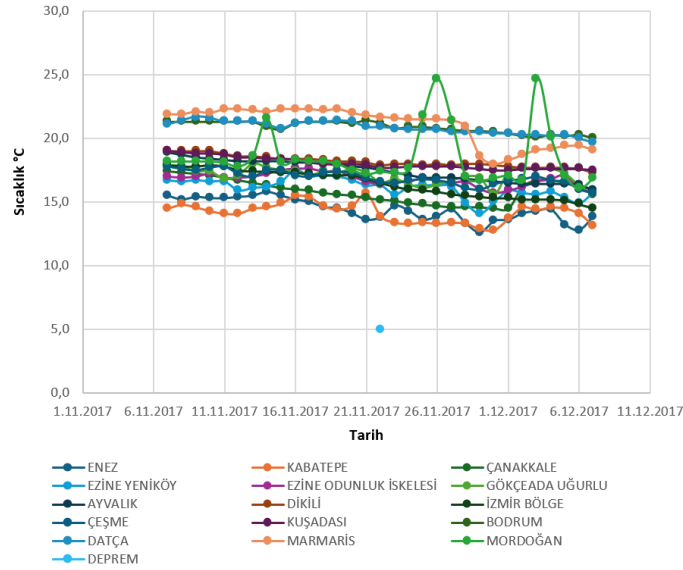
Şekil 7: 08.01.2013 Bozcaada $M_w=5.6$ Depremi (tek nokta) ve 10 istasyonda 06.01.2013-10.01.2013 tarihleri arasında gözlemlenen yaklaşık 5°C su sıcaklığı düşüşü
 Figure 7: 08.01.2013 Bozcaada $M_w=5.6$ Earthquake (single point) And observation of 5°C water temperature drop between 06.01.2013-10.01.2013 At 10 stations

Muğla Ula'da 13.04.2017 tarihinde olan $M_w=5.0$ depremi ile 13 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 8). Öncekilerin aksine sıcaklık artışı gözlemlenmektedir. Çeşme İstasyonunda deprem öncesinde yaklaşık 4.4°C lik bir su sıcaklığı artışı gözlemlenmiştir.



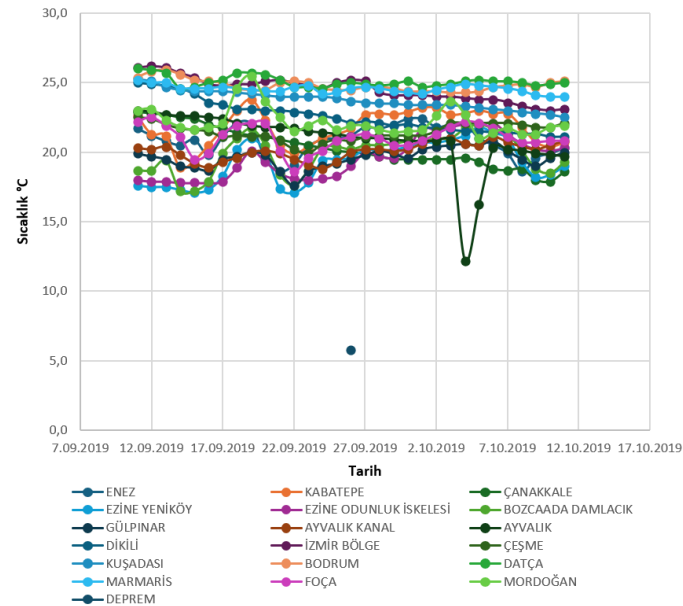
Şekil 8: 13.04.2017 $M_w=5.0$ Ula Depremi (tek nokta) için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Çeşme İstasyonu 4.4°C su sıcaklığı artışı gözlemlenmiştir.)
 Figure 8: Sea Water Temperature changes at various stations for the 13.04.2017 $M_w=5.0$ Ula Earthquake (single point) (A 4.4°C water temperature increase was observed at Çeşme Station.)

Muğla Ula'da 22.11.2017 tarihinde olan $M_w=5.0$ depremi ile 15 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 9). Mordoğan Meteoroloji İstasyonu'nda deprem öncesinde yaklaşık 4 °C, deprem sonrasında ise 7-8 °C sıcaklık artışları gözlemlenmiştir.



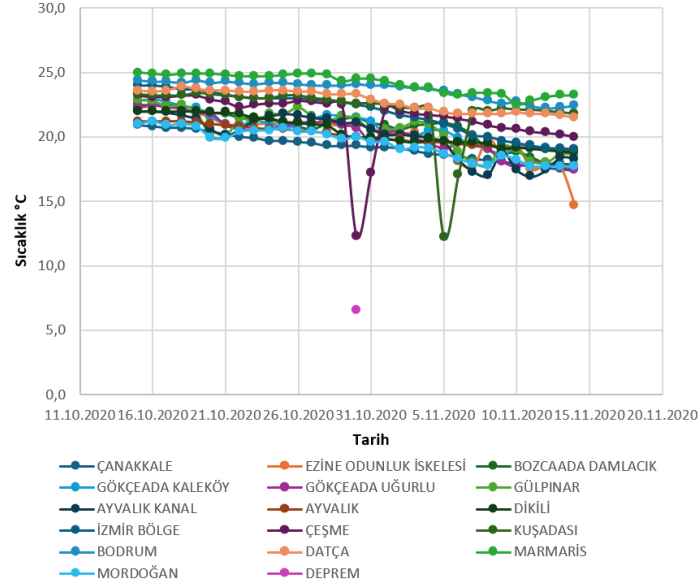
Şekil 9: 22.11.2017 $M_w=5.0$ Ula Depremi (tek nokta) için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (İzmir Mordoğan İstasyonu'nda 3.8°C, 7.4°C ve 8.0°C su sıcaklığı artışı gözlemlenmiştir.)
Figure 9: Sea water temperature changes at various stations for the 22.11.2017 $M_w=5.0$ Ula Earthquake (Increases in water temperature of 3.8°C, 7.4°C and 8.0°C were observed at İzmir Mordoğan Station)

Silivri'de 26.09.2019 tarihinde olan $M_w=5.8$ depremi ile 18 meteoroloji istasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 10). Deprem öncesi su sıcaklıklarında dalgalanma şeklinde değişimler olsa da deprem sonrasında Ayvalık istasyonunda 8.6 °C sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.



Şekil 10: Uzak deprem örneği olarak 26.09.2019 Silivri $M_w=5.8$ Depremi için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Ayvalık İstasyonu'nda 8.6°C sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.)
Figure 10: Sea water temperature changes at various stations for the 26.09.2019 Silivri $M_w=5.8$ Earthquake as an example of remote earthquakes (A temperature drop of 8.6°C was observed at Ayvalık Station.)

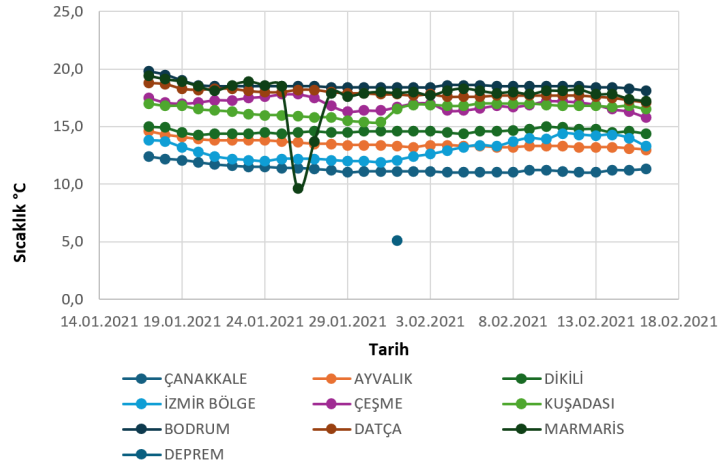
Seferihisar'da 30.10.2020 tarihinde olan $M_w=6.6$ depremi ile 16 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 11). Deprem olduğu gün Çeşme istasyonunda $10.2\text{ }^\circ\text{C}$, deprem sonrasında ise Kuşadası istasyonunda $8.3\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık düşüşleri gözlemlenmiştir.



Şekil 11: 30.10.2020 Seferihisar $M_w=6.6$ Depremi için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Çeşme ve Kuşadası İstasyonlarında sırasıyla $10.2\text{ }^\circ\text{C}$, $8.3\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.)

Figure 11: Sea water temperature changes at various stations for the 30.10.2020 Seferihisar $M_w=6.6$ Earthquake (Temperature drop of $10.2\text{ }^\circ\text{C}$ and $8.3\text{ }^\circ\text{C}$ was observed at Çeşme and Kuşadası Station, respectively).

İzmir-Karaburun'da 01.02.2021 tarihinde olan $M_w=5.1$ depremi ile 9 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 12). Deniz Suyu sıcaklığında çok fazla bir değişim olmamakla birlikte, deprem öncesinde Marmaris istasyonunda $8.9\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.



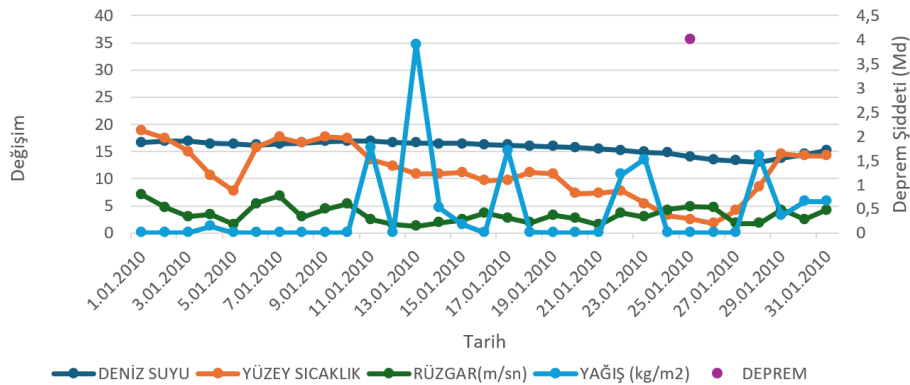
Şekil 12: 01.02.2021 Karaburun $M_w=5.1$ Depremi için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Marmaris İstasyonu'nda $8.9\text{ }^\circ\text{C}$ su sıcaklığı düşüşü gözlemlenmiştir.)

Figure 12: Sea water temperature changes at various stations for the 01.02.2021 Karaburun $M_w=5.1$ Earthquake (A water temperature drop of $8.9\text{ }^\circ\text{C}$ was observed at Marmaris Station.)

Deniz suyu sıcaklıklarında görülen bu değişimlerin depremlerle ilgili olup olmadığı ile ilgili olarak bir ek çalışma yapılarak Çeşme ve Kuşadası meteoroloji istasyonlarının 2010-2023 yılları arasındaki deniz suyu, kara yüzey sıcaklığı, rüzgâr hızı ve yağış miktarı verilerinden yıllar bazında aylık olarak grafikler elde edilmiştir. Daha sonrasında AFAD verileri ışığında deprem kayıtları grafiklere eklenmiş ve aylık grafikler ile deprem verileri birlikte sunulmuştur. 552 depremin içinden, Çeşme ve Kuşadası Meteoroloji İstasyonlarına konum olarak yakın gerçekleşen depremlerin olduğu aylar; 2010-Ocak (Şekil13, Şekil 14), 2010-Temmuz (Şekil 15, Şekil 16), 2014-Mayıs (Şekil 17, Şekil 18), 2017-Haziran (Şekil 19, Şekil 20), 2017-Temmuz (Şekil 21, Şekil 22), 2020-Ekim (Şekil 23, Şekil 24) seçilerek örüntü varlığı araştırılmıştır. Grafiklerde günlük ortalama sıcaklık (°C), günlük ortalama rüzgâr hızı (m/sn), günlük toplam yağış miktarı (kg/m²) ve günlük deniz suyu sıcaklığı (°C) sunulmuştur. Depremler (M_w) aynı grafiklere yerleştirilerek oluş zamanları ile değişimler arası ilişki araştırılmıştır. Yatay eksen günleri göstermektedir. Düşey eksen ortak ve birimler farklı olsa da sayısal değerlerin birbirine yakınlığı aynı eksen kullanmaya izin vermiştir. İzleyen grafikler Çeşme ve Kuşadası meteoroloji istasyonlarından alınan verileri sunmaktadır.

Çandarlı Körfezi M_w=4.0 Depremi ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı Ocak ayı verileri ile; 25.01.2010 Çandarlı Körfezi M_w=4.0 büyüklüğündeki deprem grafikte sunulmuştur (Şekil 13). Yerel yağış bilgilerine göre 5 ayrı günde olmak üzere 12-27 Ocak 2010 tarihleri arasında 14 ila 35 kg/m² aralığında yağış gerçekleşmiştir. Denize olan boşalimler sonucu deniz suyu sıcaklığı 5 °C derece düşme eğilimi göstermiştir. Karasal etki altındaki istasyonda yüzey sıcaklığında 15 °C azalım olsa da bu değişim mevsimsel değişimle uyumludur. Kış ayı olduğu göz önüne alındığında rüzgâr hızında ani bir değişkenlik oluşmamıştır.

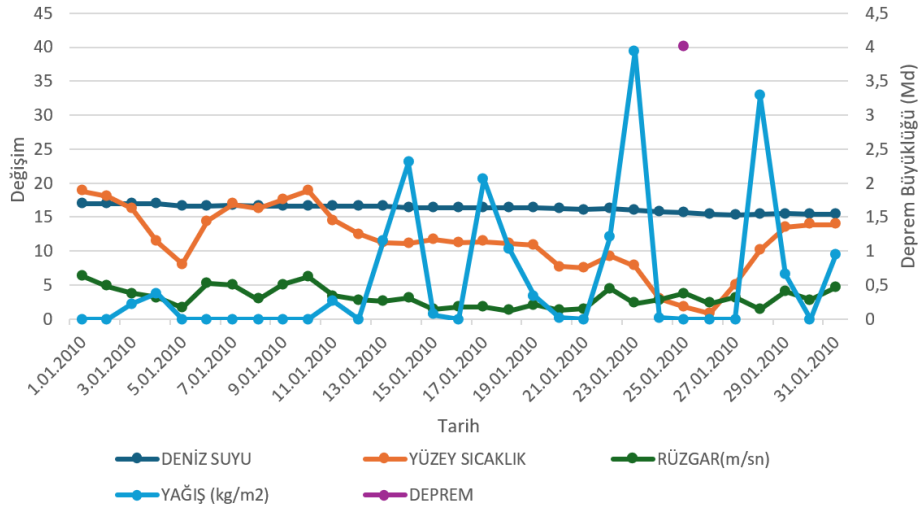


Şekil 13: Ocak 2010 Çeşme İstasyonu verileri ve Çandarlı Körfezi M_w=4.0 Depremi (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr Hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m²) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 13: January 2010 Çeşme Station Data and Çandarlı Bay M_w=4.0 Earthquake (the changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind Speed (M/sec), Rainfall (kg/m²) values.)

Çandarlı Körfezi M_w=4.0 Depremi ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı ocak ayı verileri ile; 25.01.2010 Çandarlı Körfezi M_w=4.0 büyüklüğündeki deprem grafikte sunulmuştur (Şekil 14). Yerel yağış bilgilerine göre 6 ayrı günde olmak üzere 14 Ocak-03 Şubat 2010 tarihleri arasında 10 ila 40 kg/m² aralığında yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı değişkenlik göstermemiştir. İstasyonda 20 °C azalım olsa da bu değişim mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişiklik görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur.

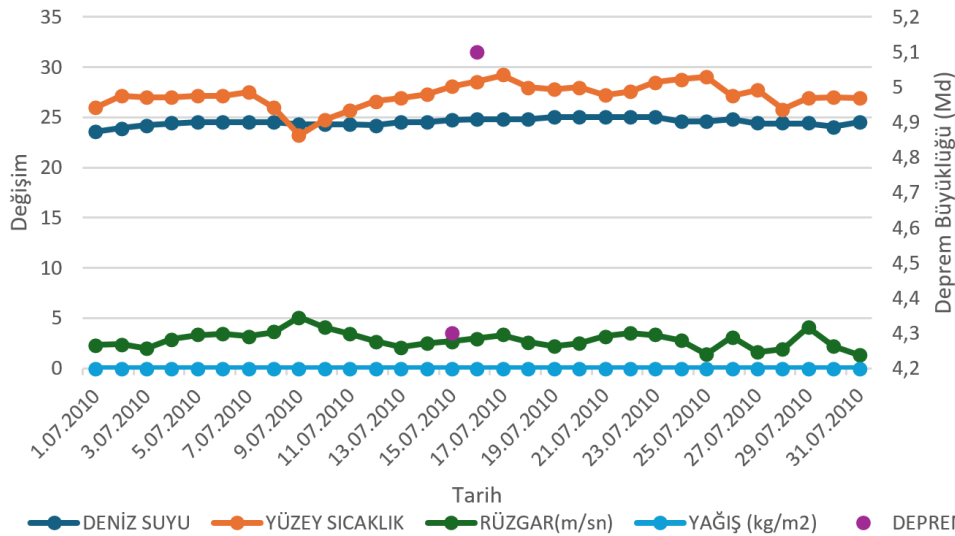


Şekil 14: Ocak 2010 Kuşadası İstasyonu verileri (noktalı çizgiler) ve Çandarlı Körfezi $M_w=4.0$ Depremi (tek nokta) (Deniz suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ($^{\circ}C$), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m^2) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 14: January 2010 Kuşadası Station Data (line with dots) and Çandarlı Bay $M_w=4.0$ Earthquake (single dot) (the Changes in Sea Water and Surface Temperatures ($^{\circ}C$), Wind speed (M/sec), Rainfall (kg/m^2) values.)

Datça $M_w=4.3$ ve Bodrum $M_w=5.1$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı temmuz ayı verileri ile; 15.07.2010 Datça $M_w=4.3$, 16.07.2010 Bodrum $M_w=5.1$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 15). Yağış olmamıştır. Deniz suyu sıcaklığında herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Yüzey sıcaklığının da mevsimsel değişimle uyumlu olduğunu söylemek mümkündür. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde gözlemlenen bir anormallik yoktur.

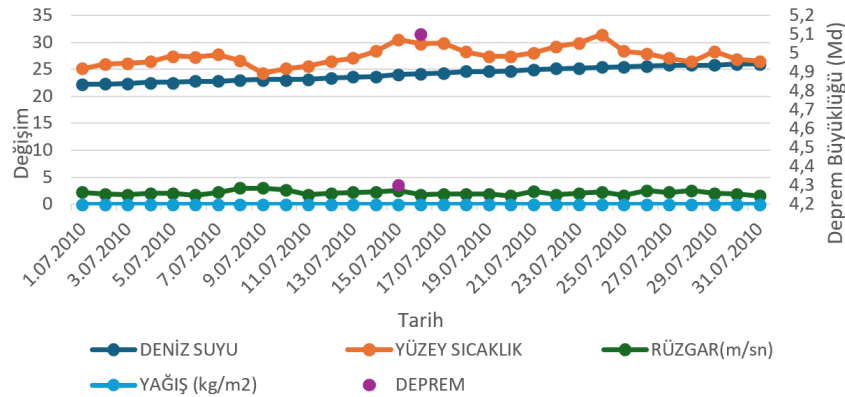


Şekil 15: Temmuz 2010 Çeşme İstasyonu verileri ve Datça $M_w=4.3$ ile Bodrum $M_w=5.1$ Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ($^{\circ}C$), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m^2) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 15: July 2010 Çeşme Station data and Datça $M_w=4.3$ and Bodrum $M_w=5.1$ Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures ($^{\circ}C$), wind (M/sec), Rainfall (kg/m^2) values.)

Datça $M_w=4.3$ ve Bodrum $M_w=5.1$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı temmuz ayı verileri ile; 15.07.2010 Datça $M_w=4.3$, 16.07.2010 Bodrum $M_w=5.1$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 16). Yağış olmamıştır. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı, genel anlamda artma eğiliminde olup mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.

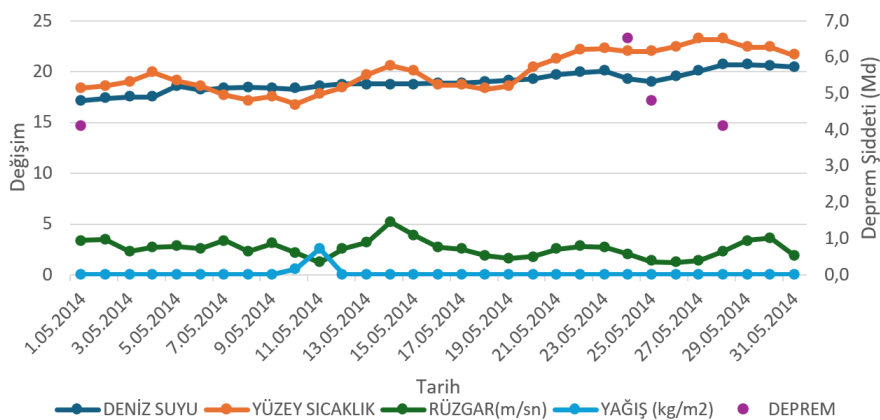


Şekil 16: Temmuz 2010 Kuşadası İstasyonu verileri ve Datça $M_w=4.3$ ile Bodrum $M_w=5.1$ Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ($^{\circ}C$), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m 2) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 16: July 2010 Kuşadası Station data and Datça $M_w=4.3$ and Bodrum $M_w=5.1$ Earthquakes (The Changes in Sea Water and Surface Temperatures ($^{\circ}C$), wind (M/sec), Rainfall (kg/m 2) values)

Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$, Saros Körfezi $M_w=6.5$, $M_w=4.8$, $M_w=4.1$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2014 yılı mayıs ayı verileri ile; 01.05.2014 Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$, 24.05.2014 Saros Körfezi $M_w=6.5$, 25.05.2014 Saros Körfezi $M_w=4.8$, 28.05.2014 Saros Körfezi $M_w=4.1$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 17).



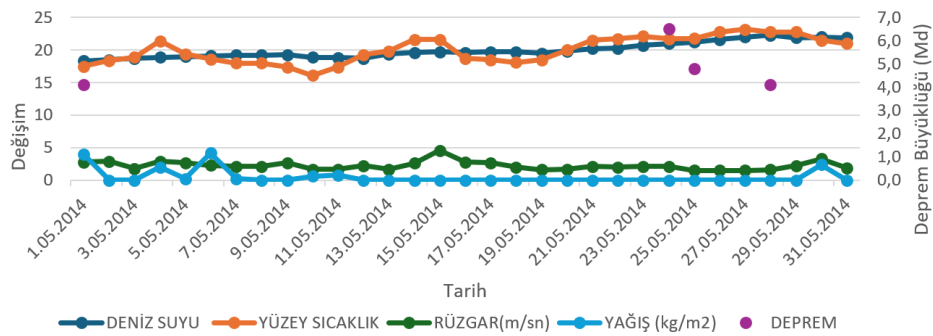
Şekil 17: Mayıs 2014 Çeşme İstasyonu verileri ve Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$ Saros Körfezi $M_w=6.5$ $M_w=4.8$ $M_w=4.1$ Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ($^{\circ}C$), Rüzgâr Hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m 2) değerleri)

Figure 17: May 2014 Çeşme Station data and Kuşadası Bay $M_w=4.1$ Gulf of Saros $M_w=6.5$ $M_w=4.8$ $M_w=4.1$ Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures ($^{\circ}C$), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m 2) Values)

Yağış ardışık 2 günde az miktarda görülmüştür. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı artma eğiliminde olup, mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. 24.05.2014 Saros Körfezi $M_w=6.5$ depremi ile örtüşen yaklaşık 3 °C lik deniz suyu sıcaklığı düşüşü gözlemlenmiştir.

Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$, Saros Körfezi $M_w=6.5$, $M_w=4.8$, $M_w=4.1$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2014 yılı mayıs ayı verileri ile; 01.05.2014 Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$, 24.05.2014 Saros Körfezi $M_w=6.5$, 25.05.2014 Saros Körfezi $M_w=4.8$, 28.05.2014 Saros Körfezi $M_w=4.1$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 18). Yağış 7 ayrı günde ancak az miktarda gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.

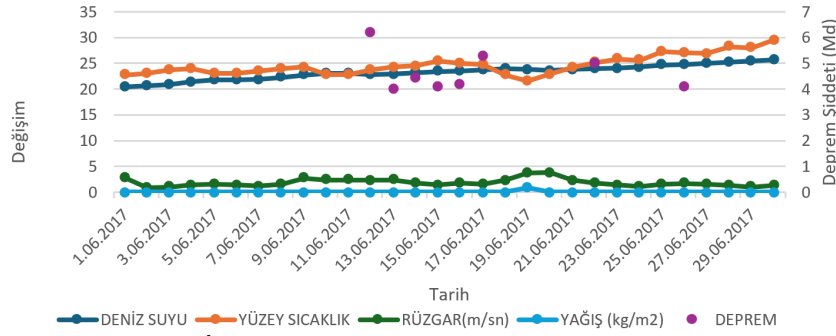


Şekil 18: Mayıs 2014 Kuşadası İstasyonu verileri ve Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$ Saros Körfezi $M_w=6.5$ $M_w=4.8$ $M_w=4.1$ Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m^2) değişimleri.)

Figure 18: May 2014 Kuşadası Station data and Kuşadası Bay $M_w=4.1$ Gulf of Saros $M_w=6.5$ $M_w=4.8$ $M_w=4.1$ Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m^2) values.)

Karaburun $M_w=6.2$, $M_w=4.0$, $M_w=4.4$, $M_w=4.1$, $M_w=4.2$, $M_w=5.3$, $M_w=5.0$, $M_w=4.1$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı haziran ayı verileri ile; 12.06.2017 Karaburun $M_w=6.2$, 13.06.2017 Karaburun $M_w=4.0$, 14.06.2017 Karaburun $M_w=4.4$, 15.06.2017 Karaburun $M_w=4.1$, 16.06.2017 Karaburun $M_w=4.2$, 17.06.2017 Karaburun $M_w=5.3$, 22.06.2017 Karaburun $M_w=5.0$, 26.06.2017 Karaburun $M_w=4.1$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 19). Tek günde çok hafif yağış olmuştur. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.

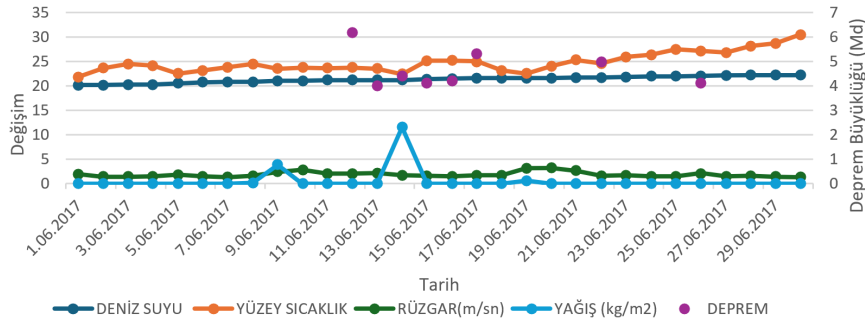


Şekil 19: Haziran 2017 Çeşme İstasyonu verileri (noktalı çizgiler) ve Karaburun $M_w=6.2$, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0 ve 4.1 Depremleri (noktalar) (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ($^{\circ}C$), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m^2) değişimleri)

Figure 19: June 2017 Çeşme Station data (line with dots) and Karaburun $M_w=6.2$, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0 and 4.1 Earthquakes (dots) (The Changes in Sea Water and Surface Temperatures ($^{\circ}C$), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m^2) values.)

Karaburun $M_w=6.2$, $M_w=4.0$, $M_w=4.4$, $M_w=4.1$, $M_w=4.2$, $M_w=5.3$, $M_w=5.0$, $M_w=4.1$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı haziran ayı verileri ile; 12.06.2017 Karaburun $M_w=6.2$, 13.06.2017 Karaburun $M_w=4.0$, 14.06.2017 Karaburun $M_w=4.4$, 15.06.2017 Karaburun $M_w=4.1$, 16.06.2017 Karaburun $M_w=4.2$, 17.06.2017 Karaburun $M_w=5.3$, 22.06.2017 Karaburun $M_w=5.0$, 26.06.2017 Karaburun $M_w=4.1$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 20). 4 ayrı günde olmak üzere 30 Mayıs-15 Haziran 2017 tarihleri arasında 5 ile 12 kg/m^2 aralığında yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı herhangi bir değişim göstermemiştir. Yüzey sıcaklığı artma eğiliminde olup mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.



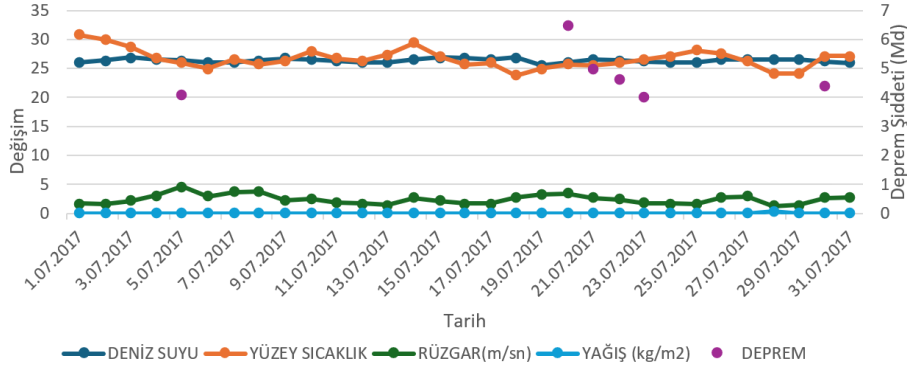
Şekil 20: Haziran 2017 Kuşadası İstasyonu verileri ve Karaburun $M_w=6.2$, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0 ve 4.1 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ($^{\circ}C$), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m^2) değişimleri)

Figure 20: June 2017 Kuşadası Station Data and Karaburun $M_w=6.2$, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0 and 4.1 Earthquakes (the changes in Sea Water and Surface Temperatures ($^{\circ}C$), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m^2) values)

Manisa $M_w=4.1$, Bodrum $M_w=6.6$, $M_w=5.0$, $M_w=4.6$, $M_w=4.0$, $M_w=4.4$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı temmuz ayı verileri ile; 05.07.2017 Manisa $M_w=4.1$, 20.07.2017 Bodrum $M_w=6.6$, 21.07.2017 Bodrum $M_w=5.0$, 22.07.2017 Bodrum $M_w=4.6$, 23.07.2017 Bodrum $M_w=4.0$, 30.07.2017 Bodrum $M_w=4.4$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 21). Tek günde çok hafif yağış görülmüştür. Deniz suyu sıcaklığı değişmemiştir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel

değişimle uyumludur. 20.07.2017 Bodrum $M_w=6.6$ depreminden 1 gün önce deniz suyu sıcaklığında yaklaşık 2 °C düşüş gözlemlenmiştir.

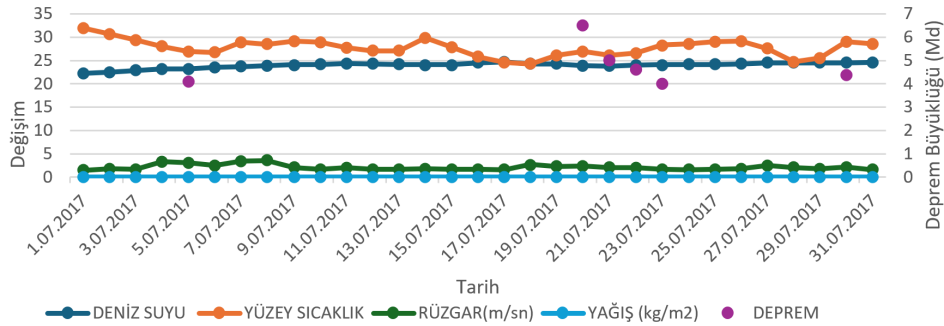


Şekil 21: Temmuz 2017 Çeşme İstasyonu verileri ve Manisa $M_w=4.1$, Bodrum $M_w=6.6$, 5.0, 4.6, 4.0 ve 4.4 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m²) değişimleri)

Figure 21: July 2017 Çeşme Station Data and Manisa $M_w=4.1$, Bodrum $M_w=6.6$, 5.0, 4.6, 4.0 and 4.4 Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m²) values.)

Manisa $M_w=4.1$, Bodrum $M_w=6.6$, $M_w=5.0$, $M_w=4.6$, $M_w=4.0$, $M_w=4.4$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı temmuz ayı verileri ile; 05.07.2017 Manisa $M_w=4.1$, 20.07.2017 Bodrum $M_w=6.6$, 21.07.2017 Bodrum $M_w=5.0$, 22.07.2017 Bodrum $M_w=4.6$, 23.07.2017 Bodrum $M_w=4.0$, 30.07.2017 Bodrum $M_w=4.4$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 22). Yağış gerçekleşmemiştir. Deniz suyu sıcaklığı hafif artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.



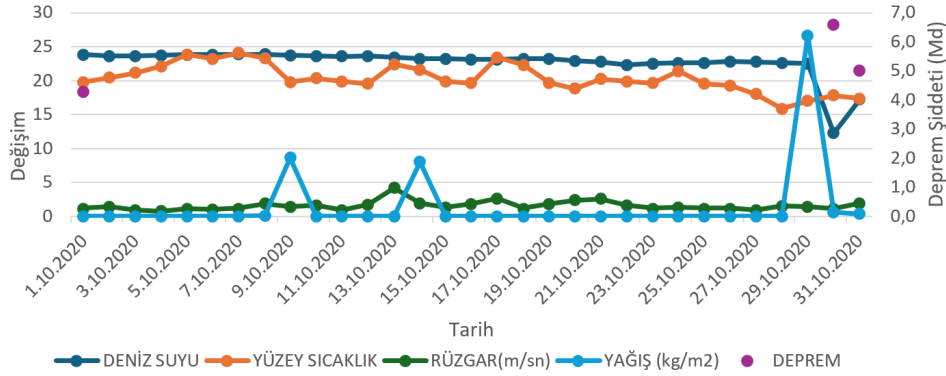
Şekil 22: Temmuz 2017 Kuşadası İstasyonu verileri ve Manisa $M_w=4.1$, Bodrum $M_w=6.6$, 5.0, 4.6, 4.0 ve 4.4 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m²) değişimleri)

Figure 22: July 2017 Kuşadası Station data and Manisa $M_w=4.1$, Bodrum $M_w=6.6$, 5.0, 4.6, 4.0 and 4.4 Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m²) values.)

Bodrum $M_w=4.3$, Seferihisar $M_w=6.6$, $M_w=5.0$, Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2020 yılı ekim ayı verileri ile; 01.10.2020 Bodrum $M_w=4.3$, 30.10.2020 Seferihisar $M_w=6.6$, 31.10.2020 Seferihisar $M_w=5.0$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 23). 3 ayrı günde olmak üzere 09 Ekim-29 Ekim 2020 tarihleri arasında 7 ile 27 kg/m² aralığında

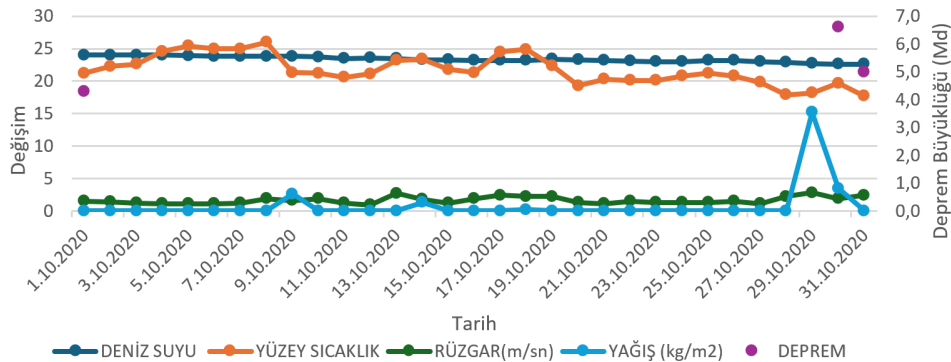
yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı genel olarak düşme eğiliminde olsa da 30.10.2020 Seferihisar $M_w=6.6$ depremi olduğu gün 10.2 °C lik ani deniz suyu sıcaklığı düşüşü gözlemlenmiştir. Düşüşün sebebi bir gün önce görülmüş olan yağış olabilir. Yüzeysel sıcaklığı düşme eğiliminde ve mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur.



Şekil 23: Ekim 2020 Çeşme İstasyonu verileri ve Bodrum $M_w=4.3$ Seferihisar $M_w=6.6$ ve 5.0 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzeysel Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m²) değişimleri)
Figure 23: October 2020 Çeşme Station data and Bodrum $M_w=4.3$ Seferihisar $M_w=6.6$ and 5.0 Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m²) values.)

Bodrum $M_w=4.3$, Seferihisar $M_w=6.6$, $M_w=5.0$, Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2020 yılı ekim ayı verileri ile; 01.10.2020 Bodrum $M_w=4.3$, 30.10.2020 Seferihisar $M_w=6.6$ 31.10.2020 Seferihisar $M_w=5.0$ büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 24). 3 ayrı günde olmak üzere 09 Ekim-29 Ekim 2020 tarihleri arasında 3 ile 16 kg/m² aralığında yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı genel olarak düşme eğiliminde olup 05.11.2020 günü 10 °C ani düşüş gözlemlenmiştir. Yüzeysel sıcaklığı düşme eğiliminde olup mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur.



Şekil 24: Ekim 2020 Kuşadası İstasyonu verileri ve Bodrum $M_w=4.3$ Seferihisar $M_w=6.6$ ve 5.0 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzeysel Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m²) değişimleri)
Figure 24: October 2020 Kuşadası Station data and Bodrum $M_w=4.3$ Seferihisar $M_w=6.6$ and 5.0 Earthquakes (The Changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m²) values)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hem denizel hem de karasal etki altındaki meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen veriler incelenmiş ve Ege denizi çevresinde olan depremler ile karşılaştırılmıştır (Şekil 2). Yaklaşık olarak boyutları KG doğrultusunda 670 km, DB doğrultusunda 390 km olan alanda 01.01.2010- 31.10.2023 tarihleri arasında olmuş 552 deprem arasında $M_w \geq 4.0$ koşulunu sağlayan depremler (Tablo 1), Türkiye deniz sınırlarında yerleştirilmiş meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilerdeki değişimler ile karşılaştırılmıştır. Veriler arası olası örüntü günlük değişimler üzerinden araştırılmıştır. Deprem anından öncesi ve sonrası günlük değişimler grafikler ile sunulmuştur. Verilerin sunduğu değişimlerin spektral analizi (Inazu ve diğ. 2023) farklı yaklaşımlar gerektireceğinden başka bir çalışmaya bırakılmıştır.

İncelenen günlük ortalama sıcaklık, günlük ortalama rüzgâr hızı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük deniz suyu sıcaklığı değerlerinden elde edilen bulgular sırasıyla aşağıda özetlenmiştir.

- Genel olarak bakıldığında günlük ortalama sıcaklık mevsim normalleri ile uyumludur ve depremler arası bir ilişki ortaya konamamıştır. Aşırı değişimler ise sıcak veya soğuk hava dalgaları ile açıklanabilmektedir (Acar Deniz ve Uslan 2018).
- Ege denizi boyunca dağılan istasyonlardan elde edilen günlük ortalama rüzgâr hızı bir düzen sunmamaktadır. Beklendiği üzere rüzgarlar ile depremler arasında bir ilişki söz konusu değildir.
- Ege denizi kıyı şeridinde oluşan günlük toplam yağış, kış mevsiminde baskın olmakla birlikte diğer mevsimlerde de oluşmaktadır. Oluşan yağışlar ile depremler arasında bir ilişki kurulamamıştır.
- Ege Denizi meteoroloji istasyonlarında gözlemlenen deniz suyundaki ani sıcaklık düşüşünün nedeni dipten yukarı doğru soğuk su akıntısı olarak tanımlanan "upwelling" olayı olabilir (Kämpf ve Chapman 2016). Upwelling olayı, deniz dibindeki soğuk suyun kuvvetli rüzgâr ile birlikte dikey yönlü yukarı hareketle kıyı kesimlerde yüzeye çıkmasıdır. Bu nedenle upwelling olayı yaşandığında deniz suyu sıcaklık değerlerinde önemli düşüşler görülmektedir.
- Deniz suyu sıcaklığı, yağış sebebiyle de düşme eğilimi göstermektedir.
- Bu çalışmaya konu olan depremlerin olduğu dönemlerdeki veriler incelendiğinde, deprem öncesinde veya sonrasında meteorolojik şartlarda herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Her ne kadar 30 Ekim 2020 İzmir-Seferihisar depreminin olduğu gün Çeşme istasyonunun ölçtüğü deniz suyu sıcaklığında 10,20 °C düşüş upwelling olayının yaşanmış olabileceğini düşündürse de, rüzgar hızı 1.1 m/sn yani 3.96 km/h olması nedeniyle deniz suyundaki bu sıcaklık düşüşünün 29 Ekim 2020 tarihinde bölgede görülen 26.7 mm. lik yağış nedeniyle olma olasılığı daha yüksektir. Bulgular bu tür ilişkilendirmenin sadece rastlantılar ile açıklanabileceğini göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Ege Denizi meteoroloji istasyonlarından elde edilen veriler arasında, depremleri önceden kestirebilecek parametre olarak deniz suyu sıcaklığı değişimi öne çıksa da deniz suyunda gözlemlenen ani sıcaklık düşüşünün farklı modeller ile açıklanabileceği öngörülmüştür. Verilerin işlenmesi ve grafiklerin oluşturulması sonucunda orta büyüklükteki ($M_w \leq 7.0$) depremler ile istasyon verileri arasında ilişki kurulmaya çalışılmış ancak hava ve deniz suyu sıcaklığındaki değişiklikler ile yağış miktarı veya rüzgâr hızının deprem ile herhangi bir bağı bulunamamıştır.

Yaptığımız incelemeler sonucunda deniz suyu, hava sıcaklığı, yağış veya rüzgâr hızı ile depremsellik arasında bir bağlantının olmadığını söylemek yerinde olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan verileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne, metnin düzenlenmesindeki katkılarından dolayı hakem ve editörlere teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Acar Deniz Z., Uslan E., 2018. Ekstrem Soğuk Hava Dalgası: Ocak 2017, *Gaziantep University Journal of Social Scienses*, 17(3), 761-773, <https://doi.org/10.21547/jss.384518>.

AFAD, 2024. Aletsel Dönem Deprem Kataloğu (1900-Günümüz $M \geq 4.0$), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/event-instrumental>.

Akhoondzadeh M., Parrot M., Saradjian M.R., 2010. Electron and ion density variations before strong earthquakes ($M > 6.0$) using DEMETER and GPS data, *Nat Hazards Earth Syst Sci*, 10(1), 7-18.

Aksoy E., Akgun E., Softa M., Kocbulut F., Sozibilir H., Tatar O., Erol S.C., 2023. Effect on the Eastern Anatolian Fault Zone Erkenek and Pazarcik Segments of the 6 February 2023 Pazarcik (Kahramanmaraş) Earthquake: Observations from Celikhan-Golbasi (Adiyaman), *Turk Deprem Arastirma Dergisi*, 5(1), 85-104, <https://doi.org/10.46464/tdad.1280408>.

Biagi P.F., Ermini A., Cozzi E., Khatkevich Y.M., Gordeev E.I., 2000. Hydrogeochemical precursors in Kamchatka (Russia) related to the strongest earthquakes in 1988–1997, *Nat Hazards*, 21(2-3), 263-276.

Cui Y.J., Ouzounov D., Hatzopoulos N., Sun K., Zou Z., Du J.G., 2017. Satellite observation of CH₄ and CO anomalies associated with the Wenchuan MS 8.0 and Lushan MS 7.0 earthquakes in China, *Chem Geol*, 469, 185-191.

Inazu D., Ito Y., Hino R., Tanikawa W., 2023. Abrupt water temperature increases near seafloor during the 2011 Tohoku earthquake, *Progress in Earth and Planetary Science*, 10(1), 24.

Jing F., Singh R.P., Sun K., Shen X.H., 2018. Passive microwave response associated with two main earthquakes in Tibetan Plateau, *China. Adv Space Res.*, 62(7), 1675-1689.

Kämpf J., Chapman P., 2016. Upwelling systems of the world (pp. 31-42), Springer International Publishing Switzerland.

King C.Y., 1978. Radon emanation on SAN-ANDREAS fault, *Nature*, 271(5645), 516-519.

King C.Y., Azuma S., Ohno M., Asai Y., He P., Kitagawa Y., Igarashi G., Wakita H., 2000. In search of earthquake precursors in the water-level data of 16 closely clustered wells at Tono, Japan, *Geophys J Int.*, 143(2), 469-477.

Leary P.C., Malin P.E., 1984. Ground deformation events preceding the homestead valley earthquakes, *Bull Seismol Soc Am.*, 74(5), 1799-1817.

MGM 2024. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı, Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/birimler.aspx>.

Mogi K., Mochizuki H., Kurokawa Y., 1989. Temperature-changes in an artesian spring at Usami in the Izu Peninsula (Japan) and their relation of earthquakes, *Tectonophysics*, 159(1-2), 95-108.

Ouzounov D., Pulnits S., Romanov A., Romanov A., Tsybulya K., Davidenko D., Kafatos M., Taylor P., 2011. Atmosphere-ionosphere response to the M9 Tohoku earthquake revealed by multi-instrument space-borne and ground observations: preliminary results, *Earthq Sci.*, 24(6), 557-564.

Pavlopoulos K., Kapsimalis V., Theodorakopoulou K., Panagiotopoulosloannis I., 2012. Vertical displacement trends in the Aegean coastal zone (NE Mediterranean) during the Holocene assessed by geo-archaeological data, *The Holocene*, 22(6), 717-728.

Pierce E.T., 1976. Atmospheric electricity and earthquake prediction, *Geophys Res Lett.*, 3(3), 185-188.

Pulinets S.A., Ouzounov D., Ciralo L., Singh R., Cervone G., Leyva A., Dunajicka M., Karelin A.V., Boyarchuk K.A., Kotsarenko A., 2006. Thermal, atmospheric and ionospheric anomalies around the time of the Colima M7.8 earthquake of 21 January 2003, *Ann Geophys.*, 24(3), 835-849.

Qin K., Wu L.X., De Santis A., Wang H., 2011. Surface latent heat flux anomalies before the M-S 7.1 New Zealand earthquake 2010, *Chin Sci Bull.*, 56(31), 3273-3280.

Singh R.P., Bhoi S., Sahoo A.K., 2002. Changes observed in land and ocean after Gujarat earthquake of 26 January 2001 using IRS data, *Int J Remote Sens.*, 23(16), 3123-3128.

Uslan E., Usta A., 2023. Trakya'nın Unutulmuş Depremi 1752 Havsa, Trakya Üniversiteler Birliği 7. Lisansüstü Öğrenci Kongresi 7-8 Aralık 2023 Edirne, Türkiye.

Uyeda S., Nagao T., Kamogawa M., 2009. Short-term earthquake prediction: current status of seismo-electromagnetics, *Tectonophysics*, 470(3-4), 205-213.

Zhang L., Jiang M., Jing F., 2022. Sea temperature variation associated with the 2021 Haiti Mw 7.2 earthquake and possible mechanism, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 13(1), 2840-2863.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı (*deprem verisi*), Meteoroloji Genel Müdürlüğü (*istasyon verileri*)

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında yer alan bilgiler; herhangi bir kişiye, kuruma, ekipmana çıkar sağlamayı veya kişisel/kurumsal menfaat kazandırmayı amaçlamamaktadır. Çalışma kapsamında herhangi bir çıkar çatışması/ilişkisi yoktur.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Veri derleme (*Compilation of data*): E.U.
- Verilerin analiz edilmesi (*Analysis of data*): E.U.
- Makale yazımı (*Writing*): E.U., E.U.U.
- Şekil hazırlanması (*Preparation of figures*): E.U.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): E.U.U.
- Düzenleme, Kontrol (*Editing and checking of manuscript*): E.U.U.



Buried Pipe Behavior subjected to Seismic Effects: Christchurch Earthquake Case Study

Muhammet Ceylan ^{1,3}, Berk Yagcioglu ², Engin Nacaroglu ² and Selcuk Toprak ³

¹ Istanbul Gelisim University, Gelisim Vocational School, Department of Construction, 34315 Istanbul, Turkiye

² Pamukkale University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 20160 Denizli, Turkiye

³ Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 41400 Kocaeli, Turkiye
ORCID: 0000-0001-6258-9314, 0000-0003-3156-2287, 0000-0002-0693-6534, 0000-0002-6704-9752

Keywords

Earthquake, Infrastructure systems, Numerical modeling, Christchurch

Highlights

- * Seismic behavior of cemented pipes were investigated
- * The effects of transient ground deformations on pipelines were evaluated
- * Case study for AC pipeline caused by Christchurch earthquake was performed

Aim

It is aimed to address the behavior of infrastructure systems under seismic effects in detail

Location

Christchurch, New Zealand

Methods

To address the behavior of the pipelines, a dynamic case analysis was performed using the finite element method

Results

The effect of transient ground deformations on asbestos cement pipes was demonstrated

Supporting Institutions

TUBITAK and NZGD (New Zealand Geotechnical Database)

Financial Disclosure:

Supported by Pamukkale University Scientific Research Coordination Office with project number 2019FEBE013

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest:

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 22.05.2024

Revised: 17.10.2024

Accepted: 23.10.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1486701



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Muhammet Ceylan

Email: muceylan@gelisim.edu.tr

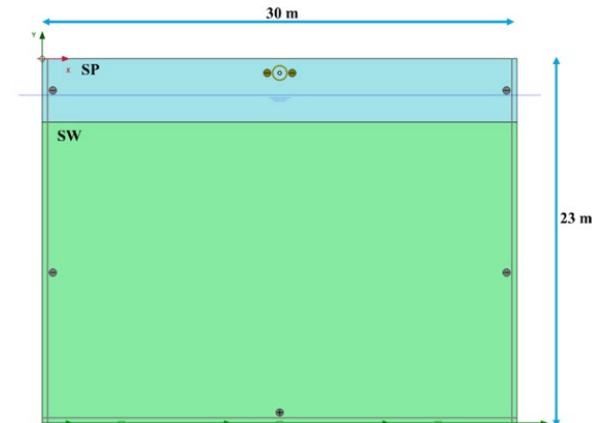


Figure
The numerical model for dynamic pipeline analysis

How to cite:

Ceylan M., Yagcioglu B., Nacaroglu E., Toprak S., 2024. Buried Pipe Behavior subjected to Seismic Effects: Christchurch Earthquake Case Study, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 471-487, <https://doi.org/10.46464/tdad.1486701>.



TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



Sismik Etkiler Altında Gömülü Boru Davranışı: Christchurch Depremi Vaka Analizi

Muhammet Ceylan ^{1,3}, Berk Yağcıoğlu ², Engin Nacaroglu ² ve Selçuk Toprak ³

¹ *Istanbul Gelişim Üniversitesi, Gelişim Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 34315 İstanbul, Türkiye*
² *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye*
³ *Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 41400 Kocaeli, Türkiye*
ORCID: 0000-0001-6258-9314, 0000-0003-3156-2287, 0000-0002-0693-6534, 0000-0002-6704-9752

ÖZET

Gömülü boru hatlarının sismik performansı, afetler sonrasında boruların servisini sürdürmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Şubat 2011'deki 6.2 M_w büyüklüğündeki Christchurch depremi içme suyu dağıtım şebekesinde büyük hasarlar oluşmasına sebep olmuştur. Bu çalışmada asbestli çimento boru (AC) hattı üzerinde gerçekleştirilen nümerik vaka analizi ile yüzey dalgalarının boru hattı üzerinde oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Gömülü boru hatları, yüzey dalgası yayılma etkileri altında hem görece rijit hem de esnek davranışlar sergileyebilirken, bu çalışma rijit özellik gösteren asbestli çimento borularının davranışlarına odaklanmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemine dayanan Plaxis 2D ile 2011 Christchurch depreminde hasar meydana gelen AC tipi boru üzerinde dinamik vaka analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar, Ghirmay (2016) tarafından AC boru hatları üzerinde uygulanan yükleme deneyi sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler

Deprem, Altyapı sistemleri, Nümerik modelleme, Christchurch

Öne Çıkanlar

- * Çimentolu boruların sismik davranışı araştırılmıştır
- * Geçici yer deformasyonlarının boru hatları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir
- * Christchurch depreminin neden olduğu AC boru hattı için vaka analizi uygulanmıştır

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 22.05.2024
Düzeltilme: 17.10.2024
Kabul: 23.10.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1486701

Sorumlu yazar

Muhammet Ceylan
Eposta:
muceylan@gelisim.edu.tr

Buried Pipe Behavior subjected to Seismic Effects: Christchurch Earthquake Case Study

Muhammet Ceylan ^{1,3}, Berk Yagcioglu ², Engin Nacaroglu ² and Selcuk Toprak ³

¹ *Istanbul Gelisim University, Gelisim Vocational School, Department of Construction, 34315 Istanbul, Turkiye*
² *Pamukkale University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 20160 Denizli, Turkiye*
³ *Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 41400 Kocaeli, Turkiye*
ORCID: 0000-0001-6258-9314, 0000-0003-3156-2287, 0000-0002-0693-6534, 0000-0002-6704-9752

ABSTRACT

The seismic performance of buried pipelines is critical to their continued service after disasters. The 6.2 M_w Christchurch earthquake in February 2011 caused extensive damage to the drinking water distribution network. In this study, the effects of surface waves on the pipeline were investigated through a numerical case study on an asbestos cement (AC) pipeline. While buried pipelines can exhibit both relatively rigid and flexible behavior under surface wave propagation effects, this study focuses on the behavior of asbestos cement pipes, which exhibit rigid characteristics. Using Plaxis 2D based on the finite element method, a dynamic case analysis was performed on the AC type pipe damaged in the 2011 Christchurch earthquake and the results were compared with the results of the axial loading test conducted by Ghirmay (2016) on AC pipelines.

Keywords

Earthquake, Infrastructure systems, Numerical modeling, Christchurch

Highlights

- * Seismic behavior of cemented pipes were investigated
- * The effects of transient ground deformations on pipelines were evaluated
- * Case study for AC pipeline caused by Christchurch earthquake was performed

Manuscript

Research Article

Received: 22.05.2024
Revised: 17.10.2024
Accepted: 23.10.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1486701

Corresponding Author

Muhammet Ceylan
Email:
muceylan@gelisim.edu.tr

1. GİRİŞ

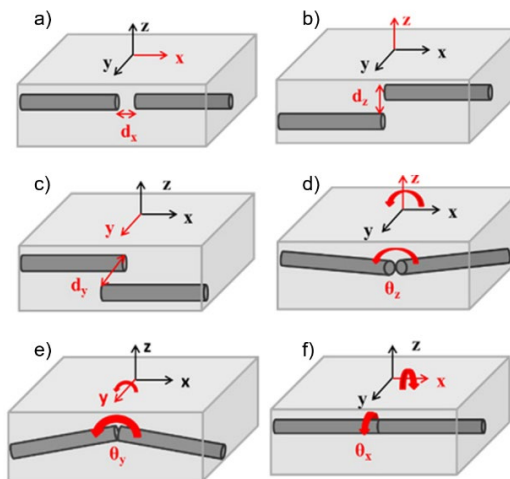
Altyapı sistemlerinde büyük depremler sebebiyle meydana gelen hasarlar toplum hayatına doğrudan etki etmektedir. Şehirleşmenin arttığı 20. Yüzyılda büyük depremlere maruz kalan kentlerde oluşan altyapı hasarları deprem sonrasında hayatın normal akışına dönmelerini geciktirmektedir. 1971 San Fernando Depremi, 1999 Kocaeli Depremi, 1999 Chi-Chi depremi, 2023 Kahramanmaraş depremleri ve benzeri depremlerde alt yapı sistemleri büyük hasarlar almışlardır (Isenberg 1978, Ansal ve diğ. 2008, EERI 1999, EERI 2023, GTU 2023, Toprak ve diğ. 2024). Bu hasarlar depremlerin farklı etkileri sebebiyle oluşmaktadır ve boruların performans değerlendirmelerinde hasar sebepleri ile yapılan analizler uyumlu olmalıdır. Örnek olarak 1999 Chi-Chi depreminde su borusu hasarlarının %48'inin yer sarsıntısı, %16'sının yanal yer hareketi, %9'unun düşey yer hareketi, %11'inin zemin yenilmesi, %10'unun yüzey çatlak ve yarıkları kaynaklı olduğu raporlanmıştır (Wang 2000, Chen ve diğ. 2002, Shih ve diğ. 2006, Nair ve diğ. 2018).

Deprem kaynaklı boru hasarları genellikle literatürde davranışsal olarak 2 şekilde ele alınmaktadır. Bu hasarlara sebep olan deprem etkileri kalıcı yer deformasyonları (KYD) veya yer sarsıntısına bağlı geçici yer deformasyonları (GYD) olarak incelenebilir. Geçici yer deformasyonları depremler sırasında oluşan deprem sonrası etkisi geçen zemin deformasyonlarıdır. Kalıcı yer deformasyonları ise fay atımı, oturmalar, sıvılaşma deformasyonları (yanal yayılma, oturma) veya şev yenilmeleri gibi deprem sonrası da etkisini koruyan yer deformasyonlarıdır. Genel olarak GYD ile boru hasarlarının ilişkilendirilmesinde deprem şiddet parametreleri (PGA, PGV vb.) ve boru hasarları arasındaki geliştirilen ilişkiler kullanılır (Barenberg 1988, Toprak ve diğ. 2008). Vaka verileri ile geliştirilen ilişkiler, sismik tehlike analizleri ile elde edilmiş tasarım deprem parametreleri ile kullanılarak bölgesel altyapı tasarımı ve deprem senaryosu hasar tahmini yapılabilir (Toprak ve Taşkın 2007). Sıvılaşma şiddeti katsayısı (LSN) için geliştirilmiş hasar ilişkileri LSN parametresinin özelliklerinden dolayı sıvılaşma kaynaklı oturmaları göz önüne alabilmektedir (Toprak ve diğ. 2019). Şev yenilmelerinde ise sonlu elemanlar analizlerinde kullanılan bünye modelleri şev deplasmanı hesabı yapabilecek yeterliliktedir. Sıvılaşma kaynaklı yanal yayılma nedeniyle oluşacak kalıcı yer deformasyonlarında ise yanal yayılma genellikle ampirik yaklaşımlarla hesaplanır ve deplasman olarak modelde borulara doğrudan boru-zemin etkileşim yayları ile tanımlanır (El Hmadi ve O'Rourke 1988, Vasseghi ve diğ. 2021). Fay atımlarında fayın sınırlarını belirlediği atımın gerçekleştiği blok sabit bir yer değiştirme etkisi altındadır bu nedenle 3 boyutlu modeldeki fay atımı kaynaklı deplasmanların model çıktısı olarak belirlenmesi gerekmemektedir. 3 boyutlu model uygulamalarında fayın ayırdığı bloğa doğrudan girdi verisi olarak blok deplasmanı (fay atımı) etki ettirilebilir. Özet olarak fay atımlarında zemin deplasmanlarının model içinde belirlenmesinin gerekmemesi ve model dışında tespit edilen bu yer değiştirmelerin modele doğrudan girdi olarak tanımlanması nedeniyle fay atımlarında oluşacak hasarların tespit edilmesinde doğrudan zeminin 3 boyutlu olarak modellendiği sonlu elemanlar analizleri kullanılabilir (Vazouras ve diğ. 2010, Kaya ve diğ. 2017, Uçkan ve diğ. 2024).

Tüm çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde GYD etkilerinin bölgeden elde edilen verilere bağlı olarak daha geniş çaplı olduğu ve sadece KYD etkilerinin daha lokal olarak değerlendirildiği görülmektedir (fay üzerindeki borular veya şev bölgesindeki borular vb.). Bu çalışmada ise sismik etkiler (GYD) altında hasar gördüğü düşünülen bir borunun pekleşebilir modeller ile bölgesel sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Analizlerde daha yaygın kullanılan konum PGA veya PGV'sine bağlı hasar ilişkilerinin kullanılması yerine, doğrudan ivme kaydına bağlı analizler gerçekleştirilmiştir. Çok sayıda zemin ve boru hasarı verisine bağlı olarak geliştirilen hasar ilişkisine bağlı hasar tespiti yerine lokal analizlerin avantajı ise özellikle sağlıklı veri toplanamayan geniş bölgelerdeki stratejik ve şebeke için önemli boru hasarlarının tasarım depremlerine göre belirlenebilmesidir. GYD kaynaklı hasarların tespit edilmesinde zaman tanım alanındaki bölgesel analizlerin uygulanabilirliği ve yöntemin hasar tespit yeterliliği değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında GYD etkisi altında olan AC boru hattı için sonlu elemanlar yöntemi ile vaka analizi uygulanmıştır. Çalışma alanı olarak Yeni Zelanda'da bulunan Christchurch şehri seçilmiştir. Christchurch 22 Şubat 2011 tarihinde 6.2 M_w büyüklüğünde Canterbury deprem dizisinin en büyük depremlerinden olan Christchurch depremine maruz kalmıştır. Deprem sebebi ile bölgede bulunan içme suyu boru hatlarında büyük çaplı hasarlar oluşmuş ve sistem su servisini 15 gün boyunca sağlayamamıştır. Bölgede meydana gelen sıvılaşma nedeni ile kum kaynamaları, geniş çaplı yanıl yayılmalar ve oturmalar meydana gelmiştir. Depremden önce ve sonra Christchurch Şehir Komisyonu (CCC) ve Daha Güçlü Christchurch Altyapı İnşa Takımı (SCIRT) tarafından yapılan saha çalışmaları hem geoteknik açıdan hem de boru hasar altyapısı açısından zengin bir veri tabanı oluşmasını sağlamıştır. Christchurch dağıtım şebekesinde (1730 km) bulunan farklı tip ve çaplardaki borularda 1502 adet hasar meydana gelmiştir (Nacaroğlu 2017, Toprak ve diğ. 2019). Depremden sonra saha çalışmaları ile sıvılaşan bölgeler belirlenmiş olup Canterbury Geoteknik veri tabanında coğrafi bilgi sistemleri dosyası olarak bulunmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak meydana gelen boru hasarları ile sıvılaşma bölgesi çakıştırılmıştır. Böylelikle boru hasarlarının hangi etkilerden dolayı meydana geldiğinin tahmin edilmesi mümkün olmuştur (O'Rourke ve diğ. 2014). Bölgede meydana gelen boru hasarlarının büyük bir çoğunluğu KYD sebeplerinden olan sıvılaşma nedeniyle meydana gelmiştir.

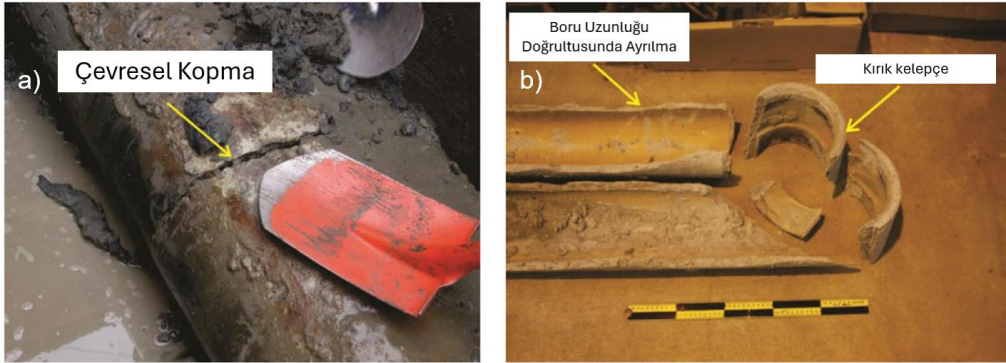
Christchurch dağıtım şebekesi genellikle asbestli çimento (AC), dökme demir (CI) ve polivinil klorür (PVC) tipi borulardan meydana gelmektedir. Bu çalışma kapsamında dağıtım şebekesi içerisinde en fazla uzunluğa sahip olan Asbestli borular (AC) için detaylı nümerik analizler yapılmıştır. Ayala ve O'Rourke (1989) çalışmasında 1985 Michoacan depreminden sonra AC borularda önemli onarımlar yapıldığını bildirmiştir. Beton iletim hatlarının birleşim noktalarında yoğunlaşan 60 hasar onarımı yapılmıştır. Ayala ve O'Rourke (1989) bu depremde su sistemi hasarlarının çoğunun sismik dalga yayılma etkilerinden kaynaklandığını belirtmiştir. Christchurch depreminde ise boru hasarlarının %69'u AC borularda meydana gelmiştir. AC boru hasarlarının %15'i ise sıvılaşma gerçekleşmeyen bölgelerde oluşmuştur (O'Rourke ve diğ. 2012). Segmentli borularda bağlantı tipi ve geometrisi, aksel ve/veya enine yer hareketlerine maruz kalan boru sisteminin performansını önemli ölçüde etkilemektedir (Wham ve diğ. 2019). GYD etkisi yerel olarak zayıf bir bağlantıda veya çevresel çatlakta odaklandığı zaman, Şekil 1'de gösterildiği gibi altı olası deformasyon modu meydana gelebilir: aksel, enine dikey ve yatay yer değiştirme, dikey ve yatay dönme ve burulma (Argyrou ve diğ. 2018).



Şekil 1: Sismik dalga etkileşimi nedeniyle zayıf bir eklemden veya çevresel çatlakta meydana gelen deformasyonlar a) Aksel deplasman, b) Dikey deplasman, c) Yatay deplasman, d) Yatay dönme, e) Dikey dönme, f) Burulma (Argyrou ve diğ. 2018)

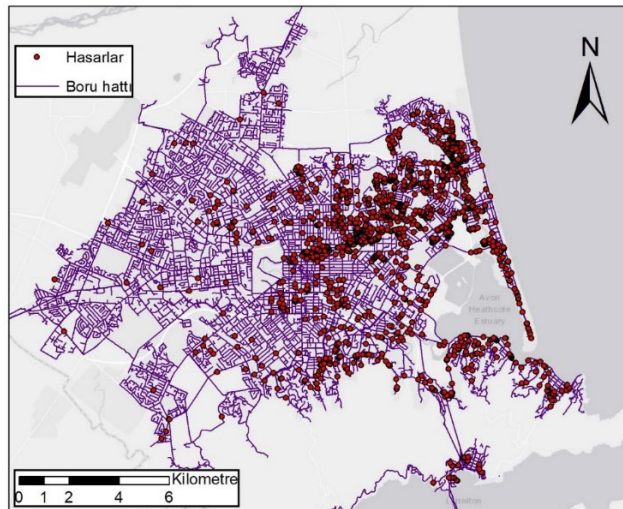
Figure 1: Deformations in a weak joint or circumferential crack due to seismic wave interaction a) Axial displacement, b) Vertical displacement, c) Horizontal displacement, d) Horizontal rotation, e) Vertical rotation, f) Torsion (Argyrou et al. 2018)

Şekil 2'de Christchurch depremi sonucu oluşmuş hasarlar ile ilgili boru uzunluk eksenini doğrultusunda ve boru kesiti doğrultusunda hasar örnekleri verilmiştir (Cubrinovski ve diğ. 2014).



Şekil 2: AC boru hasarları a) Çevresel hasar, b) Boru uzunluğunda hasar (Cubrinovski ve diğ. 2014)
Figure 2: AC pipe damages a) Circumferential split, b) Broken collar and longitudinal split (Cubrinovski et al. 2014)

Analizlerin 2 boyutlu olarak gerçekleştirilebilmesi için ön koşul doğrulamaları yapılması gerekmektedir. Bu nedenle yanal yayılma ve sıvılaşma kaynaklı oturmaların sınırlı olduğu bir boru nümerik analizler için seçilmiştir. Boru uzunluğu boyunca oluşan deplasmanlar LiDAR (Beavan ve diğ. 2012) görüntüleri ile deprem öncesi ve sonrası için değerlendirilmiştir (Toprak ve diğ. 2018) ve boruda oluşan hasarın boru uzunluğu boyunca oluşan yer deformasyonlarına bağlı eğilme, çekme ve basınç kaynaklı olmadığı ön koşulu doğrulanmıştır. Doğrulamaların amacı analizlerin istenen davranışı sağlaması için borunun eksenini boyunca göreceli olarak farklı deformasyonlar etkisinde değil incelenen kesit üzerinde hasar görmesi gerekliliğidir. Diğer bir koşul ise incelenen boruda oluşan hasarın boru gövdesinde gerçekleşmiş olmasıdır ve belirtilen tüm koşulları sağlayacak bir AC boru analizler için seçilmiştir. Şekil 3'te Christchurch dağıtım şebekesi ve deprem nedeniyle farklı tipteki ve çaptaki borularda meydana gelen hasarları göstermektedir (Ceylan 2020).



Şekil 3: Christchurch dağıtım şebekesi boru hatları ve hasarları (Ceylan 2020)
Figure 3: Christchurch distribution network pipelines and damages (Ceylan 2020)

Nümerik analizlerde kullanılacak olan geoteknik veriler Yeni Zelanda Geoteknik Veri tabanından (NZGD) çevrimiçi olarak elde edilmiştir. Geniş çaplı çalışma verisinin olması bölge için detaylı çalışmalar yapılması için büyük fırsat oluşturmaktadır.

2. YÖNTEM VE VERİ

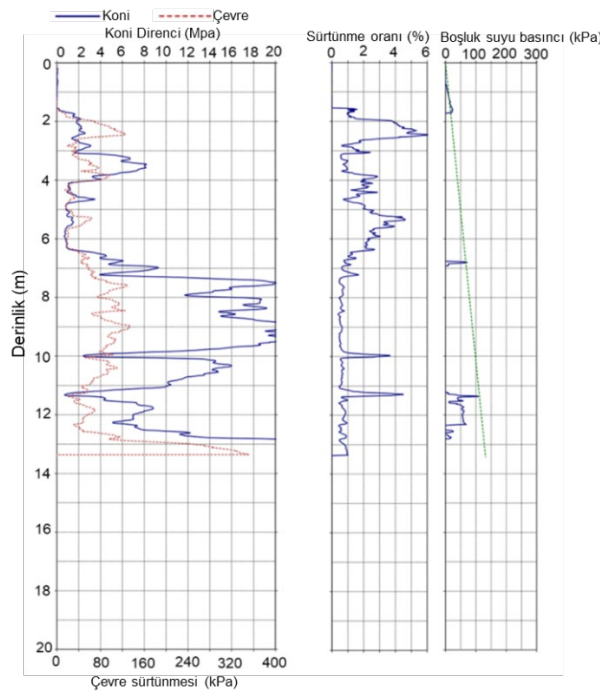
Geoteknik problemlerde nümerik modellerin kullanımı yaygın bir hal almıştır. Analizin yükleme koşulları ve zemin tipi davranış modellerinin seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Davranış modelleri yükleme ile zeminlerde meydana gelen şekil değiştirmelerdeki değişimleri plastik veya elastik şekilde tanımlamamıza olanak sağlar. Bir zemin tabakasının dinamik davranış analizini yapabilmek için genellikle uygulanması gereken adımlar;

- I. Statik ve tekrarlı yüklemeler altındaki davranışı tanımlamak için zemin katmanının dağılımı, yer altı su seviyesi ve zeminin mekanik özellikleri açısından tanımlanması,
- II. Mevcut yönetmeliklere uygun şekilde belirli bir sahaya göre sismik giriş hareketinin belirlenmesi,
- III. Uygun dinamik sınır şartları içeren nümerik modelin tanımlanmasıdır.

Çalışma kapsamında Plaxis 2D programı ile Christchurch depreminde hasar gören AC tipi boru için dinamik analizler uygulanmıştır. Boru hasarının seçiminde nümerik modeli oluşturmak için gerekli sondaj verisinin varlığına ve hasar konumunun deprem kayıt istasyonuna yakın olmasına dikkat edilmiştir. Bölge için oluşturulan veri tabanında AC FID433 kodu ile oluşturulan hasar, analizler için seçilmiştir.

2.1) Zemin ve Boru Özellikleri

Nümerik modellerin en önemli aşamalarından biri zemin modelinin vaka analizine uygun olarak seçilip model kalibrasyonlarının yapılmasıdır. Plaxis bünyesinde Mohr-Coulomb, Soft Soil, Hardening Soil, Hardening Soil Small Strain ve UBC3D-PLM gibi birçok davranış modeli bulunmaktadır. Bazı modellere de kullanıcı tanımlı olarak erişim sağlanabilmektedir. Sismik dalgaların zemin modeli içerisinde ilerleyişini gerçekçi olarak temsil edebilmek ve yüklem-boşaltma durumunda zeminin doğrusal olmayan davranışını ortaya koyabilmek için Pekleşen zemin modeli (Hardening Soil Small Strain) seçilmiştir. HS-small model, 13 kurucu parametre ile karakterize edilmektedir. NZGD (2024) veri tabanından elde edilen CPT_439, BHCBD-19 ve Borehole_76451 sondaj verileri kullanılarak zemin özellikleri belirlenmiştir. Şekil 4 CPT_439 verilerini göstermektedir.



Şekil 4: CPT deneyi verisi (NZGD 2024)
Figure 4: CPT test data (NZGD 2024)

Pekleşen zemin modeli (Hardening Soil Small Strain) parametrelerini elde etmek için kumlu zeminlerde Brinkgreve ve diğ. (2010) tarafından önerilen eşitlikler kullanılmıştır. Ayrıca kayma dalgası hızı (V_s) McGann ve diğ. (2015) tarafından Christchurch zemininde 30 m'den daha sığ zeminler için oluşturulmuş Denklem 1'de yer alan CPT- V_s arasındaki korelasyon kullanılmıştır.

$$V_s = 18.4q_c^{0.144} f_s^{0.0832} z^{0.278} \quad (1)$$

Burada q_c (kPa) konik uç direnci, f_s (kPa) sürtünme direnci ve z (m) ise tabaka kalınlığıdır. Brinkgreve ve diğ. (2010) tarafından önerilen ilişkiler Denklem 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9'da verilmiştir.

$$\gamma_k = 15 + 4.0D_r/100 \text{ [kN/m}^3\text{]} \quad (2)$$

$$\gamma_d = 19 + 1.6D_r/100 \text{ [kN/m}^3\text{]} \quad (3)$$

$$E_{50}^{ref} = 60000D_r/100 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (4)$$

$$E_{oed}^{ref} = 60000D_r/100 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (5)$$

$$E_{ur}^{ref} = 180000D_r/100 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (6)$$

$$\varphi = 28 + 12.5 D_r/100 \quad [^\circ] \quad (7)$$

$$G_0 = 60000 + 68000D_r/100 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (8)$$

$$\gamma_{0.7} = (2 - D_r/100) \times 10^{-4} \quad (9)$$

Denklemlerde verilen γ_k (kN/m³) kuru birim hacim ağırlık, γ_d (kN/m³) doymun birim hacim ağırlık, E_{50}^{ref} (kN/m²) sekant rijitliği, E_{oed}^{ref} (kN/m²) tanjant rijitliği, E_{ur}^{ref} (kN/m²) yükleme-boşaltma rijitliği, φ (°) içsel sürtünme açısı, G_0 (kN/m²) kayma modülü, $\gamma_{0.7}$ (birimsiz) kayma deformasyon seviyesi, D_r (birimsiz) rölatif sıklıktır.

SP ve SW katmanından oluşan zemin modeli sırasıyla 4 m ve 19 m tabaka kalınlığında olmak üzere 23 m derinliğinde 30 m genişliğinde oluşturulmuştur. Tablo 1 Pekleşen zemin modeli (Hardening Soil Small Strain) parametrelerini göstermektedir.

Tablo 1: Brinkgreve ve diğ. (2010) tarafından kumlu zeminler için önerilen eşitlikler
Table 1: Equations proposed by Brinkgreve et al. (2010) for sandy soils

Zemin türü	SP (Dr: %25)	SW (Dr: %75)
Malzeme modeli	HS SS	HS SS
Model davranış tipi	Drenajlı	Drenajlı
Kuru birim hacim ağırlık (γ_k , kN/m ³)	16	18
Doymun birim hacim ağırlık (γ_d , kN/m ³)	19.4	20.2
İleri düzey parametreleri		
	SP (Dr: %25)	SW (Dr: %75)
Sekant rijitliği (E_{50}^{ref} , Mpa)	15	45
Tanjant rijitliği (E_{oed}^{ref} , Mpa)	15	45
Yükleme-boşaltma rijitliği (E_{ur}^{ref} , Mpa)	45	135
Kayma modülü (G_0^{ref} , MPa)	77	111
Kayma deformasyon seviyesi ($\gamma_{0.7}$)	1.75E-4	1.25E-4
Kohezyon (c_{ref} , kPa)	1	1
İçsel sürtünme açısı (ϕ')	31	37
Dilatansi açısı (ψ)	1	7
Poisson oranı (ν_{ur})	0.2	0.2

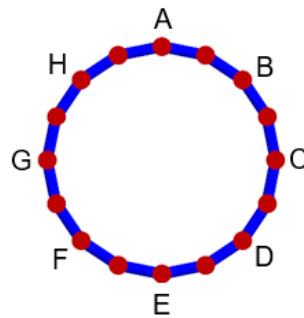
Model içerisinde AC boru hattı yüzeyden itibaren 1 m derinlikte SP katmanı içerisinde bulunmaktadır. Sismik sarsıntı sırasında boru ile zemin arasında sürtünmeden dolayı gerçekleşecek etkileşimi gerçekçi şekilde ortaya koyabilmek için arayüzey (Interface) tanımlanması yapılmıştır.

20'nci Yüzyılın başlarından itibaren Christchurch eyaletinde içme suyu boru hattı olarak asbestli borular (AC) kullanılmıştır. 1950-1960'lardan itibaren dökme demir borular, 1980-1990'lı yıllardan itibaren yaygın olarak PVC tipi borular döşenmeye başlamıştır. 2011 Christchurch depreminde içme suyu şebekesinin büyük bir bölümünü oluşturan AC tipi borularda büyük hasarlar oluşmuştur. Çalışma kapsamında vaka analizi yapılan 200 mm çapındaki AC boru için malzeme özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Boru parametreleri
Table 2: Pipe parameters

	Değer	Birim	Boru çapı	İnşa yılı
Normal rijitlik (EA)	92644	kN/m	200 mm	1976
Eğilme rijitliği (EI)	843.2	kNm ² /m		
Birim ağırlık (w)	0.172	kN/m		
Poisson oranı(v)	0.15	-		

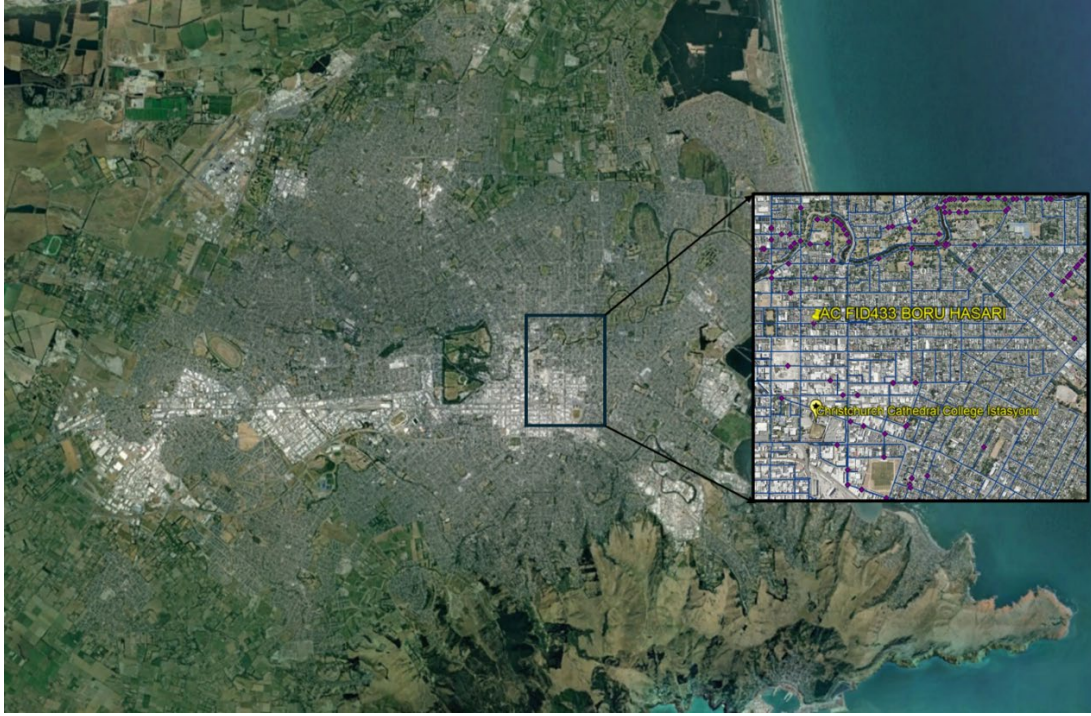
Plaxis 2D ile yapısal elemanları oluşturmanın farklı yolları mevcuttur. AC boru elemanı et kalınlığı düşünülerek kompozit solid eleman olarak tanımlanmıştır. Genel olarak, boru et kalınlıkları gibi sınırlı boyutlara sahip eleman geometrilerinde ağ (mesh) oluşturma aşamasında sorunlar gözlenebilmektedir. Bu nedenle boru elemanı üzerinde ekstra ağ tanımlaması yapılarak zemin ile boru bağlantısı sağlanmıştır. Malzeme özellikleri atanarak analiz öncesinde veri okuma noktaları işaretlenmiştir. Boru hattı üzerinde meydana gelen gerilme ve şekil değiştirmeleri elde edebilmek için analiz öncesinde Şekil 5'te görülen noktalar seçilmiştir. Boru üzerinde yaklaşık olarak 22.5 açılarla nokta (node) olarak yerleştirilmiştir.



Şekil 5: AC boru üzerinde seçilen analiz noktaları
Figure 5: Analysis points selected on the AC pipe

2.2) Deprem Özellikleri

Dinamik analizlerde deprem verisi olarak 2011 yılında Yeni Zelanda'da meydana gelen Canterbury deprem dizisinin büyük depremlerinden biri olan 6.2 M_w büyüklüğündeki Christchurch depremi kullanılmıştır. Depremin odak noktasının şehir merkezine yakın olması sebebiyle deprem bölgede yıkıcı bir etki göstermiştir. Deprem nedeniyle AC boru hattı hasarı Christchurch şehrinin Worcester caddesinde meydana gelmiştir (Şekil 6). Tablo 3'te Christchurch depreminin bazı kayıt istasyonlarından alınan PGA değerleri ve odak derinlikleri görülmektedir.

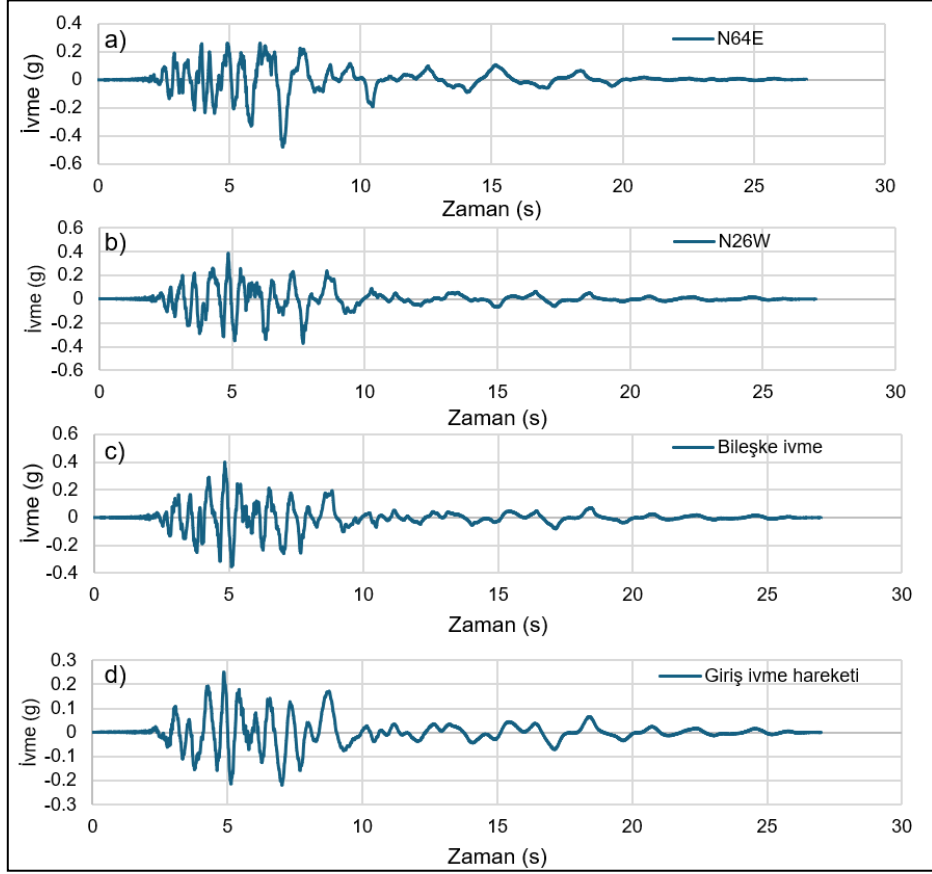


Şekil 6: AC boru hattı hasarı ve CCCC yer hareketi istasyonu konumu
Figure 6: The location of AC pipe damage and CCCC ground motion station

Tablo 3: Christchurch depremi için istasyon bilgileri
Table 3: Station information for Christchurch earthquake

İstasyon kodu	İstasyon	Bileşenleri	Odak derinliği [km]	PGA [g]
CMHS	Christchurch Cashmere High School	N10E S80E	6.0 6.0	0.40 0.34
CHHC	Christchurch Hospital	N01W S89W	8.0 8.0	0.34 0.36
CBGS	Christchurch Botanic Gardens	N89W S01W	9.0 9.0	0.55 0.45
CCCC	Christchurch Cathedral College	N64E N26W	6.0 6.0	0.47 0.38
SHLC	Shirley Library	S40W S50E	9.0 9.0	0.31 0.34

Sismik analizlerde AC hasar noktasına 1 km mesafede yer alan Christchurch Cathedral College (CCCC) kayıt istasyonundan alınan ivme kayıtları kullanılmıştır (PEER 2013). İki boyutlu analizlerde deprem verisi boru doğrultusuna dik olarak etki etmektedir. Dolayısıyla Christchurch Cathedral College (CCCC) istasyonundan alınan N64E ve N26W ivme-zaman verileri kullanılarak boru doğrultusuna dik bileşke ivme elde edilmiştir ve ilgili ivme-zaman grafikleri sırasıyla Şekil 7a, b ve c'de gösterilmiştir. Elde edilen, bu ivme takımının yüzey kayıdır. Model derinliğinde tanımlanacak olan sismik girdi kaydını elde etmek için ters evrişim (deconvolution) işlemi uygulanmıştır. Tek boyutlu zemin tepki analizleri programı olan Deepsoil V7.0 ile ters evrişim analizi yapılmıştır (Şekil 7d). Deepsoil V7.0 doğrusal, eşdeğer doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerine olanak sağlamaktadır. Ters evrişim işleminin yalnızca doğrusal ve eşdeğer doğrusal analiz yöntemleri ile yapılması uygundur. Ayrıca gerilme miktarının artmasıyla birlikte modelde kayma modülü oranının azalması (G- γ) ve sönümlenme miktarının artması (ξ - γ) ilişkisi Darendeli (2001) tarafından kumlu zeminler için önerilen G- γ ve ξ - γ ilişkisi kullanılmıştır.



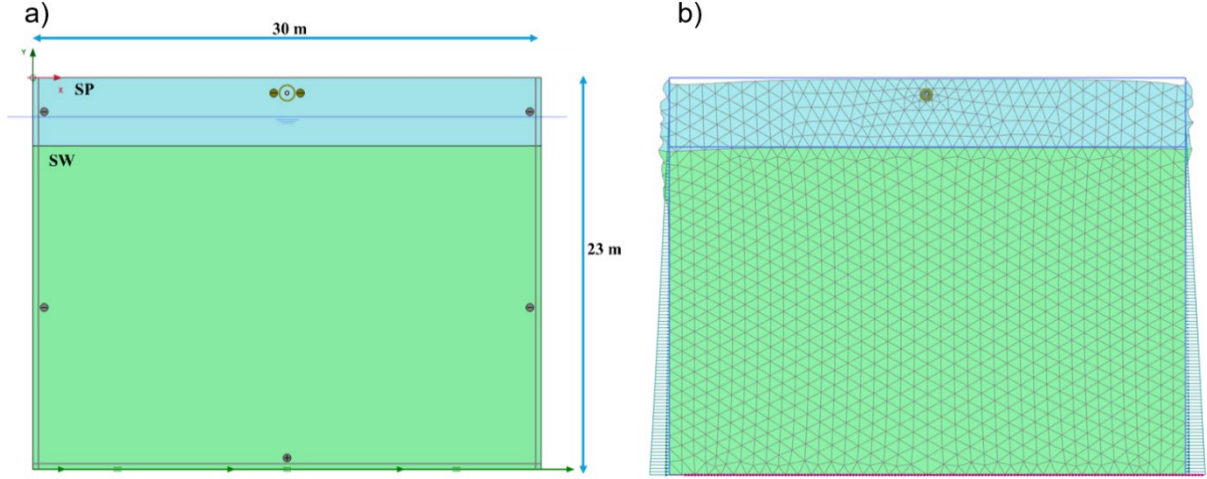
Şekil 7: İvme Kayıtları a) N64E yönlü ivme, b) N26W yönlü ivme, c) bileşke ivme, d) giriş ivme kaydı
Figure 7: Acceleration records a) N64E direction acceleration, b) N26W direction acceleration, c) combined acceleration, d) input acceleration record

2.3) Nümerik Model ve Kalibrasyonu

Plaxis 2D V22 paket programı aşamalı olarak analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır. Analiz 3 aşamada gerçekleştirilmiştir;

- I. Başlangıç şartları K_0 prosedürü ile oluşturulmuş,
- II. AC tipi boru yerleştirilmiş ve statik gerilmeler sağlanmış,
- III. Dinamik yükleme gerçekleştirilmiştir.

Şekil 8'de model geometrisi ve deforme sonlu elemanlar ağı görülmektedir. Bu sonuçlar depremin son anında elde edilen değerler olup deprem süresi boyunca elastik olarak daha büyük şekil değiştirmeler meydana gelebilmektedir. Bu yüzden yapısal değerlendirmelerde bulunmak için deprem süresi boyunca meydana gelen en büyük kuvvetler ve şekil değiştirmeler incelenmelidir. Analiz öncesinde seçilen noktalar üçgen mesh eleman içerisinde bulunan gerilme noktası ya da elemanın sınırlarında bulunan noktalardan (node) seçilebilmektedir.



Şekil 8: Sonlu eleman modelleri a) Geometrik model, b) Deforme sonlu elemanlar ağı
Figure 8: Finite element models a) Geometric model, b) Deformed finite element mesh

Nümerik modellerde, deprem dalgalarının malzeme modeli içinde gerçekçi bir şekilde ilerlemesi ve dalgaların model sınırlarına çarpıp geri yansımaması sağlanmalıdır. Model sınırlarında oluşabilecek yansımaları önlemek ve deprem girdisini doğru şekilde tanımlayabilmek için Plaxis içerisinde yan yüzeylerde serbest alan (Free Field) tabanda ise “compliant base” sınır şartı seçilmiştir.

Deprem dalgalarının zemin modeli içerisinde genliklerinin (ivme, deplasman vb.) değişiminin gerçekçi şekilde modelleyebilmek için Rayleigh sönümlenme parametreleri kullanılmıştır. Rayleigh sönümlenme matrisi (C), rijitlik matrisi (K) ve kütle Matrisinden (M) oluşmaktadır.

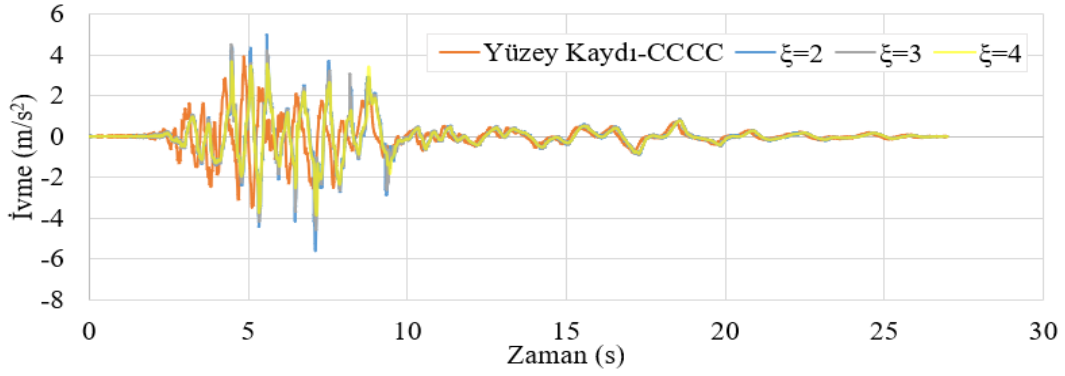
$$[C] = \alpha[M] + \beta[K] \quad (10)$$

Rayleigh sönümlenme parametreleri α ve β , hedef frekans değerleri (f_1 ve f_2) ve hedef sönüm oranları (ξ) ile otomatik olarak belirlenmektedir. Hudson ve diğ. (1994) çalışmalarında f_1 , zeminin tabakasının hâkim frekansı, f_2 ise f_{eq}/f_1 oranından büyük tek tam sayı olarak tanımlanmaktadır. f_{eq} ise giriş sinyalinin baskın frekans değeridir. Bu değer Fourier spektrumu kullanılarak elde edilebilir (PLAXIS 2018).

Nümerik analizlerde analizlerin hassaslığı sonlu elemanlar ağı (mesh) büyüklüğüne ve seçilen düğüm sayısına bağlıdır. Plaxis 2D 6 düğümlü ve 15 düğümlü üçgen eleman seçeneği sunmaktadır. Sonlu eleman ağındaki bulunan elemanların boyutu, analizlerin doğruluğu açısından önemlidir. Küçük boyutlarda oluşturulan sonlu elemanlar ağı hassas sonuçlar elde edilmesini sağlarken fazla analiz süreleri gerektirmektedir. Büyük boyutlarda uygulanması halinde ise modelin doğru sonuç veremeyeceği unutulmamalıdır. Bu yüzden eleman boyutlarının (EB) belirlenmesinde, literatürde sıklıkla ortalama eleman boyutunu bulmak için kullanılan eşitlik 11 kullanılmıştır.

$$EB = \frac{V_{s,min}}{8f_{max}} \quad (11)$$

Burada $V_{s,min}$ zemin tabakasındaki minimum kayma dalgası hızı, f_{max} ise ivme kaydının en büyük frekans içeriğidir. Yapılan karşılaştırmalar ile orta derecede (medium) seçeneği ile oluşturulan sonlu elemanlar ağı kullanılmıştır.

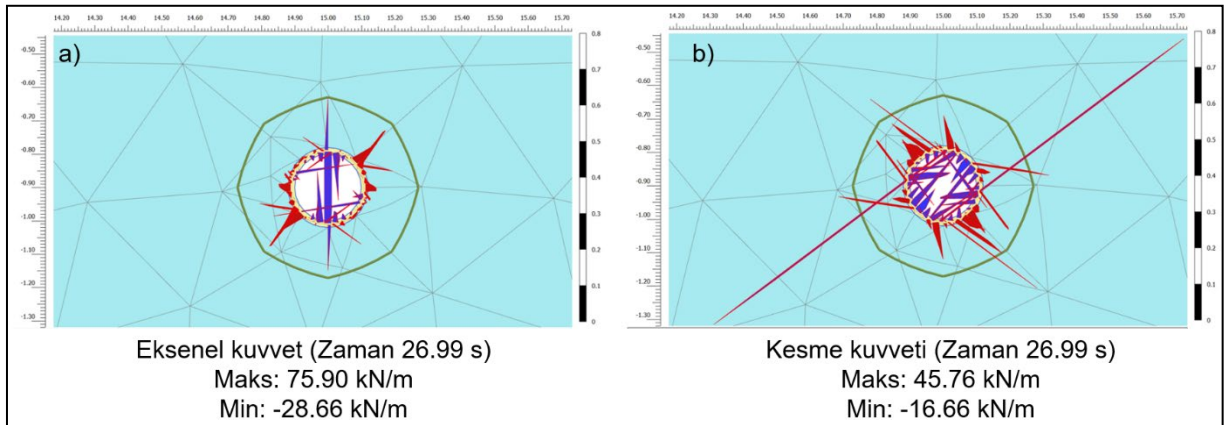


Şekil 9: Farklı sönüm oranları ile elde edilen yüzey kayıtları
Figure 9: Surface recordings obtained with different damping ratios

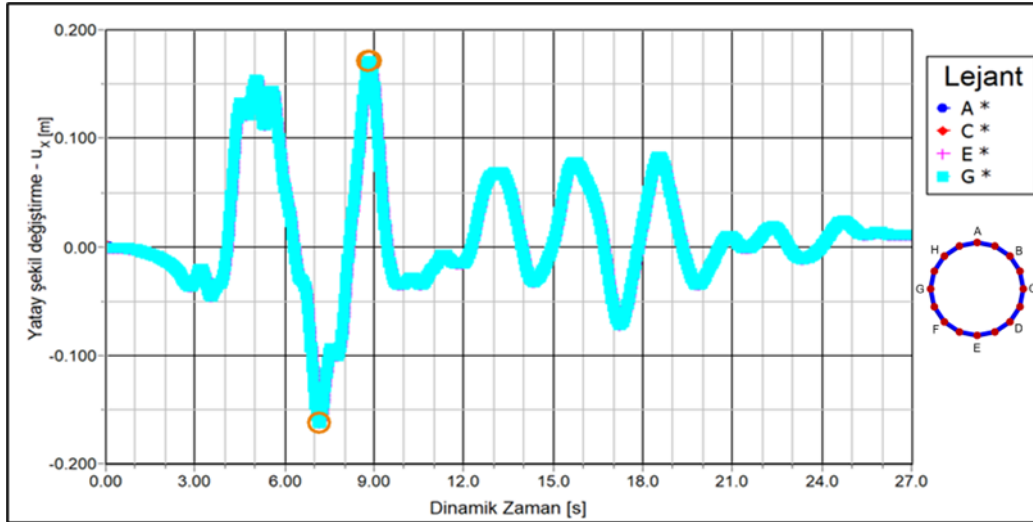
Kurulan nümerik modeli doğrulamak için borusuz dinamik analizler uygulanarak model yüzeyinde ivme değerleri elde edilmiş ve CCCC istasyonundan alınan ivme takımlarıyla oluşturulan bileşke ivme ile karşılaştırılmıştır. Hedef 1 ve hedef 2 sönüm (ξ) değerlerinin etkisini gözlemlemek için $\xi=2$, $\xi=3$ ve $\xi=4$ değerleri ile analizler yapılarak karşılaştırılmıştır. Şekil 9'da farklı sönüm değerleri ile elde edilen sonuçlar görülmektedir. Bu sonuçlara göre yüzey kaydı ile en uyumlu ivme-zaman takımı $\xi=4$ değeri ile sağlanmıştır. Bu sebeple analizlerde sönüm oranı hedef 1 ve hedef 2 için $\xi=4$ olarak alınmıştır.

3. BULGULAR

2011 Christchurch depremi (6.2 M_w) nedeniyle 200 mm çapındaki AC boru üzerinde meydana gelen kuvvetler (N, Q) göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Hacimsel elemanda yapısal kuvvetler (Structural forces in volume plates) seçeneği ile AC boru üzerinde meydana gelen normal kuvvet ve kesme kuvveti belirlenmiştir. Depremin son anında (t=26.99 s) meydana gelen maksimum normal kuvvet 75.90 kN, maksimum kesme kuvveti ise 45.76 kN olarak elde edilmiştir (Şekil 10). Bu değerler yalnızca depremin sonunda meydana gelen kuvvetleri göstermektedir. Plaxis 2D programı analiz öncesinde seçilen noktalar üzerinde yalnızca deplasman, hız ve gerilmeleri deprem süresi boyunca elde etmeye olanak sağlamaktadır. AC boru hattının dalga yayılımı sırasında daha büyük kuvvetlere maruz kaldığı görülmektedir. Şekil 11'de boru üzerinde seçilen A, C, E ve G noktalarında deprem sarsıntısı boyunca meydana gelen yatay şekil değiştirme miktarları yer almaktadır. Boru sarsıntısı sırasında rijit şekilde hareket ettiği için diğer noktalarda (B, D, F ve H) aynı davranışı göstermiştir. Sarsıntı esnasında 16 cm'ye ulaşan yatay deplasmanlar meydana gelmiştir.

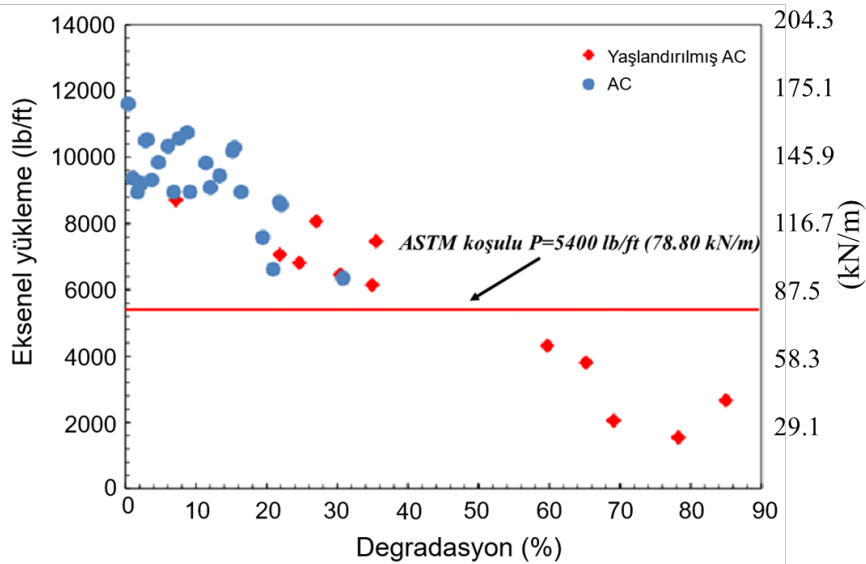


Şekil 10: Boru hattı üzerinde meydana gelen a) Normal kuvvet (N), b) Kesme kuvveti (Q)
Figure 10: Forces on the pipeline a) Normal force (N), b) Shear force (Q)



Şekil 11: Deprem boyunca boruda meydana gelen zamana bağlı yatay şekil değiştirmeler
Figure 11: Time-dependent horizontal deformations of the pipe during the earthquake

Gömülü borular malzeme hasarı, boru degradasyonu ya da basınç veya çekme gerilmelerine karşı malzeme zayıflığı yoluyla hasara maruz kalırlar (Barton ve diğ. 2019). Asbestli borularda (AC) yıllar içerisinde çeşitli sebeplerden (bulunduğu zeminin kimyasal özellikleri, topografik durumu, taşıdığı malzemenin kimyasal durumu ve işletme basıncı) dolayı iç ve dış yüzeylerinde bozulmalar meydana gelmektedir. İç ve dış etkiler nedeniyle et kalınlıkları azalmakta ve dayanım mukavemetlerinde önemli düşüşler meydana gelmektedir. Christchurch'teki boru hattı sistemi göz önüne alındığında, AC boruları kullanımdaki en eski boru türlerinden birini temsil etmektedir (1930'lardan beri). Boru hattı üzerinde deprem sarsıntısı boyunca meydana gelen normal kuvvetlerin boru hattında hasara sebep olup olmadığını tespit etmek için Ghirmay (2016) tarafından sunulan asbestli borular üzerinde yapılan yükleme deneyi sonuçları kullanılmıştır. Ghirmay (2016) 200 mm çapında degradasyon oranı %1-%31 arasında değişen 23 adet AC boru ve asidik uygulamayla degradasyon oranı artırılan borular üzerinde aksel yüklemeye deneyi sonuçlarını sunmuşlardır. Şekil 12'de Ghirmay (2016) tarafından AC tipi borular için yapılan yükleme deneyi sonuçları ve ASTM (Amerikan Test ve Malzeme Kurumu) için gerekli normal yük miktarı yer almaktadır.



Şekil 12: AC tipi borular için yapılan yükleme deneyi sonuçları (Ghirmay 2016)
Figure 12: Loading test results for AC type pipes (Ghirmay 2016)

Ghirmay (2016) tarafından uygulanan deney sonuçlarına göre degradasyon oranı %50'den fazla olan AC borular ASTM koşulu altında bir aksenal dayanıma sahiptir. Nümerik analiz sonucunda elde edilen kuvvetler ile Ghirmay (2016) tarafından sunulan yükleme deneyi sonuçları karşılaştırıldığında sismik sarsıntıdan dolayı boru hattının ASTM koşulu üzerinde normal kuvvete maruz kaldığı görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Christchurch depremi altyapı sistemlerine verdiği hasar ile literatüre geçmiş ve altyapı sistemlerinin deprem güvenliğinin önemini ortaya çıkaran önemli depremlerden biri olmuştur. Bölgede geniş çaplı meydana gelen sıvılaşma olayları içme suyu boru hasarlarına önemli hasarlar vermiş ve sistemin servis kabiliyetini kaybetmesine neden olmuştur. Deprem gibi doğal afetler sonrasında içme suyu, doğalgaz, atık su sistemlerinin servisini sürdürebilmesi hayati öneme sahiptir. Son yıllarda meydana gelen teknolojik gelişmeler sonlu elemanlar yöntemi gibi nümerik analiz yöntemlerinin kullanımını tüm alanlarda olduğu gibi geoteknik deprem mühendisliğinde de artırmıştır. Nümerik modelleme yöntemi ile hem vaka hem de beklenen depremler için güvenlik analizleri uygulanabilmektedir.

Çalışma kapsamında AC tipi boru için Christchurch depremi kullanılarak uygulanan sismik vaka analizinde boru hattının maruz kaldığı kuvvetler ve şekil değiştirme miktarları tespit edilmiştir. Deprem sarsıntısı sırasında yatay yönde yaklaşık olarak 16 cm yer değiştirme meydana gelmiştir. Ayrıca depremin sonunda boru üzerinde 74.90 kN aksenal kuvvet ve 45.76 kN normal kuvvet olduğu nümerik analiz sonuçları ile gözlenmiştir. Ghirmay (2016) Nümerik analizler ile, elde edilen aksenal kuvvet miktarı Ghirmay (2016) tarafından uygulanan yükleme deneyi sonuçları ile karşılaştırıldığında kapasitesinin deprem sarsıntısı sırasında aşıldığı görülmektedir. Ayrıca AC tipi boruların rijit yapısı göze alındığında sarsıntı boyunca meydana gelen yatay şekil değiştirmelerin boru hasarının oluşmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Hasarın yatay deplasman etkisi ile meydana geldiği anlaşılmaktadır. Deprem sarsıntısı sırasında boru hattının izin verilebilir kuvvet sınırlarından daha fazla yüke maruz kaldığı görülmektedir.

Sıvılaşma bölgesi dışında yer alan AC borunun dalga yayılımı sebebiyle yatay deplasman etkisiyle hasar gördüğü nümerik model ile ortaya konulmuştur. Gelecek çalışmalarda boru hatlarının güvenilirlik analizlerinde boru doğrultusu göz önüne alınarak nümerik modellerin üç boyutlu şekilde göz önüne alınması planlanmaktadır. Böylece boruların hem geçici yer deformasyonları hem de kalıcı yer deformasyonları altındaki davranışı ortaya konulması üç boyutlu analizler ile mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2019FEBE013 proje nosu ile Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü ve Tübitak Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Ansal A., Kurtulus A., Tonuk G., 2008. Damage to water and sewage pipelines in Adapazari during 1999 Kocaeli, Turkey earthquake, Sixth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, 5. 11-16 August 2008, Arlington, Virginia, Erişim adresi: <https://scholarsmine.mst.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2757&context=icchge>.

Argyrou C., Bouziou D., O'Rourke T.D., Stewart H.E., 2018. Retrofitting pipelines with cured-in-place linings for earthquake-induced ground deformations, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 115, 156-168.

Ayala A.G., O'Rourke M., 1989. Effects of the 1985 Michoacan earthquake on water systems and other buried lifelines in Mexico, Technical Report NCEER-89-0009, Erişim adresi: <https://www.buffalo.edu/mceer/catalog.host.html/content/shared/www/mceer/publications/NCEER-89-0009.detail.html>.

Barenberg M.E., 1988. Correlation of pipeline damage with ground motions, *Journal of Geotechnical Engineering*, 114(6), 706-711.

Barton N.A., Farewell T.S., Hallett S.H., Acland T.F., 2019. Improving pipe failure predictions: Factors affecting pipe failure in drinking water networks, *Water research*, 164, 114926.

Beavan J., Levick S., Lee J., Jones K., 2012. Ground displacements and dilatational strains caused by the 2010-2011 Canterbury earthquakes, GNS Science Consultancy Report 2012/67. 59 p.

Brinkgreve R.B.J., Engin E., Engin H.K., 2010. Validation of empirical formulas to derive model parameters for sands, *Numerical Methods in Geotechnical Engineering*, 137, 142.

Ceylan M., 2020., İme suyu boru hasarlarının detaylı incelenmesi: Christchurch depremi örneği, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 99 s.

Chen W.W., Shih B.J., Chen Y.C., Hung J.H., Hwang H.H., 2002. Seismic response of natural gas and water pipelines in the Ji-Ji earthquake, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 22(9-12), 1209-1214.

Cubrinovski M., Hughes M., Bradley B., Noonan J., Hopkins R., McNeill S., English G., 2014. Performance of horizontal infrastructure in Christchurch City through the 2010-2011 Canterbury earthquake sequence, Technical Report, Erişim Adresi: <http://hdl.handle.net/10092/9492>.

Darendeli M.B., 2001. Development of a new family of normalized modulus reduction and material damping curves, Ph.D. Dissertation, University of Texas Austin, USA.

EERI, 1999. The Chi-Chi, Taiwan Earthquake of September 21, 1999, Earthquake Engineering Research Institute, Learning From Earthquakes, Report, Erişim Adresi: https://learningfromearthquakes.org/lfe/pdf/Taiwan_ChiChi_Article_Oct99.pdf.

EERI, 2023. February 6, 2023 Türkiye Earthquakes: Report on Geoscience and Engineering Impacts, Oakland, CA: Earthquake Engineering Research Institute. <https://doi.org/doi:10.18118/G6PM34>.

El Hmadi K., O'Rourke M.J., 1988. Soil springs for buried pipeline axial motion, *Journal of Geotechnical Engineering*, 114(11), 1335-1339.

Ghirmay A., 2016. Asbestos cement pipe condition assessment and remaining service life prediction, MSc Thesis, University of Arkansas, Department of Civil Engineering, Fayetteville, 109 p.

GTÜ, 2023. 6 Şubat 2023 Maraş Depremleri (Pazarcık Mw7.7 ve Elbistan Mw7.6) Sonrasında Kuvvetli Yer Hareketi, Geoteknik, üst Yapı ve Altyapılara ilişkin Saha Gözlemleri Ön inceleme Raporu 7 Mart 2023 Gebze Teknik Üniversitesi/MARTEST 2023-01. Marmara Afetlerle Baş Edebilir Yapılar için Uygulama ve Araştırma Merkezi (MARTEST), Erişim Adresi: https://www.gtu.edu.tr/fileman/Files/UserFiles/insaat_muhendisligi_bolumu/GTU_Maras%20Depremleri%20Deg%CC%86erlendirme%20Raporu_Final_07.03.2023.pdf.

Hudson M., Idriss I., Beirkae M., 1994. QUAD4M User'S Manual.

Isenberg J., 1978. Seismic performance of underground water pipelines in the southeast San Fernando Valley in the 1971 San Fernando earthquake. National Science Foundation, Washington, D.C, Technical Report No: PFR 78-15049, Erişim Adresi: <https://nehrpsearch.nist.gov/article/PB-293%20562/5/XAB>.

Kaya E.S., Uckan E., O'Rourke M.J., Karamanos S.A., Akbas B., Cakir F., Cheng Y., 2017. Failure analysis of a welded steel pipe at Kullar fault crossing, *Engineering Failure Analysis*, 71, 43-62.

McGann C.R., Bradley B.A., Wotherspoon L.M., Cox B.R., 2015. Comparison of a Christchurch-specific CPT-Vs correlation and Vs derived from surface wave analysis for strong motion station velocity characterisation, *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 48(2), 81-91.

Nacaroglu E., 2017, Sismik Etkiler Altında Gömülü Boru Hatlarında Hasar Analizleri, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Nair G.S., Dash S.R., Mondal G., 2018. Review of pipeline performance during earthquakes since 1906, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 32(6), 04018083.

NZGD, 2024. The New Zealand Geotechnical Database, Erişim adresi: <https://www.nzgd.org.nz/Registration/Login.aspx?ReturnUrl=%2FARCGISMapViewer%2Fmapviewer.aspx>.

O'Rourke T.D., Jeon S.S., Toprak S., Cubrinovski M., Jung J.K., 2012. Underground lifeline system performance during the Canterbury earthquake sequence, In Proceedings of the 15th world conference on earthquake engineering, Lisbon, Portugal Vol. 24.

O'Rourke T.D., Jeon S.S., Toprak S., Cubrinovski M., Hughes M., Ballegooy S., Bouziou D., 2014. Earthquake response of underground pipeline networks in Christchurch, NZ, *Earthquake Spectra*, 30(1), 183–204.

PEER, 2013. PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center) NGA-West2 Database, Timothy D. Ancheta, Robert B. Darragh, Jonathan P. Stewart, Emel Seyhan, Walter J. Silva, Brian S.J. Chiou, Katie E. Wooddell, Robert W. Graves, Albert R. Kottke, David M. Boore, Tadahiro Kishida, and Jennifer L. Donahue. May 2013., Erişim Adresi: <https://ngawest2.berkeley.edu/>.

PLAXIS, 2018. PLAXIS 2D Reference Manual. Bentley Systems International Limited, Dublin.

Shih B.J., Chang C.H., 2006. Damage survey of water supply systems and fragility curve of PVC water pipelines in the Chi-Chi Taiwan earthquake, *Natural Hazards*, 37, 71-85.

Toprak S., Koc A.C., Cetin O.A., Nacaroglu E., 2008. Assessment of buried pipeline response to earthquake loading by using GIS, In Proc., 14th World Conf. on Earthquake Engineering (pp. 1-8).

Toprak S., Nacaroglu E., Koc A.C., O'Rourke T.D., Hamada M., Cubrinovski M., Van Ballegooy S., 2018. Comparison of horizontal ground displacements in Avonside area, Christchurch from air photo, LiDAR and satellite measurements regarding pipeline damage assessment, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16, 4497-4514.

Toprak S., Nacaroglu E., Van Ballegooy S., Koc A.C., Jacka M., Manav Y., Torvelainen E., O'Rourke T.D., 2019. Segmented pipeline damage predictions using liquefaction vulnerability parameters, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 125, 105758.

Toprak S., Taskin F., 2007. Estimation of earthquake damage to buried pipelines caused by ground shaking, *Natural Hazards*, 40, 1-24.

Toprak S., Wham B.P., Nacaroglu E., Ceylan M., Dal O., Senturk A.E., 2024, Impact of Seismic Geohazards on water supply systems and pipeline performance: Insights from the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes, *Engineering Geology*, 340, 107681. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2024.107681>.

Uckan E., Aksel M., Atas O., Toprak S., Kaya E.S., 2024. The performance of transmission pipelines on February 6th, 2023 Kahramanmaraş earthquake: a series of case studies, *Bulletin of Earthquake Engineering*, pp.1-20.

Vasseghi A., Haghshenas E., Soroushian A., Rakhshandeh M., 2021. Failure analysis of a natural gas pipeline subjected to landslide, *Engineering Failure Analysis*, 119, 105009.

Vazouras P., Karamanos S.A., Dakoulas P., 2010. Finite element analysis of buried steel pipelines under strike-slip fault displacements, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 30(11), 1361-1376.

Wang B., 2000. The damage report of public water system after the Ji-Ji earthquake, [In Chinese.] *Water Supply*, 19 (1), 64–81.

Wham B.P., Davis C.A., Rajah S., 2019. Axial connection force capacity required for buried pipelines subjected to seismic permanent ground displacement, In *Pipelines 2019* (pp. 299-308), Reston, VA: American Society of Civil Engineers.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

Çalışmada kullanılan zemin araştırma verileri Yeni Zelanda Geoteknik Veri Tabanından (NZGD), Christchurch depremi ivme takımları PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center) web sitesinden online olarak elde edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında yer alan bilgiler; herhangi bir kişiye, kuruma, ekipmana çıkar sağlamayı veya kişisel/kurumsal menfaat kazandırmayı amaçlamamaktadır. Aynı şekilde çalışmada yer alan hususlar objektif değerlendirme sınırları dışına çıkarak herhangi bir şekilde kişi, kurum, kuruluş nezdinde zarara, kastı aşan kötü niyetli yoruma ya da itibar kaybına yol açmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): M.C., S.T., E.N.
- Literatür araştırması (*Literature research*): M.C., B.Y.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): M.C.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): M.C.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): M.C., B.Y.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): M.C., S.T., E.N., B.Y.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): M.C., S.T., E.N., B.Y.



The Impact of Earthquakes on Individual Savings and Expenditure Preferences: Evidence from the February 6, 2023 Türkiye Earthquakes

Mustafa Beybur¹

¹ Dicle University, Çermik Vocational School, Banking and Insurance Department, 21600 Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0538-7155

Keywords

February 6, 2023 Türkiye Earthquakes, Natural Disaster, Banking, Savings, Expenditure

Highlights

- * Examining the changes in saving and spending preferences of individuals in the earthquake region
- * The impact of the earthquake on individual consumer preferences
- * The effectiveness of economic policies implemented after the earthquake

Aim

To analyze the change caused by the earthquake in the savings and spending preferences of individual customers

Location

The study area covers 11 provinces which were affected by the February 6, 2023 earthquakes (Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa)

Methods

In the study, the change in individuals' savings and expenditure preferences after the earthquake was analyzed using the paired sample t test

Results

As a result of the research, it was determined that savings increased in the most affected provinces by the earthquake, while expenditures increased in the less affected provinces by the earthquake

Supporting Institutions

In the study, banking data published by the Banking Regulation and Supervision Agency (BRSA) was used.

Financial Disclosure

The author declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The author have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Beybur M., 2024. The Impact of Earthquakes on Individual Savings and Expenditure Preferences: Evidence from the February 6, 2023 Türkiye Earthquakes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 488-507, <https://doi.org/10.46464/tdad.1487519>.

Manuscript

Research Article

Received: 21.05.2024

Revised: 22.06.2024

Accepted: 28.06.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1487519



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Mustafa Beybur

Email: mustafa.beybur@dicle.edu.tr



Figure
The choice between saving and spending



Depremlerin Bireysel Tasarruf ve Harcama Tercihleri Üzerindeki Etkisi: 6 Şubat 2023 Türkiye Depremlerinden Kanıtlar

Mustafa Beybur ¹

¹ Dicle Üniversitesi, Çermik Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, 21600 Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0538-7155

ÖZET

6 Şubat 2023 Türkiye depremleri birçok can ve mal kaybına neden olmuş ve bu depremler doğrudan veya dolaylı olarak yüzbinlerce bireyi etkilemiştir. Deprem sonrasında bireyler daha dikkatli davranıp tasarrufta bulunabilir ya da anı yaşama düşüncesiyle hayatın kısa olduğuna inanıp tüketimlerini artırırlar. Bu çalışmanın amacı 6 Şubat 2023 Türkiye depremlerinden etkilenen 11 il özelinde depremin bireysel müşterilerin tasarruf ve harcama tercihlerinde neden olduğu değişimi analiz etmektir. Bu amaçla depremlerden etkilenen Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerine ait 2022Q1-2023Q4 dönemleri arasındaki seçili kredi ve mevduat oranları eşleştirilmiş örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda depremden en çok etkilenen illerde tasarrufların arttığı, depremden daha az etkilenen illerde ise harcamaların arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler

6 Şubat 2023 Türkiye Depremleri, Doğal afet, Bankacılık, Tasarruf, Harcama

Öne Çıkanlar

- * Deprem bölgesindeki bireylerin tasarruf ve harcama tercihlerindeki değişikliklerin incelenmesi
- * Depremin bireysel tüketici tercihleri üzerindeki etkisi
- * Deprem sonrası uygulanan ekonomi politikalarının etkinliği

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 21.05.2024
Düzeltilme: 22.06.2024
Kabul: 28.06.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1487519

Sorumlu yazar

Mustafa Beybur
Eposta: mustafa.beybur@dicle.edu.tr

The Impact of Earthquakes on Individual Savings and Expenditure Preferences: Evidence from the February 6, 2023 Türkiye Earthquakes

Mustafa Beybur ¹

¹ Dicle University, Çermik Vocational School, Banking and Insurance Department, 21600 Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0538-7155

ABSTRACT

The February 6, 2023 Turkey earthquakes caused many losses of life and property, and these earthquakes directly or indirectly affected hundreds of thousands of individuals. After the earthquake, individuals may act cautiously and save money, or they may believe that life is short and increase their consumption with the idea of living in the moment. The aim of this paper is to analyze the change caused by the earthquake in the savings and spending preferences of individual customers, specifically in the 11 provinces affected by the February 6, 2023 Turkey earthquakes. For this purpose, between the periods 2022Q1-2023Q4 of Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye and Şanlıurfa provinces, which were affected by earthquakes, selected loan and deposit datas were analyzed with paired sample t-test. As a result of the research, it was detected that savings increased in the provinces most affected by the earthquakes, while expenditures increased in the provinces less affected by the earthquakes.

Keywords

February 6, 2023 Türkiye Earthquakes, Natural disaster, Banking, Savings, Expenditure

Highlights

- * Examining the changes in saving and spending preferences of individuals in the earthquake region
- * The impact of the earthquake on individual consumer preferences
- * The effectiveness of economic policies implemented after the earthquake

Manuscript

Research Article

Received: 21.05.2024
Revised: 22.06.2024
Accepted: 28.06.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1487519

Corresponding Author

Mustafa Beybur
Email: mustafa.beybur@dicle.edu.tr

1. GİRİŞ

Doğal afetler insan hayatını direkt etkileyen olaylar olup gerek maddi gerekse manevi birçok hasara neden olmaktadır. Depremler ise insan hayatını ve davranışlarını en çok etkileyen ve büyük hasarlara neden olan doğal afetlerden biridir (Altun 2018). Depremlerin etkileri gerek afet sonrası yeniden yapılanma ve ekonomik kayıp gibi makro düzeyde gerekse bireylerin gelirlerini harcama yapmaya istekli olacakları zaman tercihi konusunda mikro düzeyde belirgin bir haldedir (Callen 2015). Günümüzde doğal afetlerin tasarruf ve harcama üzerindeki etkilerine yönelik yapılan çalışmalarda tek bir afetin belli bir zaman düzeyinde etkilerinin keşfedilmesine yönelik olarak yapıldığı görülmektedir (Becchetti ve diğ. 2012, Cameron ve Shah 2012). Önceki yıllarda yapılan araştırmalar toplumu etkileyen doğal afetlerin genel etkilerine yönelik veya bu doğal afetlerin uzun vadeli etkilerinin ölçülmesine yönelik çalışmalardan oluşmakta iken son yıllarda veri biliminde yaşanan gelişmeler mikro düzeyde araştırmaların yapılmasını mümkün kılmıştır. Bu nedenle özellikle depremlerin tasarruf ve harcamalar üzerindeki etkilerini ölçmeye yönelik çalışmaların (Yao ve diğ. 2019, Yu ve diğ. 2022, Zhang ve Liu 2021) artmasına neden olmuştur.

Araştırmacılar deprem gibi negatif düzeyde şok etkisi yaratan olaylarla hane halkının nasıl başa çıktığını ölçmek için tüketimin (Townsend 1994) kısılması, gelirin (Takasaki ve diğ. 2010) kısılması veya tasarruf (Paxson 1992) üzerine çeşitli stratejiler çerçevesinde araştırmalar yapmışlardır. Araştırmaların birçoğu deprem gibi büyük felaketlerin hane halkının tüketim ve tasarruf davranışlarını belirgin bir şekilde etkilediği belirtilmektedir (Filipski ve diğ. 2019). Yapılan bazı araştırmalarda büyük bir şoka maruz kalan hane halkının kendini koruma içgüdüğü ile hareket ederek "ihtiyati tasarruf" düşüncesiyle tasarruflarını arttırmaya yönelik davranışta buldukları (Udry 1995) tespit edilmiştir. Bazı araştırmalarda ise bu tercihin tam tersine hane halkının "yarın yokmuş gibi" veya "kaybedecek bir şey yokmuş gibi" (Harris ve diğ. 2002) tasarruflarını azaltıp tüketimlerini artırma düşüncesiyle diğer bir deyişle "anı yaşama" düşüncesiyle davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında doğal afetler karşısında verilen tepkilerin çelişkili olduğu söylenebilir (Meier ve Sprenger 2015, Willinger ve diğ. 2013).

Bankacılık sektörü fon fazlası olan birimlerin tasarruflarını toplayarak fon ihtiyacı olan birimlere kredi olarak kullanılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında bankacılık sektörü bireysel mevduat hesaplarında yer alan mevduatlar hane halkının tasarrufu olarak değerlendirilmektedir. Banka kredi kanalı ise bir parasal aktarım mekanizması olup genişletici ya da daraltıcı para politikalarının uygulanmasında önemli rol oynamaktadır. Yapısal modellerde para arzının artması durumunda toplam harcamaların yükseldiği, parasal daralma sonrasında ise toplam harcamaların azaldığı belirtilmektedir (Mishkin 2004). Ayrıca banka kredi kanalının harcamaları etkileyen bir kanal olduğu belirtilmektedir (Adanur Aklan ve Nargeleşkenler 2008). Buradan yola çıkarak banka kredilerinin kullanıcıları tarafından yatırım ve tüketim harcamalarında değerlendirildiği ve harcamalar ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir.

Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremler 11 ili etkilemiş, on binlerce insan yaşamını yitirmiş ve yüzbinlerce insan doğrudan ya da dolaylı olarak bu depremlerden etkilenmiştir. Bu kadar büyük bir felakete yol açan depremler etki alanı ve neden olduğu tahribat nedeniyle "asrın felaketi" olarak tanımlanmıştır. Böylesine büyük bir felaketin kısa ve uzun vadede sosyal ve ekonomik etkilerinin de büyük olacağını düşünen araştırmacılar çeşitli sektörlerde bu etkilerin ölçülmesi amacıyla çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Yapılan ulusal ve uluslararası literatür taramasında depremin bankacılık sektörü bireysel müşterilerinin tasarruf ve harcama tercihleri üzerindeki etkisine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma 6 Şubat 2023 depremlerinin bankacılık sektörü bireysel müşterilerinin tasarruf (mevduat) ve harcama (kredi) tercihleri üzerindeki etkisini araştıran ilk çalışma olma özelliğini göstermektedir. Çalışmada depremden etkilenen 11 ildeki bireysel banka müşterilerinin mevduat ve kredi ürünlerini kullanım düzeylerinde meydana gelen gelişimin araştırılması amaçlanmıştır. Bu konuda yapılan ilk araştırma olması

nedeniyle çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte araştırma sonuçlarının makroekonomik kararlara ışık tutacağı ve bankacılık sektörü stratejilerine yön vereceği düşünülmektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde 6 Şubat 2023 depremleri ve deprem sonrası alınan ekonomik tedbirler yer almaktadır. Literatürden oluşan ikinci bölümde doğal afetlerin ve depremlerin bireylerin tasarruf ve harcama tercihleri üzerindeki etkisine yönelik yapılan araştırmalar yer almaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümünde araştırmanın veri seti ve araştırma yöntemi, dördüncü bölümünde analiz ve bulgular bulunmaktadır. Sonuç ve değerlendirme bölümünde ise analiz bulgularına dayalı olarak bankacılık sektörüne ve karar alıcılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

2. 6 ŞUBAT 2023 TÜRKİYE DEPREMLERİ VE DEPREM SONRASI ALINAN EKONOMİK TEDBİRLER

6 Şubat 2023'te Türkiye'de Kahramanmaraş merkezli iki büyük deprem meydana gelmiş, başta Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman ve Malatya illeri olmak üzere 11 il doğrudan etkilenmiş (Unkaracalar 2023) ve maalesef bu felakette on binlerce insan yaşamını yitirmiştir. Bu depremler Türkiye'de görülen büyük afetlerden biri (Özer 2023) olarak kayıtlara geçmiş ve insanoğlunun maruz kalabileceği tüm olumsuzlukları barındırdığı için kamuoyunda "asrın felaketi" olarak nitelendirilmiştir (Duruel 2023).

Türkiye'de yaşanan 6 Şubat 2023 depremleri büyük bir yıkıma neden olmuştur. Bu depremlerde 50 binin üzerinde vatandaş hayatını kaybetmiş, 100 binden fazla vatandaş yaralanmış ve 700 binden fazla bina hasar alarak depremden etkilenmiştir. Depremden etkilenen 11 il ülke nüfusunun yaklaşık %16'sını oluşturmakta ve söz konusu bu illerin Gayri Safi Yurtiçi Hasıladan (GSYH) aldığı pay ise %10 seviyesindedir (SBB 2023). Ayrıca Hazine ve Maliye Bakanlığı depremlerin meydana getirdiği maddi tahribatın 1,6 trilyon TL olduğunu, Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı ise depremin Türkiye ekonomisi üzerindeki maddi ve finansal maliyetinin yaklaşık 104 milyar USD olacağını belirtmiştir (SBB 2023).

Böylesine büyük bir coğrafyayı ve insan kitlesini etkileyen bir felaketin yaşanması sonucu derhal olağanüstü hal durumu ilan edilmiştir. Depremin yıkıcı ekonomik sonuçlarının azaltılması için (Şen 2023) karar alıcılar tarafından birçok finansal ve mali önlem kararları açıklanmıştır. Ekonomik önlemlerin bazıları şunlardır (Koç 2023);

- Depremde binaları hasar durumu fark etmeksizin hasarlı olan hanelere 10 bin TL ödeme yapılacağı, bunun yanı sıra binaları orta ya da ağır hasarlı olan hanelere ayrıca 15.000 TL taşınma ücreti ödeneceği, aylık 5 bin TL'ye kadar kira yardımı yapılacağı belirtilmiştir,
- Deprem bölgesinde yaşayan vatandaşların acil ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kamu bankaları tarafından 6 ay ödemesiz, aylık %0,99 faiz oranı ile 100.000 TL tüketici kredisi kullanılmasına karar verilmiştir,
- Deprem bölgesinde ikamet eden vatandaşların kredi taleplerinde kredi derecelendirme notları ve talep edilecek ilave belgelerin temini bankaların ihtiyarına bırakılmıştır,
- Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından alınan karar ile kredi kartı limitleri min. 5.000 TL'ye yükseltilmiş ve kredi kartı limitine bakılmaksızın asgari ödeme tutarı %20 olarak sabitlenmiştir,
- Depremden etkilenen müşterilerin talebi halinde kredi ödemelerinin 6 aya kadar ertelenmesi sağlanmıştır,
- Deprem bölgesinde ikamet eden vatandaşlara kullanılacak taşıt ve tüketici kredilerinde daha önce uygulanan vade sınırının kaldırılması ve kredi kartı ile yapılan taksitli işlemlerde taksit sınırının bir kata kadar yükseltilmesi sağlanmıştır,
- Deprem bölgesinde ikamet eden vatandaşların tüm banka ATM'lerini ücretsiz kullanmaları sağlanmıştır,
- Kredi kartı limiti tespitinde bankalarca dikkate alınacak sınırlar yükseltilerek ilk yıl kart hamilinin net gelirinin 4 katı, ikinci ve sonraki yıllar için net gelirinin 8 katı olacak şekilde yeniden düzenlenmesine karar verilmiştir.

Yukarıda görüldüğü üzere depremin negatif ekonomik etkilerinin azaltılması adına bankacılık sektörüne yönelik olarak alınan bu tedbirlerin bir kısmı kredi kartı ve tüketici kredileri ile ilgili olup hane halkının harcama gücünü arttırmaya yönelik, bankaların ise kredi iştahını arttıracak tedbirlerden oluşmaktadır.

3. LİTERATÜR

Literatürde 6 Şubat 2023 Türkiye depremlerinin tüketim ve harcama tercihleri üzerindeki etkisini araştırmaya yönelik herhangi bir çalışma yer almamaktadır. Bu nedenle literatür bölümünde önceki dönemlerde yaşanan doğal afetlerin bireylerin harcama ve tasarruf tercihleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 1: Depremlerin bireysel tasarruf ve harcamalara etkisine ilişkin literatür
Table 1: Literature on the effect of earthquakes on individual savings and expenditures

Araştırma	Konu	Bulgular
Ding ve diğ. (2022)	Çin'de meydana gelen depremlerin bireylerin tasarruf ve harcamaları üzerindeki etkisi	Tasarruf oranlarında azalma, harcamalarda ise artış olduğu belirtilmiştir.
Zhang ve Liu (2021)	Çin'in 18 bölgesinde depreme maruz kalan bireylerin 2002-2009 arası verileri ile bireylerin tasarruf ve harcama tercihlerindeki değişim	Her bir depremin hane halkı tasarruf oranını %0.2 oranında azalttığı, harcama seviyelerini yükselttiği, haneye gelir sağlayan kişilerin lüks tüketim harcamalarının yükseldiği ifade etmişlerdir.
Lien ve diğ. (2020)	Çin'de 1920-2008 yılları arasındaki depremlerin bireylerin tasarruf ve harcamaları üzerindeki etkisi	Erken yaşta depremi yaşayan bireylerin orta yaşlarda yatırımları azalttıkları, özellikle lüks tüketim ve sağlık harcamalarını arttırdıkları belirtilmiştir.
Acconcia ve diğ. (2020)	İtalya'da 1980 yılı sonunda Campania ve Basilicata bölgelerini, 2012 yılında Emilia Romagna bölgesini ve 2009 yılında Abruzzo bölgesini etkileyen üç büyük depremin sonucunda hükümet tarafından yapılan yeniden inşa kredilerinin harcama üzerindeki etkisi	Serveti likit hanehalklarının harcamalarında herhangi bir değişikliğin gözlenmediği, buna karşılık serveti likit olmayan hanehalklarının yeniden inşa için verilen kredileri farklı alanlarda harcadıkları belirtilmiştir.
Yao ve diğ. (2019)	Çin Wenchuan bölgesi 2008 depreminin bireylerin tasarruf ve harcamaları üzerindeki etkisi	Depremden daha fazla etkilenen ve gelir düzeyi düşük kişilerde bilişsel öz kontrolün kaybolduğu, bu kişilerin tasarruflarını azaltıp harcamalarını arttırdığı belirtilmiştir.
Filipski ve diğ. (2019)	2008 yılında Çin'in Sichuan eyaletindeki depremin bireylerin tasarruf ve harcamaları üzerindeki etkisi	Depremin merkez üssüne yakın yerlerde ikamet eden bireylerin tasarruflarını azaltarak tüketim harcamalarını arttırdığı belirtilmiştir.
Cassar ve diğ. (2017)	Hint Okyanusu depremi sonucunda 2004'te Tayland'ta meydana gelen tsunamiden etkilenen bireylerin afet sonrası harcama ve tasarruf eğilimleri	Afetten etkilenen bireylerin tasarruf eğilimini azalttığı ve tüketim harcamalarını arttırdığı belirtilmiştir.
Hood ve diğ. (2013)	Japonya'da 2011 yılında meydana gelen 9.0 büyüklüğündeki depremin bireysel ve yabancı yatırımcıların davranışları üzerindeki etkisi	Bireysel yatırımcıların deprem sonrası likiditeye ihtiyaç duydukları ve hisse satış işlemlerine başvurdukları, yabancı yatırımcıların borsada aktif rol oynayarak finansal piyasaları istikrara kavuşturdukları belirtilmiştir.
Kun ve diğ. (2013)	Çin Wenchuan bölgesi 2008 depreminin bireylerin tasarruf ve harcamaları üzerindeki etkisi	Depremden etkilenen bireylerin daha fazla tasarruf eğiliminde buldukları belirtilmiştir.
Nolen-Hoeksema ve Morrow (1991)	1989 Kaliforniya Loma Prieta depreminin tasarruf ve harcama üzerindeki etkisi	Deprem sonrası bireylerin harcamalarının azaldığını ve tasarruflarının arttığını belirtilmiştir.

Uluslararası literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde Kun ve diğ. (2013) ile Nolen-Hoeksema ve Morrow (1991) tarafından yapılan araştırmalarda deprem sonrası bireylerin harcama düzeylerinin düştüğü ve tasarruf düzeylerinin yükseldiği ifade edilmiştir. Bu çalışmalar dışındaki araştırmalarda bireylerin tasarrufların azaldığı, buna karşılık harcamaların arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

6 Şubat 2023 depremleri özelinde literatürde yer alan araştırmalar ise şu şekildedir;

Tablo 2: 6 Şubat 2023 Türkiye Depremlerini Konu Alan Araştırmalar
Table 2: Research on the February 6, 2023 Türkiye Earthquakes

Özsalman ve Yıldırım (2024)	6 Şubat Depremlerinin Dış Ticaret Üzerindeki Etkileri	Diyarbakır hariç tüm illerde ihracattın düştüğü; Adıyaman ve Diyarbakır hariç tüm illerde ithalatın düştüğü tespit edilmiştir.
Ketboğa (2024)	6 Şubat Depremlerinin Malatya'da Dış Ticaret yapan Firmalar Üzerindeki Etkileri	Malatya'da dış ticaret firmalarının deprem sonrası faaliyet süreçlerini planlama konusunda sıkıntılarının olduğu tespit edilmiştir.
Sabırsız ve Şöhret (2024)	6 Şubat Depremlerinin Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri	Depremin Türkiye makroekonomik göstergelerine etkileri incelenmiş ve ekonomik kayıplara değinilmiştir. Mali tedbirlerin bütçe üzerindeki etkisi tartışılmıştır.
Akgemci (2023)	6 Şubat Depremlerinin İnşaat Firmalarının Finansal Performansı Üzerindeki Etkisi	Likidite oranı, PD/DD'i ve aktif karlılık oranı ortalamalarının depremden sonra artış gösterdiği tespit edilmiştir.
Tetik ve Öner (2023)	6 Şubat Depremlerinin Kobiler Üzerindeki Olası Etkisi	Bölgedeki KOBİ'lerin ekonomik açıdan zarar gördüğü belirtilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.
Tetik ve Albulut (2023)	6 Şubat Depremlerinin İhracat Üzerindeki Etkisi	Deprem sonucu zarar gören ihracat firmalarının finansal ve ekonomik durumlarına yönelik politika önerilerinde bulunulmuştur.
Kırkağaç ve Karpuz (2023)	6 Şubat Depremlerinin BIST Banka ve Sigorta Piyasasına Etkisi	Depremin banka ve sigorta endeksindeki şirketleri negatif yönde etkilediği belirtilmiştir.
Unkaracalar (2023)	2023 Kahramanmaraş Depremlerinin BIST 30 Endeksi Üzerine Etkisi	Deprem öncesi ve deprem sonrası BIST 30 endeksinde hergün pozitif kümülatif anormal getiriler olduğu tespit edilmiş ve BIST 30 endeksinde piyasa etkinliğinin olmadığı ifade edilmiştir.
Şen (2023)	6 Şubat Depremlerinin Ekonomiye Etkisi	Depremlerin makroekonomik göstergeler üzerinde negatif yönlü etkilerinin olacağı belirtilmiştir.

4. YÖNTEM

Araştırmada analize konu illerin Altın Mevduatı (Gerçek Kişi), Kredili Mevduat Hesabı (KMH), Kredi Kartı Riski, Yabancı Para (YP) Mevduatı, Mevduat ve Tüketici Kredileri ile bankacılık sektörü toplam değerleri bölünerek söz konusu illerin toplam bankacılık sektörü içerisindeki oranı elde edilmiştir. Depremin bireysel tasarruf üzerindeki etkisini incelemek için bireysel müşterilere ait Altın Mevduatı/Toplam Altın Mevduatı, YP Mevduat/Toplam YP Mevduat ve Mevduat/Toplam Mevduat oranları kullanılmıştır. Diğer taraftan depremin harcama üzerindeki etkisini ölçmek için ise Kredi Kartı Riski/Toplam Kredi Kartı Riski, KMH/Toplam KMH ve Tüketici Kredileri/Toplam Tüketici Kredileri oranları kullanılmıştır. Elde edilen oranlar öncelikle normallik testine tabi tutulmuştur. Normallik testinde değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Analize konu tüm değişkenlerde verilerin normal dağılıma sahip oldukları tespit edilmiş ve depremlerin söz konusu oranlar üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amacıyla illere ait oranlar eşleştirilmiş örneklem t-testi (paired sample t-test) ile analiz edilmiştir. T testi ile değişkenlerde deprem öncesi döneme göre deprem sonrası meydana gelen anlamlı değişiklikler tespit edilerek oranlarda meydana gelen değişimler il bazında sıralamaya tabi tutulmuştur.

5. VERİ

6 Şubat 2023 Türkiye depremlerinin bireylerin tasarruf ve harcama tercihleri üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla yapılan bu çalışmada depremden etkilenen Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerine ait 2022Q1-2023Q4 dönemleri arasında BDDK tarafından yayınlanan verilerden yararlanılmıştır. Depremler 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleştiğinden dolayı araştırmada 2022Q1-2022Q4 arasındaki dönemler deprem öncesi dönem, 2023Q1-2023Q4 arası dönemler ise deprem sonrası dönem olarak kabul edilmiştir.

6. BULGULAR

Araştırmada kullanılan verilerin çarpıklık ve basıklık değerleri dikkate alınarak normallik analizi gerçekleştirilmiştir. Kline (2011) verilerin çarpıklık değerlerinin -3/+3 değerleri arasında, basıklık değerlerinin ise -10/+10 arasında yer aldığı durumlarda normal dağılım sergilediklerini ifade etmektedir. Chou ve Bentler (1995) ise çarpıklık değerlerinin -3/+3 arasında, basıklık değerlerinin ise -7/+7 arasında olması durumunda verilerin normal dağılıma sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Eşleştirilmiş örneklem t-testine göre $p < 0.05$ olması durumunda incelenen değişkenin önceki ve sonraki değerleri arasında anlamlı bir farkın olduğu kabul edilmektedir.

6.1) Altın Mevduatı (Gerçek Kişi)/Toplam Altın Mevduatı

6.1.1) Normallik Analizi

Araştırmaya konu illerin Altın Mevduat (Gerçek Kişi)/Toplam Altın Mevduatı oranına ait normallik testi Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3: Altın Mevduatı (Gerçek Kişi)/Toplam Altın Mevduatı Oranı Çarpıklık ve Basıklık Değerleri
Table 3: Skewness and Kurtosis Values of Gold Deposits (Real Person)/Total Gold Deposits Ratio

Şehir	Dönem	Çarpıklık	Basıklık
Adana	Deprem Öncesi	0.000	-3.300
	Deprem Sonrası	0.223	-0.817
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.000	-6.000
	Deprem Sonrası	-1.443	2.235
Diyarbakır	Deprem Öncesi	0.482	-1.700
	Deprem Sonrası	1.813	3.483
Elazığ	Deprem Öncesi	0.000	-3.300
	Deprem Sonrası	0.000	-6.000
Gaziantep	Deprem Öncesi	-1.091	0.297
	Deprem Sonrası	0.875	1.128
Hatay	Deprem Öncesi	-1.414	1.500
	Deprem Sonrası	-0.877	1.934
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.000	-6.000
	Deprem Sonrası	-1.696	3.014
Kilis	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	2.000	4.000
Malatya	Deprem Öncesi	-1.414	1.500
	Deprem Sonrası	-0.799	0.132
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.000	-6.000
	Deprem Sonrası	-2.000	4.000
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.482	-1.700
	Deprem Sonrası	1.138	0.758

Tablo 3'te görüldüğü üzere verilerin çarpıklık (-2/+2) ve basıklık değerleri (-6/+4) normal dağılım sergilediklerini göstermektedir.

6.1.2) T-Testi Analizi

Tablo 4'e göre Kilis, Gaziantep ve Diyarbakır illerinin altın mevduatı/toplam altın mevduatı oranında anlamlı bir değişikliğin olmadığı ($p>0.05$) gözlenmektedir. Ayrıca deprem sonrası toplam altın mevduatı içerisindeki oranı en fazla artan illerin sırasıyla Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay ve Malatya ve Osmaniye olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun depremin neden olduğu can ve mal kayıplarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bankacılık sektöründe saklanan mevduatların güvence altında saklanması ve miras yoluyla devredilebilir özellikte olması nedeniyle depreme maruz kalan bireylerin korku ve gelecek kaygısı ile davranışlarında değişiklik olduğu düşünülmektedir. Depremden etkilenen illerin altın mevduatının bankacılık sektörü toplam altın mevduatı içerisindeki payı incelendiğinde Kahramanmaraş'ın payının %0.61'den %0.7525'e, Adıyaman'ın %0.36'dan %0.4375'e, Hatay'ın %0.87'den %0.9950'ye, Malatya'nın %0.82'den %1.0225'e ve Osmaniye'nin %0.3350'den %0.3750'ye yükseldiği tespit edilmiştir.

Tablo 4: Altın Mevduatı (Gerçek Kişi)/Toplam Altın Mevduatı Oranı T-Testi
Table 4: Gold Deposits (Real Person)/Total Gold Deposits Ratio T-Test

Şehir	Dönem	T-Testi		
		Ortalama (%)	t	p
Adana	Deprem Öncesi	17.000	-3.311	0.045
	Deprem Sonrası	17.625		
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.3600	-8.188	0.004
	Deprem Sonrası	0.4375		
Diyarbakır	Deprem Öncesi	0.6925	0.174	0.873
	Deprem Sonrası	0.6900		
Elazığ	Deprem Öncesi	0.6000	-5.196	0.014
	Deprem Sonrası	0.6450		
Gaziantep	Deprem Öncesi	0.9650	-0.662	0.555
	Deprem Sonrası	0.9775		
Hatay	Deprem Öncesi	0.8700	-6.603	0.007
	Deprem Sonrası	0.9950		
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.6100	-9.922	0.002
	Deprem Sonrası	0.7525		
Kilis	Deprem Öncesi	0.0500	-1.000	0.391
	Deprem Sonrası	0.0525		
Malatya	Deprem Öncesi	0.8200	-6.331	0.008
	Deprem Sonrası	10.225		
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.3350	-5.657	0.011
	Deprem Sonrası	0.3750		
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.4925	3.656	0.035
	Deprem Sonrası	0.4575		

6.2) YP Mevduat/Toplam YP Mevduat

6.2.1) Normallik Analizi

Araştırmaya konu illerin YP Mevduat/Toplam YP Mevduat oranına normallik testi Tablo 5'te yer almaktadır. Tablo 5'e göre verilerin çarpıklık (-2/+2) ve basıklık değerleri (-6/+4) normal dağılım sergilediklerini göstermektedir.

Tablo 5: YP Mevduat/Toplam YP Mevduat Oranı Çarpıklık ve Basıklık Değerleri
 Table 5: Skewness and Kurtosis Values of FX Deposits/Total FX Deposits Ratio

Şehir	Dönem	Çarpıklık	Basıklık
Adana	Deprem Öncesi	1.190	1.500
	Deprem Sonrası	-0.265	0.869
Adıyaman	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	2.000	4.000
Diyarbakır	Deprem Öncesi	-2.000	4.000
	Deprem Sonrası	1.129	2.227
Elazığ	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	1.540	2.889
Gaziantep	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	1.194	0.436
Hatay	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.437	1.166
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.370	-3.901
	Deprem Sonrası	0.482	-1.700
Kilis	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.000	-6.000
Malatya	Deprem Öncesi	0.000	1.500
	Deprem Sonrası	-0.482	-1.700
Osmaniye	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	-2.000	4.000
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.000	1.500
	Deprem Sonrası	0.855	-1.289

6.2.2) T-Testi Analizi

Tablo 6: YP Mevduat /Toplam YP Mevduat Oranı T-Testi
 Table 6: FX Deposits/Total FX Deposits Ratio T-Test

Şehir	Dönem	T-Testi		
		Ortalama (%)	t	p
Adana	Deprem Öncesi	14.500	-2.514	0.087
	Deprem Sonrası	15.075		
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.1925	-27.000	0.000
	Deprem Sonrası	0.2600		
Diyarbakır	Deprem Öncesi	0.4175	-11.000	0.002
	Deprem Sonrası	0.4725		
Elazığ	Deprem Öncesi	0.3775	-35.000	0.000
	Deprem Sonrası	0.4650		
Gaziantep	Deprem Öncesi	10.325	-3.569	0.038
	Deprem Sonrası	11.075		
Hatay	Deprem Öncesi	12.000	-8.631	0.003
	Deprem Sonrası	13.775		
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.4825	-12.961	0.001
	Deprem Sonrası	0.6225		
Kilis	Deprem Öncesi	0.0325	-5.000	0.015
	Deprem Sonrası	0.0450		
Malatya	Deprem Öncesi	0.4700	-14.527	0.001
	Deprem Sonrası	0.6075		
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.1425	-15.588	0.001
	Deprem Sonrası	0.1875		
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.2900	-3.656	0.035
	Deprem Sonrası	0.3075		

Tablo 6'ya göre Adana'nın YP Mevduat/Toplam YP Mevduat oranında anlamlı bir değişikliğin olmadığı ($p>0.05$) gözlenmektedir. Ayrıca deprem sonrası toplam YP mevduatı içerisindeki oranı en fazla artan illerin sırasıyla Elazığ, Adıyaman, Osmaniye, Malatya ve Kahramanmaraş olduğu tespit edilmiştir. Depremden etkilenen illerin YP mevduatının bankacılık sektörü toplam YP mevduatı içerisindeki payı incelendiğinde Elazığ'ın payının %0.3775'ten %0.4650'ye, Adıyaman'ın %0.1925'ten %0.26'ya, Osmaniye'nin %0.1425'ten %0.1875'e, Malatya'nın %0.47'den %0.6075'e ve Kahramanmaraş'ın %0.4825'ten %0.6225'e yükseldiği tespit edilmiştir.

6.3) Mevduat/Toplam Mevduat

6.3.1) Normallik Analizi

Tablo 7'de araştırmaya konu illerin Mevduat/Toplam Mevduat oranına ait normallik testi yer almaktadır.

Tablo 7: Mevduat/Toplam Mevduat Oranı Çarpıklık ve Basıklık Değerleri
Table 7: Skewness and Kurtosis Values of Deposits/Total Deposits Ratio

Şehir	Dönem	Çarpıklık	Basıklık
Adana	Deprem Öncesi	0.482	-1.700
	Deprem Sonrası	1.597	2.704
Adıyaman	Deprem Öncesi	-2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.855	-1.289
Diyarbakır	Deprem Öncesi	1.540	2.889
	Deprem Sonrası	0.000	-1.200
Elazığ	Deprem Öncesi	0.753	0.343
	Deprem Sonrası	0.000	-1.200
Gaziantep	Deprem Öncesi	-0.057	-5.453
	Deprem Sonrası	1.749	3.091
Hatay	Deprem Öncesi	0.084	-5.518
	Deprem Sonrası	0.855	-1.289
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	-2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.517	1.649
Kilis	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	-2.000	4.000
Malatya	Deprem Öncesi	-0.855	-1.289
	Deprem Sonrası	1.779	3.135
Osmaniye	Deprem Öncesi	-2.000	4.000
	Deprem Sonrası	2.000	4.000
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	-1.129	2.227
	Deprem Sonrası	-0.753	0.343

Tablo 7'ye göre verilerin çarpıklık (-2/+2) ve basıklık (-5,518/+4) değerleri normal dağılım sergilediklerini göstermektedir.

6.3.2) T-Testi Analizi

Tablo 8: Mevduat /Toplam Mevduat Oranı T-Testi
Table 8: Deposits/Total Deposits Ratio T-Test

Şehir	Dönem	T-Testi		
		Ortalama (%)	t	p
Adana	Deprem Öncesi	14.825	-4.352	0.022
	Deprem Sonrası	15.450		
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.1650	-6.789	0.007
	Deprem Sonrası	0.1975		
Diyarbakır	Deprem Öncesi	0.4050	-4.431	0.021
	Deprem Sonrası	0.4650		
Elazığ	Deprem Öncesi	0.2575	-0.728	0.519
	Deprem Sonrası	0.2650		
Gaziantep	Deprem Öncesi	13.475	0.987	0.396
	Deprem Sonrası	13.225		
Hatay	Deprem Öncesi	10.275	-5.422	0.012
	Deprem Sonrası	11.325		
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.4400	-7.137	0.006
	Deprem Sonrası	0.5425		
Kilis	Deprem Öncesi	0.0325	-1.732	0.182
	Deprem Sonrası	0.0375		
Malatya	Deprem Öncesi	0.3325	-5.637	0.011
	Deprem Sonrası	0.3950		
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.1400	-9.000	0.003
	Deprem Sonrası	0.1625		
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.3275	-1.260	0.297
	Deprem Sonrası	0.3425		

Tablo 8'e göre Elazığ, Gaziantep, Kilis ve Şanlıurfa illerinin Mevduat/Toplam Mevduat oranında anlamlı bir değişikliğin olmadığı ($p>0.05$) gözlenmektedir. Ayrıca deprem sonrası toplam mevduat içerisindeki oranı en fazla artan illerin sırasıyla Osmaniye, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya ve Hatay olduğu tespit edilmiştir. Depremden etkilenen illerin toplam mevduatının bankacılık sektörü toplam mevduatı içerisindeki payı incelendiğinde Osmaniye'nin payının %0.14'ten %0.1625'e, Kahramanmaraş'ın %0.44'ten %0.5425'e, Adıyaman'ın %0.1650'den %0.1975'e, Malatya'nın %0.3325'ten %0.3950'ye ve Hatay'ın %1.0275'ten %1.1325'e yükseldiği tespit edilmiştir.

6.4) KMH/Toplam KMH

6.4.1) Normallik Analizi

Tablo 9'da araştırmaya konu illerin KMH/Toplam KMH oranına ait normallik testi yer almaktadır. Tablo 9'da verilerin çarpıklık (-2/+2) ve basıklık (-6/+4) değerleri normal dağılım sergilediklerini göstermektedir.

Tablo 9: KMH/Toplam KMH Oranı Çarpıklık ve Basıklık Değerleri
Table 9: Skewness and Kurtosis Values of Overdraft/Total Overdraft Rate

Şehir	Dönem	Çarpıklık	Basıklık
Adana	Deprem Öncesi	0.000	-3.907
	Deprem Sonrası	-1.884	3.626
Adıyaman	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	-0.646	0.707
Diyarbakır	Deprem Öncesi	0.000	-2.433
	Deprem Sonrası	-1.985	3.951
Elazığ	Deprem Öncesi	0.000	-6.000
	Deprem Sonrası	-1.704	2.922
Gaziantep	Deprem Öncesi	0.000	-2.067
	Deprem Sonrası	-1.817	3.298
Hatay	Deprem Öncesi	0.000	-1.200
	Deprem Sonrası	0.724	-1.300
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.000	-1.200
	Deprem Sonrası	-0.248	0.952
Kilis	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	-1.720	3.265
Malatya	Deprem Öncesi	0.000	-1.200
	Deprem Sonrası	-0.634	1.725
Osmaniye	Deprem Öncesi	-2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.234	1.020
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	-0.370	-3.901
	Deprem Sonrası	-1.552	2.729

6.4.2) T-Testi Analizi

Tablo 10: KMH/Toplam KMH Oranı T-Testi
Table 10: Overdraft/Total Overdraft Rate T-Test

Şehir	Dönem	T-Testi		
		Ortalama (%)	t	p
Adana	Deprem Öncesi	24.950	2.866	0.064
	Deprem Sonrası	21.625		
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.4350	5.913	0.010
	Deprem Sonrası	0.3050		
Diyarbakır	Deprem Öncesi	14.450	3.019	0.057
	Deprem Sonrası	12.275		
Elazığ	Deprem Öncesi	0.5350	4.004	0.028
	Deprem Sonrası	0.4200		
Gaziantep	Deprem Öncesi	19.000	4.270	0.024
	Deprem Sonrası	15.525		
Hatay	Deprem Öncesi	15.525	8.839	0.003
	Deprem Sonrası	15.550		
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	10.450	5.583	0.011
	Deprem Sonrası	0.7350		
Kilis	Deprem Öncesi	0.1525	2.777	0.069
	Deprem Sonrası	0.1225		
Malatya	Deprem Öncesi	0.7250	7.645	0.005
	Deprem Sonrası	0.4825		
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.5075	3.422	0.042
	Deprem Sonrası	0.4025		
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	10.850	1.659	0.196
	Deprem Sonrası	0.9600		

Tablo 10'a göre Adana, Diyarbakır, Kilis ve Şanlıurfa illerinin KMH/Toplam KMH oranında anlamlı bir değişikliğin olmadığı ($p>0.05$) gözlenmektedir. Ayrıca depremden etkilenen tüm illerin toplam KMH riski içerisindeki payının düştüğü göze çarpmaktadır. Bununla birlikte deprem sonrası toplam KMH içerisindeki oranı en fazla azalan illerin sırasıyla Malatya, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Gaziantep olduğu tespit edilmiştir. Depremden etkilenen illerin KMH miktarının bankacılık sektörü toplam KMH miktarı içerisindeki payı incelendiğinde Malatya'nın payının %0.7250'den %0.4825'e, Adıyaman'ın %0.4350'den %0.3050'ye, Kahramanmaraş'ın %1.0450'den %0.7350'ye ve Gaziantep'in %1.90'dan %1.5525'e düştüğü tespit edilmiştir.

6.5) Kredi Kartı Riski/Toplam Kredi Kartı Riski

6.5.1) Normallik Analizi

Tablo 11'de araştırmaya konu illerin Kredi Kartı Riski/Toplam Kredi Kartı Riski oranına ait normallik testi yer almaktadır.

Tablo 11: Kredi Kartı Riski/Toplam Kredi Kartı Riski Oranı Çarpıklık ve Basıklık Değerleri
Table 11: Skewness and Kurtosis Values of Credit Card Risk/Total Credit Card Risk Ratio

Şehir	Dönem	Çarpıklık	Basıklık
Adana	Deprem Öncesi	-0.482	-1.700
	Deprem Sonrası	0.367	-1.040
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.000	-1.200
	Deprem Sonrası	0.248	-2.514
Diyarbakır	Deprem Öncesi	0.855	-1.289
	Deprem Sonrası	1.540	2.889
Elazığ	Deprem Öncesi	0.000	1.500
	Deprem Sonrası	0.855	-1.289
Gaziantep	Deprem Öncesi	0.000	-5.412
	Deprem Sonrası	-0.544	-2.944
Hatay	Deprem Öncesi	0.124	-5.290
	Deprem Sonrası	-0.203	-4.811
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.000	-6.000
	Deprem Sonrası	0.286	-3.355
Kilis	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	2.000	4.000
Malatya	Deprem Öncesi	0.855	-1.289
	Deprem Sonrası	0.169	-4.409
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.000	-6.000
	Deprem Sonrası	1.091	0.297
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.000	-2.433
	Deprem Sonrası	1.190	1.500

Tablo 11'de verilerin çarpıklık değerlerinin -0,544/+2, basıklık değerlerinin ise -6/+4 olduğu, bu nedenle normal dağılım sergiledikleri kabul edilmiştir.

6.5.2) T-Testi Analizi

Tablo 12: Kredi Kartı Riski/Toplam Kredi Kartı Riski Oranı T-Testi
Table 12: Credit Card Risk/Total Credit Card Risk Ratio T-Test

Şehir	Dönem	T-Testi		
		Ortalama (%)	t	p
Adana	Deprem Öncesi	27.275	-13.910	0.001
	Deprem Sonrası	30.700		
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.3850	-1.073	0.362
	Deprem Sonrası	0.4125		
Diyarbakır	Deprem Öncesi	12.800	-37.967	0.000
	Deprem Sonrası	15.900		
Elazığ	Deprem Öncesi	0.4600	-7.833	0.004
	Deprem Sonrası	0.4975		
Gaziantep	Deprem Öncesi	19.300	-35.355	0.000
	Deprem Sonrası	21.800		
Hatay	Deprem Öncesi	15.025	0.313	0.775
	Deprem Sonrası	14.700		
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.8800	-0.151	0.889
	Deprem Sonrası	0.8875		
Kilis	Deprem Öncesi	0.1125	-7.000	0.006
	Deprem Sonrası	0.1300		
Malatya	Deprem Öncesi	0.6575	-0.174	0.873
	Deprem Sonrası	0.6650		
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.4300	-3.750	0.033
	Deprem Sonrası	0.5250		
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	11.150	-28.290	0.000
	Deprem Sonrası	13.600		

Tablo 12'ye göre Adıyaman, Hatay, Kahramanmaraş ve Malatya illerinin Kredi Kartı Riski/Toplam Kredi Kartı Riski oranında anlamlı bir değişikliğin olmadığı ($p>0.05$) gözlenmektedir. En fazla yıkıma maruz kalan illerde kredi kartı riskinin anlamlı düzeyde artmaması yaşanan can ve mal kayıplarının büyüklüğünden ve harcama yapılabilecek yerlerin bile yıkılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deprem sonrası kredi kartı riski içerisindeki oranı en fazla artan illerin sırasıyla Diyarbakır, Gaziantep, Şanlıurfa, Adana ve Elazığ olduğu tespit edilmiştir. Depremden etkilenen illerin kredi kartı riskinin bankacılık sektörü toplam kredi kartı riski içerisindeki payı incelendiğinde Diyarbakır'ın payının %1.28'den %1.59'a, Gaziantep'in %1.93'ten %2.18'e, Şanlıurfa'nın %1.115'ten %1.36'ya, Adana'nın %2.7275'ten %3.07'ye ve Elazığ'ın %0.46'dan %0.4975'e yükseldiği tespit edilmiştir.

6.6) Tüketici Kredileri/Toplam Tüketici Kredileri

6.6.1) Normallik Analizi

Tablo 13'te araştırmaya konu illerin Tüketici Kredileri/Toplam Tüketici Kredileri oranına normallik testi yer almaktadır. Tablo 13'te verilerin çarpıklık (-2/+2) ve basıklık (-6/+4) değerleri normal dağılım sergilediklerini göstermektedir.

Tablo 13: Tüketici Kredileri/Toplam Tüketici Kredileri Oranı Çarpıklık ve Basıklık Değerleri
 Table 13: Skewness and Kurtosis Values of Consumer Loans / Total Consumer Loans Ratio

Şehir	Dönem	Çarpıklık	Basıklık
Adana	Deprem Öncesi	0.000	-3.300
	Deprem Sonrası	-1.165	1.085
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.000	1.500
	Deprem Sonrası	0.000	-6.000
Diyarbakır	Deprem Öncesi	-0.482	-1.700
	Deprem Sonrası	-0.248	-2.514
Elazığ	Deprem Öncesi	1.129	2.227
	Deprem Sonrası	0.000	-1.200
Gaziantep	Deprem Öncesi	1.846	3.412
	Deprem Sonrası	0.000	-5.756
Hatay	Deprem Öncesi	0.000	-1.200
	Deprem Sonrası	-0.819	-1.216
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.020	-5.887
Kilis	Deprem Öncesi	-2.000	4.000
	Deprem Sonrası	-2.000	4.000
Malatya	Deprem Öncesi	0.855	-1.289
	Deprem Sonrası	-0.169	-4.409
Osmaniye	Deprem Öncesi	2.000	4.000
	Deprem Sonrası	0.000	-3.300
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.000	-1.200
	Deprem Sonrası	-0.261	-0.101

6.6.2) T-Testi Analizi

Tablo 14: Tüketici Kredileri/Toplam Tüketici Kredileri Oranı T-Testi
 Table 14: Consumer Loans/Total Consumer Loans Ratio T-Test

Şehir	Dönem	T-Testi		
		Ortalama (%)	t	p
Adana	Deprem Öncesi	25.400	-10.927	0.002
	Deprem Sonrası	30.650		
Adıyaman	Deprem Öncesi	0.3800	-2.333	0.102
	Deprem Sonrası	0.4150		
Diyarbakır	Deprem Öncesi	11.475	-18.343	0.000
	Deprem Sonrası	14.175		
Elazığ	Deprem Öncesi	0.4325	-33.000	0.000
	Deprem Sonrası	0.5150		
Gaziantep	Deprem Öncesi	17.175	-8.502	0.003
	Deprem Sonrası	20.600		
Hatay	Deprem Öncesi	15.550	-2.021	0.137
	Deprem Sonrası	16.575		
Kahramanmaraş	Deprem Öncesi	0.9200	-2.931	0.061
	Deprem Sonrası	10.175		
Kilis	Deprem Öncesi	0.1175	-7.348	0.005
	Deprem Sonrası	0.1475		
Malatya	Deprem Öncesi	0.6275	-3.217	0.049
	Deprem Sonrası	0.6925		
Osmaniye	Deprem Öncesi	0.4925	-5.567	0.011
	Deprem Sonrası	0.6000		
Şanlıurfa	Deprem Öncesi	0.9150	-6.013	0.009
	Deprem Sonrası	10.525		

Tablo 14'e göre Adıyaman, Hatay ve Kahramanmaraş illerinin Tüketici Kredileri/Toplam Tüketici Kredileri oranında anlamlı bir değişikliğin olmadığı ($p>0.05$) gözlenmektedir. Ayrıca deprem sonrası toplam tüketici kredileri içerisindeki oranı en fazla artan illerin sırasıyla Elazığ, Diyarbakır, Adana, Gaziantep ve Kilis tespit edilmiştir. Depremden etkilenen illerin tüketici kredisi riskinin bankacılık sektörü toplam tüketici kredisi riski içerisindeki payı incelendiğinde Elazığ'ın payının %0.4325'ten %0.5150'ye, Diyarbakır'ın %1.1475'ten %1.4175'e, Adana'nın %2.54'ten %3.0650'ye, Gaziantep'in %1.7175'ten %2.06'ya ve Kilis'in %0.1175'ten %0.1475'e yükseldiği tespit edilmiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal afetlerin en yıkıcılarından biri olan depremlerin şiddetleri ve yıkıcı olma durumlarına göre ekonomik, sosyal, psikolojik vb. birçok etkisi bulunmaktadır. Türkiye'de yaşanan 6 Şubat 2023 depremleri en fazla Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman ve Malatya illerinde yıkıma neden olmakla birlikte toplam 11 ili etkilemiştir. Bu depremlerin geniş etki alanı göz önünde bulundurulduğunda ortaya çıkaracağı ekonomik, psikolojik ve sosyal sonuçların da çok büyük çapta olacağı düşünülmektedir. Yaşanan depremlerin üzerinden bir yıldan biraz uzun bir süre geçmesine rağmen depremlerin ekonomik, psikolojik ve toplumsal etkileri halen yoğun bir şekilde yaşanmaktadır. Depremın sebep olduğu yıkımın büyüklüğü nedeniyle deprem bölgelerinden ülkenin geri kalanına doğru büyük bir göç dalgası yaşanmış ve araştırmalarda saha çalışması yapılmasını zorlaştırmıştır. Bu nedenle araştırmada ikincil veriler kullanılmıştır.

Fon fazlası olan birimlerden toplanan fonların, fon ihtiyacı olan birimlere aktarımını sağlayan bankalar Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde finansal sektörün en önemli kurumları arasında yer almaktadır. Bankacılık sektörü hem mevduat hesapları ile tasarrufların güvenli bir şekilde saklanmasını sağlamakta hem de kredi mekanizması ile doğal afetlerin ve salgınların meydana getireceği ekonomik zararların azaltılması sağlamaktadır. Bu nedenle doğal afetler, salgın hastalıklar gibi toplumun genelini etkileyen olaylarda bankacılık sektörü tarafından alınacak aksiyon ülke ekonomisinin gelişmesi ve büyümesi açısından oldukça önemli hale gelmektedir.

İnsan hayatını ve canını ciddi bir biçimde tehdit eden deprem gerçeği depremi deneyimleyip hayatta kalanların deprem sonrası davranışlarında değişikliklere yol açmaktadır. Daha önce yapılan araştırmalar depremi deneyimleyenlerin bir kısmının daha tedbirli bir şekilde hareket ederek tasarruf yapma tercihinde bulunduğunu, bir kısmının ise hayatta dünyevi varlıklara sahip olmanın çok bir anlamı olmadığı düşüncesi ile anı yaşama fikrine kapılıp harcamalarını arttırma tercihinde bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmada 6 Şubat 2023 Türkiye depremlerinden etkilenen illerin tasarruf ve harcama tercihleri üzerindeki değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sonuçları hem tasarruf hem de harcama olmak üzere iki açıdan değerlendirilmektedir.

Araştırmanın ilk bölümünde bireysel tasarruflar incelenmiş ve deprem öncesi bir yıllık süreçte göre deprem sonrası toplam altın mevduatı içerisindeki payı en fazla artan illerin sırasıyla Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay, Malatya illeri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toplam YP mevduatı içerisindeki payı en fazla artan illerin sırasıyla Elazığ, Adıyaman, Osmaniye, Malatya ve Kahramanmaraş olduğu, toplam mevduat içerisindeki payı en fazla artan illerin ise sırasıyla Osmaniye, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya ve Hatay olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları depremlerden en fazla etkilenen Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay ve Malatya illerinde bireysel mevduatların yükseldiğini göstermektedir. Buradan yola çıkarak depremin büyük yıkıcılığına maruz kalan bireylerin geleceğe yönelik daha ihtiyatlı davranarak tasarruflarını banka hesaplarında saklama yönünde tercihte buldukları söylenebilir. Ekonomik sistem içerisinde yer almayan bu tasarrufların deprem sonrası sisteme kazandırılması ülke ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu tercihin devamlılığının sağlanması açısından bankacılık sektörü mevduat hesaplarının güvenilirliği, birikimlerin kayıt dışı olması durumunda doğal afetlerde yok olacağı, mevduat hesaplarının

TMSF güvencesinde olduğu gibi konularda kamuoyunu bilgilendirici reklam çalışmalarının yapılması oldukça önemlidir.

Araştırmanın ikinci bölümünde bireysel harcamalardaki değişim araştırılmış ve bu araştırma için KMH, bireysel kredi kartı riski ve tüketici kredileri incelenmiştir. İnceleme sonucunda depremden etkilenen tüm illerin deprem öncesi bir yıllık sürece göre deprem sonrası toplam KMH içerisindeki paylarının azaldığı, en fazla azalışın sırasıyla Hatay, Malatya, Adıyaman ve Kahramanmaraş illerinde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte toplam kredi kartı riski içerisindeki payı en fazla artan illerin sırasıyla Diyarbakır, Gaziantep, Şanlıurfa ve Adana illeri olduğu, toplam tüketici kredileri içerisindeki payı en fazla artan illerin ise sırasıyla Elazığ, Diyarbakır, Adana ve Gaziantep illeri olduğu tespit edilmiştir. Bu analizler sonucunda depremden en fazla etkilenen illerin kredi ürünlerini tercih etmedikleri hatta KMH oranlarını azalttıkları diğer bir deyişle harcama tercihinde bulunmadıkları göze çarpmaktadır. Bu sonucun söz konusu illerde depremlerde çok fazla can kaybının yaşanmasından kaynaklandığı, ya da yıkımın büyüklüğünden dolayı kredilere erişim konusunda zorluklar yaşandığı söylenebilir. Deprem sonrası depremin ekonomik etkilerinin azaltılması adına kamu bankaları aracılığı ile uygulamaya alınan düşük faizli tüketici kredilerinin depremden en çok etkilenen illerde değil de en az etkilenen illerde değişikliğe yol açtığı göze çarpmaktadır. Buradan yola çıkarak afetler sonrası uygulanan kredi kampanyalarında bankacılık sektörünün kaynakların amacına uygun kullanılması için daha fazla etkilenen bölgelere yönlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca söz konusu dönemlerde uygulanacak genişletici para politikalarının afetin yarattığı panik havasıyla değil üzerinde detaylıca düşünülerek alınması gerçek ihtiyaç sahiplerinin finansmana erişimini kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Özetle araştırma sonuçları depremden en fazla etkilenen illerde tasarrufların arttığını, buna karşılık harcamaların azaldığını göstermektedir. Bu sonuç daha önce Kun ve diğ. (2013) ve Nolen-Hoeksema ve Morrow (1991) tarafından yapılan araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermekte olup Ding ve diğ. (2022), Zhang ve Liu (2021), Lien ve diğ. (2020), Yao ve diğ. (2019), Filipski ve diğ. (2019) ve Cassar ve diğ. (2017) tarafından yapılan araştırmaların sonuçlarına aykırılık göstermektedir. 6 Şubat 2023 Türkiye depremlerinin üzerinden geçen kısa süre ve depremin neden olduğu göç dalgası dikkate alındığında depremin etkilerinin ölçülmesine yönelik çalışmaların sayısında ileriki dönemlerde artış yaşanacağı beklenmektedir. Birçok ilde barınma sorunları devam ettiğinden dolayı depremin etkilerini ölçmek için nicel yöntemlerin kullanıldığı bir çalışma yapmak pek mümkün olmamaktadır. Zaman, barınma ve depreme maruz kalan bireylere direkt ulaşım konuları bu çalışmanın kısıtlarını oluşturmaktadır. Depremin etkilerinin belirli bir zaman sonra azalması durumunda araştırmacılara daha sonra yapılacak araştırmalarda nicel araştırma yöntemleri kullanmaları, depreme direkt maruz kalan bireyler ve işletmelerle anket yöntemi kullanarak çalışma yapmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Acconcia A., Corsetti G., Simonelli S., 2020. Liquidity and Consumption: Evidence from Three Post-Earthquake Reconstruction Programs in Italy, American Economic Journal: Macroeconomics, 12(3), 319-346, <https://doi.org/10.1257/mac.20180190>.

Adanur Aklan N., Nargeleşkenler M., 2008. Para Politikalarının Banka Kredi Kanalı Üzerindeki Etkileri, İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 39, 109-132.

Akgemci A., 2023. Kahramanmaraş Merkezli Depremlerin İnşaat Firmalarının Finansal Performansı Üzerindeki Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(2), 47-60, <https://doi.org/10.47147/ksuiibf.1401990>.

Altun F., 2018. Afetlerin Ekonomik ve Sosyal Etkileri: Türkiye Örneği Üzerinden Bir Değerlendirme, Sosyal Çalışma Dergisi, 2(1), 1-15.

Becchetti L., Castriota S., Conzo P., 2012. Calamity, AID and Indirect Reciprocity: The Long Run Impact of Tsunami on Altruism in Sri Lanka, Naples: Centre for Studies in Economics and Finance.

Callen M., 2015. Catastrophes and time preference: Evidence from the Indian, Journal of Economic Behavior & Organization, 118, 199-214, <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2015.02.019> .

Cameron L., Shah M., 2012. Risk-Taking Behavior in the Wake of Natural Disasters, National Bureau of Economic Research(50), 484-515, <https://doi.org/10.2139/ssrn.2157898> .

Cassar A., Healy A., Kessler C., 2017. Trust, Risk, and Time Preferences After a Natural Disaster: Experimental Evidence from Thailand, World Development, 94, 90-105. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.042> .

Chou C.P., Bentler P.M., 1995. Estimates and Tests in Structural Equation Modeling. R. H. Hoyle içinde, Structural Equation Modeling Concepts, Issues and Applications (s.37-55). London: SAGE Publications.

Ding C., Yan X., Chen Z., 2022. "Save for a Rainy Day" or "Live in the Moment"? How Does Uncertainty Associated with Earthquakes Affect People's Time Preferences? Frontiers in Psychology, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1039092> .

Duruel M., 2023. Afetlerde Göçmen Olmak: 6 Şubat Depremi Hatay Örneği, Mukaddime, 14(2), 227-255, <https://doi.org/10.19059/mukaddime.1381750> .

Filipski M., Jin L., Zhang X., Chen K.Z., 2019. Living Like There's No Tomorrow: The Psychological Effects of an Earthquake on Savings and Spending Behavior, European Economic Review 116, 107-128.

Harris K.M., Duncan G.J., Boisjoly J., 2002. Evaluating the Role of "Nothing to Lose" Attitudes on Risky Behavior in Adolescence, Social Forces, 80(3), 1005-1039. <https://doi.org/10.1353/sof.2002.0008> .

Hood M., Kamesaka A., Nofsinger J., Tamura T., 2013. Investor Response to A Natural Disaster: Evidence from Japan's 2011 Earthquake, Pacific-Basin Finance Journal, (25), 240-252. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2013.09.006> .

Ketboğa M., 2024. 6 Şubat 2023 Tarihinde Yaşanan İki Büyük Depremin Malatya İlinde Faaliyet Gösteren Dış Ticaret Firmalarının Faaliyetleri Üzerindeki Etkileri ve Yaşanan Sorunlara Çözüm Önerileri, Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(35), 493-505, <https://doi.org/10.54600/iqdirtsosbilder.1389198>.

Kırkağaç M., Karpuz E., 2023. 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin BIST Banka ve Sigorta Piyasasına Etkisi Üzerine Bir Olay Çalışması Analizi, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(2), 387-401.

Kline R.B., 2011. Principles and Practice of Structural Equation Modeling, New York: The Guilford Press.

Koç A., 2023. Kahramanmaraş'tan Türkiye'yi Sarsan Deprem Felaketinin Sosyal-Ekonomik Boyutu ve Çıkarmamız Gereken Dersler, (İçinde: Kahramanmaraş Merkezli Depremler Sonrası için Akademik Öneriler, Editörler: M. Öztürk & M. Kırca, s.167-179), Gaziantep: Özgür Yayınları, <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub99> .

Kun P., Tong X., Liu Y., Pei X., Luo H., 2013. What Are the Determinants of Post-Traumatic Stress Disorder: Age, Gender, Ethnicity or Other? Evidence from 2008 Wenchuan Earthquake, *Public Health*, 127(7), 644-652. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2013.04.018> .

Lien J.W., Peng Q., Zheng J., 2020. Major Earthquake Experience and Presently-Gratifying Expenditures, *SSRN Working Papers*, 1-65. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3794466> .

Meier S., Sprenger C.D., 2015. Temporal Stability of Time Preferences, *Review of Economics and Statistics*, 97(2), 273-286, https://doi.org/10.1162/REST_a_00433 .

Mishkin F.S., 2004. *The Economics of Money, Banking and Financial Markets*, New Jersey: Pearson Education.

Nolen-Hoeksema S., Morrow J., 1991. A Prospective Study of Depression and Posttraumatic Stress Symptoms After a Natural Disaster: The 1989 Loma Prieta Earthquake, *Journal of Personality and Social Psychology*, 61(1), 115-121, <https://doi.org/10.1037/0022-3514.61.1.115> .

Özer M., 2023. Education Policy Actions by the Ministry of National Education after the Earthquake Disaster on February 6, 2023 in Türkiye, *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 219-232, <https://doi.org/10.14686/buefad.1261101> .

Özsalman E., Yıldırım U.T., 2024. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Dış Ticaret Üzerindeki Etkileri: 11 İl Örneği, *Akademik Yaklaşım Dergisi*, 15(1), 598-617. <https://doi.org/10.54688/ayd.1411837> .

Paxson C.H., 1992. Using Weather Variability To Estimate the Response of Savings to Transitory Income in Thailand, *American Economic Association*, 82(1), 15-33. <https://doi.org/10.2307/2117600> .

Sabırsız E., Şöhret M., 2024. 6 Şubat 2023 Depremlerinin Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Makroekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkileri, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 15(1), 571-597, <https://doi.org/10.54688/ayd.1390984> .

SBB, 2023. *Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu*, Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Şen S., 2023. Kahramanmaraş Depremlerinin Ekonomiye Etkisi, *Diplomasi ve Strateji Dergisi*, 4(1), 1-55.

Takasaki Y., Barham B.L., Coomes O.T., 2010. Smoothing Income against Crop Flood Losses in Amazonia: Rain Forest or Rivers as a Safety Net? *Review of Development Economics*, 14(1), 48-63. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2009.00538.x> .

Tetik N., Albulut İ.İ., 2023. 6 Şubat 2023'te Yaşanan Depremin Ekonomik ve Finansal Etkileri: İhracat Üzerinden Bir İnceleme. (İçinde: Kahramanmaraş Merkezli Depremler Sonrası için Akademik Öneriler, Editörler: M. Öztürk & M. Kırca, s.93-103), Gaziantep: Özgür Yayınları.

Tetik N., Öner A., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Merkezli Depremin Bölgede Yer Alan Kobilere Üzerindeki Olası Ekonomik ve Finansal Etkileri, (İçinde: Kahramanmaraş Merkezli Depremler Sonrası için Akademik Öneriler, Editörler: M. Öztürk & M. Kırca, s.83-91), Gaziantep: Özgür Yayınları.

Townsend R.M., 1994. Risk and Insurance in Village India, *Econometrica*, 62(3), 539-591, <https://doi.org/doi:10.2307/2951659>.

Udry C., 1995. Risk and Saving in Northern Nigeria, *The American Economic Review*, 85(5), 1287-1300.

Unkaracalar T., 2023. The Effect of 2023 Kahramanmaraş Earthquakes on the BIST 30 Index, *Turk Deprem Arastirma Dergisi* 5(2), 183-193, <https://doi.org/10.46464/tdad.1331294>.

Willinger M., Bchir M.A., Heitz C., 2013. Risk and Time Preferences under the Threat of Background Risk: A Case-Study of Lahars Risk in Central Java, *Universtiy of Montpellier Working Papers*, 1-23.

Yao D., Xu Y., Zhang P., 2019. How a Disaster Affects Household Saving: Evidence from China's 2008 Wenchuan Earthquake, *Journal of Asian Economics*, 64, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2019.101133>.

Yu Y., Gong Y., Chen B., Li H., 2022. Household's Portfolio Choice with the Risks of Wealth and Life: A Study Based on Earthquake Risk, *China Industrial Economics*, 5, 43-61. <https://doi.org/10.19581/j.cnki.ciejournal.2022.05.003>.

Zhang Y., Liu Q., 2021. "Living in the Moment" or "Saving for the Future"? Long-Term Effects of Earthquake Experiences on Chinese Urban Household Savings Rates and Consumption Habits, *Journal of Financial Research*, 494(8), 80-99.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Bu araştırmada Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından 2022Q1-2023Q4 dönemleri arasında yayınlanan FinTürk illere göre seçilmiş bankacılık sektörü verilerinden yararlanılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişi ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): M.B.
- Literatür araştırması (*Literature research*): M.B.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): M.B.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): M.B.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): M.B.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): M.B.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): M.B.



Post-Earthquake Life Experiences of Mothers with School-Age Children

Salih Karip¹, Merve Tekin² and Serap Dasbas³

¹ Konya Provincial Health Directorate, 42060, Konya, Türkiye

² Konya Provincial Directorate Of Youth And Sports, 42140, Konya, Türkiye

³ Selçuk University, Faculty Of Health Sciences, 42130, Konya, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0911- 3904, 0000-0001-8284-8395, 0000-0003-0969-6393

Keywords

Earthquake, Earthquake victim, Kahramanmaraş earthquakes, Mother, Child

Highlights

- * Psychological reflections of the earthquake
- * Effects of earthquake on children
- * Future plans after the earthquake

Aim

The research was conducted to understand the life experiences of earthquake-affected mothers

Location

Konya, Türkiye

Methods

The research was conducted according to qualitative research techniques and snowball sampling method was used

Results

It has been determined that the earthquake process had multidimensional reflections on mothers and families, such as psychological, economic, social and academic

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 24.05.2024

Revised: 02.08.2024

Accepted: 08.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1489443



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Salih Karip

Email: salihkarip@gmail.com

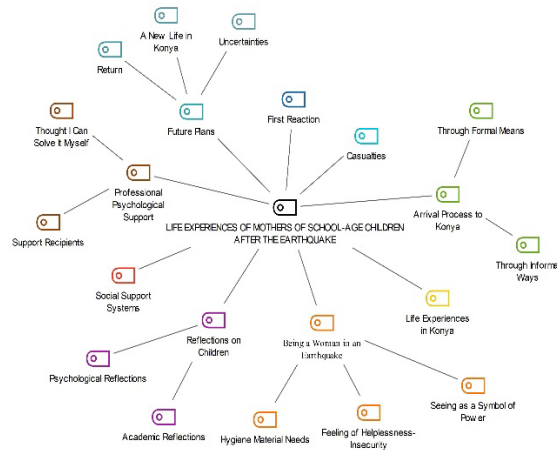


Figure
Concept Map of Research Findings

How to cite:

Karip S., Tekin M., Dasbas S., 2024. Post-Earthquake Life Experiences of Mothers with School-Age Children, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 508-526, <https://doi.org/10.46464/tdad.1489443>.



Okul Çağında Çocuğa Sahip Annelerin Deprem Sonrası Yaşam Deneyimleri

Salih Karip¹, Merve Tekin² ve Serap Daşbaş³

¹ Konya İl Sağlık Müdürlüğü, 42060, Konya, Türkiye

² Konya Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, 42140, Konya, Türkiye

³ Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 42130, Konya, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0911-3904, 0000-0001-8284-8395, 0000-0003-0969-6393

ÖZET

Araştırma, Kahramanmaraş depremleri sonrası okul çağında çocuğu olan annelerin deprem sonrası yaşam deneyimlerini anlama amacıyla nitel araştırma yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kartopu örnekleme yöntemi kullanılmış ve 13 özne ile yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla görüşmeler sağlanmıştır. Veri analizi sürecinde tematik analiz yöntemi ve nitel veri analizi programı MAXQDA kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; yaşanan deprem sürecinin anneler ve aileler üzerinde psikolojik, ekonomik, sosyal, akademik gibi çok boyutlu yansımalarının olduğu belirlenmiştir. Yine psikolojik yansımalar ile baş etme sürecinde annelerin çoğunluğunun "güç, güçlü olma, mücadele" algılarına bağlı olarak profesyonel destek almadıkları belirlenmiştir. Depremin çocuklar üzerinde çok boyutlu yansımalarının olduğu, depremzede annelerin "kadın" ve "anne" olmaları ile ihtiyaçlarının fazla olduğu ve yoğun sorumluluk duygusu yaşadıkları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler

Deprem, Depremzede, Kahramanmaraş depremleri, Anne, Çocuk

Öne Çıkanlar

- * Depremin psikolojik yansımaları
- * Depremin çocuklara olan etkileri
- * Deprem sonrası gelecek planları

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 24.05.2024

Düzeltilme: 02.08.2024

Kabul: 08.08.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1489443

Sorumlu yazar

Salih Karip

Eposta:

salihkarip@gmail.com

Post-Earthquake Life Experiences of Mothers with School-Age Children

Salih Karip¹, Merve Tekin² and Serap Dasbas³

¹ Konya Provincial Health Directorate, 42060, Konya, Türkiye

² Konya Provincial Directorate Of Youth And Sports, 42140, Konya, Türkiye

³ Selçuk University, Faculty Of Health Sciences, 42130, Konya, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0911-3904, 0000-0001-8284-8395, 0000-0003-0969-6393

ABSTRACT

The research was carried out in accordance with the qualitative research method in order to understand the post-earthquake life experiences of mothers with school-age children after the Kahramanmaraş earthquakes. Snowball programming method was used in the research and semi-learned interview forms were conducted with 13 subjects. Thematic analysis method and qualitative data analysis program MAXQDA were used in the data analysis process. As a result of the research; It has been determined that the earthquake process had multidimensional reflections on mothers and families, such as psychological, economic, social and academic. It was also determined that the majority of mothers did not receive professional support during the process of coping with psychological reflections due to their perception of "power, being powerful, struggle". It has been determined that the earthquake had multi-dimensional reflections on children, and that mothers who were affected by the earthquake had high needs as they were "women" and "mothers" and experienced an intense sense of responsibility.

Keywords

Earthquake, Earthquake victim, Kahramanmaraş earthquakes, Mother, Child

Highlights

- * Psychological reflections of the earthquake
- * Effects of earthquake on children
- * Future plans after the earthquake

Manuscript

Research Article

Received: 24.05.2024

Revised: 02.08.2024

Accepted: 08.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1489443

Corresponding Author

Salih Karip

Email:

salihkarip@gmail.com

1.GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü afeti; “dışarıdan yardım gereksinimi oluşturacak şiddette ve olağanüstü büyüklükte oluşan, aniden meydana gelen çevresel (ekolojik) bir olay” şeklinde tanımlamaktadır (Hogan ve Burstein 2002). 6 Şubat'ta Kahramanmaraş merkezli 7.7 ve 7.6 büyüklüklerinde meydana gelen depremlerden sonra 6 Şubat - 6 Mayıs tarihleri aralığında bölgede büyüklükleri 0.2 ile 6.6 arasında değişen 33,591 deprem meydana gelmiştir (AFAD 2023). Yine Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın raporunda (SBB 2023) deprem bölgesinde yer alan 11 ilde 48 binden fazla insanın hayatını kaybettiği, 500 binden fazla binanın yıkıldığı belirtilmektedir. Benzer şekilde Mayıs 2023'te yayınlanan TBMM Araştırma Komisyonu Raporu'nda Kahramanmaraş depremlerinden sonra 3 milyonun üzerinde kişinin deprem bölgesinden tahliyesinin gerçekleştirildiği ifade edilmektedir (TBMM 2023).

Doğal afetler bireylerin yaşamlarında derin izler bırakan, psikososyal yönden bireyleri önemli ölçüde etkileyen olaylardır. Afet zamanında en önemli unsurlar; temel gıda maddeleri, barınma ve tıbbi sağlık/bakım ihtiyaçları olmaktadır (El-Khani ve diğ. 2016). Doğal afetlerin bireyler üzerindeki yansımaları sadece temel gıda ve sağlık ihtiyaçlarına yoğun ihtiyaç duyulması ile sınırlı değildir. Doğal afetler pek çok insanın hayatını kaybetmesine, hayatta kalanların da sosyo-ekonomik anlamda önemli kayıplar vermelerine neden olmaktadır. Dolaylı olarak afete maruz kalanlarda da duygusal ve psikolojik refah açısından bu süreçten olumsuz etkilenmektedir (Chen ve diğ. 2020). Doğal afetler ile ruh sağlığı arasında da önemli ölçüde ilişki bulunmaktadır; afetler etki alanında yer alan nüfus üzerinde psikolojik anlamda olumsuz etkide bulunmaktadır. Etkilenenler afetin sadece sosyal ve ekonomik boyutlarından etkilenmemekte; aynı zamanda Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB), depresyon ve anksiyete durumu da bireyler arasında yaygın karşılaşılan psikolojik etkilerdir (Makwana 2019).

Afet sonrası dönem için toplumun bütün bireyleri risk altındadır. Ancak çocuklar, yaşlılar ve kadınlar diğer bireylere göre daha fazla risk altında bulunmaktadır (Ilgin ve Karagül 2022). Twigg (2015); erkek ve kadınların ekonomik ve sosyal koşullardan farklı şekillerde etkilendiğini, tehlikelere de farklı düzeylerde maruz kaldıklarını belirtmektedir. Literatürde de belirtildiği üzere kadınlar ve çocuklar deprem sürecinde en çok etkilenenler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada da örneklem grubu olarak depremzede annelerin belirlenmesi risk grubunda yer alması açısından önemli olarak değerlendirilmektedir.

Doğal afetlerden sonra bireylerin sosyal düzeninde meydana gelen bozulmalar, ekonomik olumsuzluklar ve güvenlik kaygısı gibi hususlar bireylerin göç etmesine neden olmaktadır. Afet sonrası dönemde yaşanan bu göç hareketleri bazen isteğe bağlı olmakla birlikte bazen de zorunlu göç şeklinde gerçekleşmektedir (Ekici ve Tuncel 2015). Afet sonrası göç etmek zorunda kalan çocuk ve ergenler göç ettikleri bölgeye uyumda problemler yaşayabilmektedir. Ayrıca çocukların eğitim hayatlarında da önemli ölçüde değişiklikler yaşanabilmekte ve akademik başarı düzeyleri düşmektedir. Çocukların karşılaştıkları problemler aynı zamanda psikolojik olarak da çocukları etkilemektedir (Kaştan 2015). Doğal afetlerin çocuk ve ergenler üzerindeki en önemli sosyal etkilerinden birisi hiç şüphesiz göç olgusudur (Leblebici 2004). Bu bağlamda araştırma Kahramanmaraş depremleri sonrası deprem bölgesinden ayrılarak farklı bir şehre yerleşen okul çağındaki çocuğa sahip annelerin deprem sonrası yaşam deneyimlerini anlama amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda araştırma soruları;

- Depremzede annelerin deprem sonrası yaşam deneyimleri nelerdir?
- Depremin anneler üzerindeki psikolojik yansımaları nelerdir?
- Depremin çocuklar üzerindeki psikolojik ve akademik yansımaları nelerdir?
- Depremzede annelerin geleceğe ilişkin plan ve düşünceleri nelerdir?

2. MATERYAL VE METOT

2.1) Araştırmanın Modeli

Kahramanmaraş depremleri sonrası Konya'ya gelen ve okul çağında çocuğu bulunan annelerin deprem sonrası yaşam deneyimlerini anlama amacıyla gerçekleştirilen çalışmada; annelerin deprem sonrası yaşamlarına ilişkin duygu, düşünce ve algılarının anlaşılması amacıyla nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Yine araştırmada insan deneyimlerini ve bireylerin çeşitli olgulara yaklaşımını, algılarını ve yüklediği anlamları ortaya çıkarmayı amaçlayan ve deneyimin temel yapısını betimlemeye yönelik olan fenomenolojik yaklaşım kullanılmıştır (Merriam 2013, Yıldırım ve Şimşek 2016).

2.2) Çalışma Grubu

Araştırma sürecine dâhil olacak katılımcılara ulaşmada kartopu örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kartopu örnekleme yöntemi; zengin veri elde edilebilecek kişi ve kritik durumlara odaklanmakta ve çalışma grubuna, bu kişi ve kritik durumları takip ederek ulaşmaktadır (Creswell 2013). Kartopu örnekleme yönteminde öncelikle çalışmanın konusu ile ilgili referans bir kişi seçilmektedir. Bu katılımcıyla yapılan görüşme sonunda o katılımcının önerdiği diğer bireylere, o bireylerle görüşme sonrası da onların önerdiği diğer bireylere ulaşılmaktadır. Böylece katılımcı sayısı artarak süreç devam etmektedir (Biernacki ve Waldorf 1981). Bu kapsamda araştırmanın evrenini Kahramanmaraş depremlerini yaşamış ve sonraki süreçte Konya'ya gelen ve okul çağında çocuğu (ilköğretim ve ortaöğretime devam eden) bulunan anneler oluşturmaktadır. Katılımcı grubun belirlenmesinde hem "anne" hem de "okul çağında çocuğa sahip olma" kriterinin yer almasında; kadınların doğal afetlerden daha yoğun etkilenmelerinin yanı sıra kadın olmanın getirdiği yük ve sorumluluk algısının fazlalığı ile okul çağında çocuğa sahip olmanın da etkisiyle deprem sonrası dönemde karşılaşılan güçlüklerin daha yoğun yaşanabileceği düşüncesinin etkili olduğu ifade edilebilir.

2.3) Veri Toplama Aracı

Araştırmanın verilerinin elde edilmesinde araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Veri toplama aracının hazırlanması sürecinden önce konu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve alana ilişkin okumalar yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda katılımcılara ait; yaş, cinsiyet, çocuk sayısı gibi demografik bilgiler gibi sorular bulunmakla birlikte deprem sonrası süreçte annelerin yaşam deneyimlerini anlamaya yönelik sorulara yer verilmiştir.

2.4) Araştırmanın Etik Boyutu

Araştırma için Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 12.07.2023 tarih ve 2023-667 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Görüşme öncesinde katılımcılara araştırmanın içeriği ve amacı hakkında detaylı bilgilendirme yapılmıştır. Katılımcı ifadelerinin sadece bilimsel amaçla kullanılacağı ifade edilmiştir. Ayrıca araştırmanın tüm süreçlerinde gizlilik ilkesinin uygulanacağı, kişisel verilerin araştırma amacı dışında kullanılmayacağı, isimlerinin tamamen gizli tutulacağı ve araştırmaya katılmak için gönüllülük ilkesi de katılımcılara ifade edilmiş ve bu doğrultuda gönüllü katılımcılar ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırma verilerinin daha detaylı oluşturulabilmesi amacıyla katılımcılara ses kaydı alınması yönünde talep araştırmacı tarafından belirtilmiş ve katılımcıların izni doğrultusunda ses kaydı alınmıştır. Yine araştırmacı tarafından katılımcılara ses kayıtlarının kendileri dışında hiçbir kimse ya da kurum ile paylaşılmayacağına dair taahhüt verilmiştir. Katılımcılara veri oluşturma sürecine ilişkin bütün bilgiler verildikten sonra görüşmelere başlanmıştır.

2.5) Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma verileri Mayıs-Kasım 2023 aralığında depremzede anneler ile gerçekleştirilen nitel görüşmeler aracılığıyla elde edilmiştir. Veri toplama sürecinin depremden 3-5 ay gibi bir süre sonrasında gerçekleştirilmiş olması deprem sonrası deneyimlerin çok boyutlu tartışılmasını kısıtlayan bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Yine depremin çocuklar üzerindeki olumsuz yansımalarının depremzede annelerin ifadeleri doğrultusunda ele alınmış olması da depremzede çocukların deneyimlerini dolaylı yoldan ifade eden bir aktarım olması sebebiyle araştırmanın sınırlılığı olarak ifade edilebilir.

2.6) Veri Oluşturma Süreci

Araştırma Mayıs 2023 ve Kasım 2023 tarihleri arasında Konya ilinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formunun araştırmanın amacına uygunluğunu değerlendirmek adına öncelikle bir katılımcı ile görüşme sağlanmış ve form üzerinde gerekli düzenlemeler yapılarak forma son şekli verilmiştir. Yapılan bu pilot uygulama araştırmanın analiz sürecine dâhil edilmemiştir. Görüşmeler araştırmacının ve katılımcının kendilerini rahat hissedebilecekleri ortamlarda yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Görüşme öncesinde katılımcılara görüşmenin amacı hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Görüşmelerin süresi 40-45 dakika arasında değişiklik göstermiştir.

2.7) Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizi sürecinde tematik analiz yöntemi kullanılmıştır. Tematik analizin adımlarına bağlı olarak öncelikle görüşmeler deşifre edilmiştir. Elde edilen deşifreler MAXQDA 2020 nitel veri analiz programına aktarılmış, daha sonra deşifreler tekrar tekrar okunarak görüşme verilerine uygun olarak kodlamalar yapılmıştır. Bir sonraki adımda kodlanmış olan veriler uygun kategoriler belirlenerek bu kategorilerin altında toplanmıştır. Kategorilerin oluşturulması işleminden sonra ise uygun temalar altında kategoriler birleştirilmiştir. Analiz sürecinin son adımında elde edilen tema, kategori ve kodlar ışığında araştırma verileri raporlanmıştır.

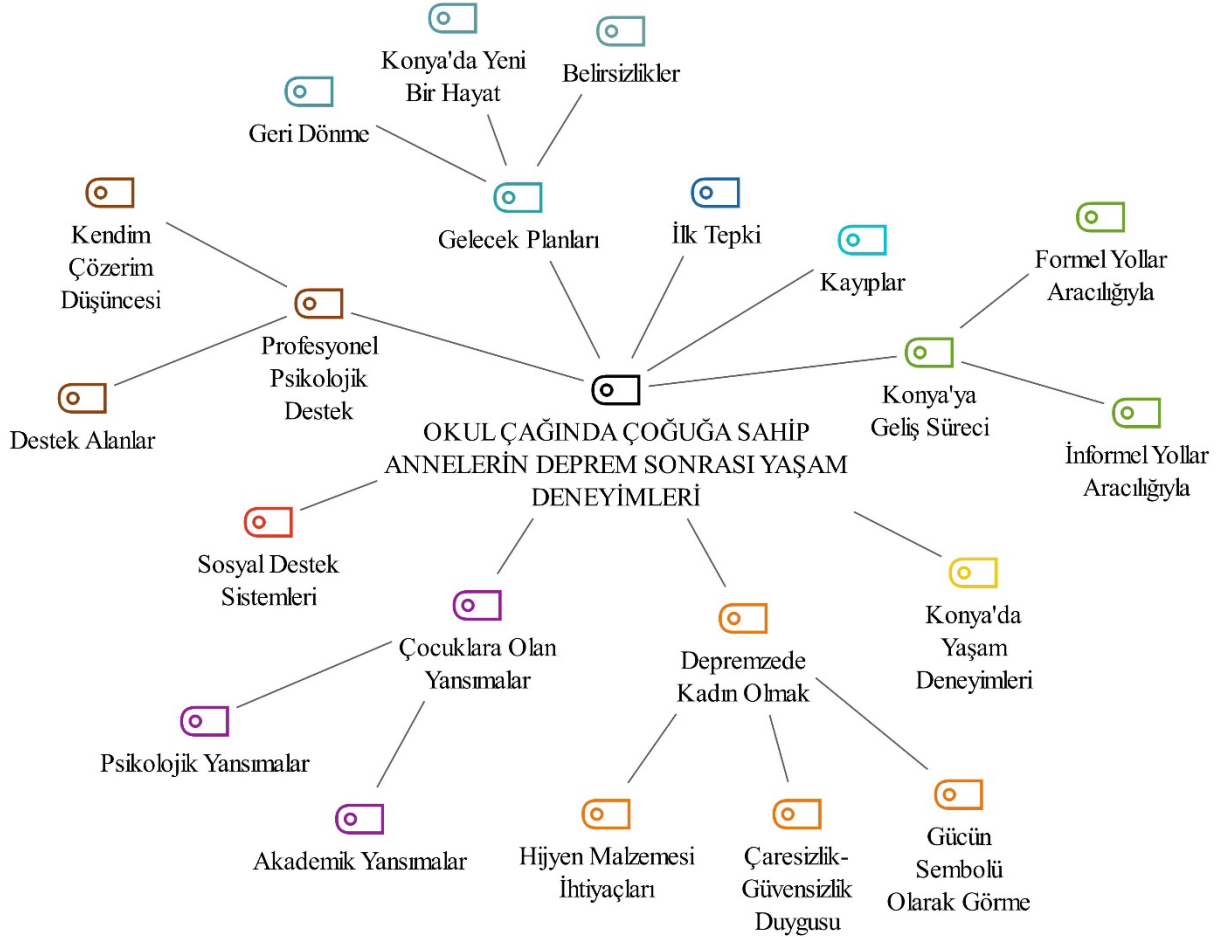
3. BULGULAR

Araştırma kapsamında yapılan görüşmeler neticesinde 13 depremzede anne ile yapılan görüşmeler analiz kapsamına alınmış ve bulgular bu görüşmelerin deşifrelerinden elde edilmiştir. Araştırmaya katılan katılımcıların yaş ortalaması 42 ve çoğunluğu evlidir. En fazla çocuğa sahip katılımcıların 4 çocuğu bulunmakta olup, ailelerin ortalama çocuk sayısı 3'tür. Yine katılımcıların çoğunluğu ilköğretim mezunu ve ev hanımıdır. Deprem sonrası Konya'ya geldikleri bölge açısından ise çoğunluğunun Kahramanmaraş'tan geldiği görülmektedir.

Tablo 1: Katılımcılara ilişkin sosyo-demografik bilgiler tablosu
Table 1: Socio-demographic information table about participants

S.N	Yaş	Medeni Durum	Çocuk Sayısı	Öğrenim Durumu	Meslek	Şehir
K-1	35	Bekâr	1	Lise	Ev Hanımı	Kahramanmaraş
K-2	36	Evli	3	İlköğretim	Ev Hanımı	Hatay
K-3	49	Evli	4	Okuryazar Değil	Ev Hanımı	Gaziantep
K-4	51	Evli	4	İlköğretim	Ev Hanımı	Hatay
K-5	44	Evli	3	Lise	Ev Hanımı	Kahramanmaraş
K-6	39	Evli-Ayrı Yaşıyor	3	İlköğretim	Ev Hanımı	Kahramanmaraş
K-7	38	Evli	3	Ön Lisans	Ev Hanımı	Kahramanmaraş
K-8	37	Evli-Ayrı Yaşıyor	3	Lisans	İşçi	Kahramanmaraş
K-9	44	Evli	3	İlköğretim	Ev Hanımı	Kahramanmaraş
K-10	41	Evli	2	Lise	Ev Hanımı	Malatya
K-11	39	Evli	3	Ön Lisans	Ev Hanımı	Gaziantep
K-12	43	Evli	2	İlköğretim	Ev Hanımı	Hatay
K-13	45	Evli	2	İlköğretim	Ev Hanımı	Hatay

Araştırma bulgularının ortaya çıkarılmasında nitel veri analizi programı MAXQDA kullanılmıştır. Deşifrelerin tekrar tekrar okunması sonucunda kodlar oluşturulmuş ve bu kodlara uygun kategoriler belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırma sonucunda depremzede annelerin deneyimlerine ilişkin; ilk tepki, kayıplar, Konya'ya geliş süreci, Konya'da yaşam deneyimleri, depremzede kadın olmak, çocuklara olan yansımalar, sosyal destek sistemleri, profesyonel psikolojik destek ve gelecek planları başlıklarında olmak üzere 9 tane kategori belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırma bulgularını gösteren kavram haritası aşağıda belirtilmiştir:



Şekil 1: Araştırma Bulgularına İlişkin Kavram Haritası
Figure 1: Concept Map of Research Findings

3.1) İlk Tepki

Katılımcılar Kahramanmaraş depremleri sürecinde yaşadıklarına ilişkin ilk tepkilerini genellikle korku, şok ve panik durumunda olma şeklinde ifade etmiştir. Aşırı derecede korku ve panik halinde olduklarını belirten katılımcılar yaşadıklarını şu sözlerle ifade etmiştir:

"Çok korktum. Hemen uzaklaşıp kaçmak istedim. İnsan önce çocuğunu düşünüyor. Herhalde deprem durur diye bekledim baktım durmuyor kaçtım çocuğu alıp. Her yer her şey hayalet gibi yok gibi o anda hiçbir şey gözüne görünmüyor sadece canın önemli oluyor. Bir de çocuğun." (K-1)

"Her şeyi yaşadık panik korku tam 3 ay üzerinden atamadım, tansiyon bilmezdim tansiyon hastası oldum. Her an sallanıyor gibi aynı korkuyu hissediyorum." (K-12)

"Kıyametti sanki. Bir gün boyunca dışarıda birlikte yağmur altında bekledik, her dakika deprem oldu, Kendimizi bir anda nasıl dışarı attıysak. Duvarlar pencereler patladı, korkudan giremedik içeri." (K-4)

Bazı katılımcılar ise depremin hemen sonrasında yaşananlara ilişkin düşüncelerini ifade ederken bir anda ortaya çıkan “çaresizliğe” vurgu yapmıştır:

“Çocuklarımızı aldık hemen sokağa attık kendimizi. Sabaha kadar uyumadık, arabada oturduk. Sokaklarda ateş yaktık. Araba lastiği yaktık ısınmak için. Cezası varmış araba lastiği yakmanın ama o anda düşünemedik. Başka türlü nasıl ısınacağız. Donmamak için ısınacaksın. Depremden sonra arabasına atlayan gitti. Temizliğine gittiğim bir abla vardı orada. O da aynı durumdaydı. Doktoru, öğretmeni yoktu. Zengini, fakiri herkes sığınacak yer aradı.”(K-2)

“Sıcak ortam aradık. Öyle bir soğuk olamaz. 3 gün arabada, 3 gün çadırda yattık. 3 gün daha kalsak pislikten ölürdük. Çok çok zordu.” (K-7)

Katılımcı ifadelerinde de görüldüğü üzere depremde annelerin sürece ilişkin ilk tepkileri korku, şok ve panik olmuştur. Bazı katılımcılar da yaşanan bu kriz durumu neticesinde yaşadıkları çaresizlik duygusuna vurgu yapmışlardır.

3.2) Kayıplar

Depremde annelerin çoğunluğu çekirdek ailelerinden herhangi bir kayıplarının olmadığını; ancak akrabalarından ve yakın çevrelerinden çok sayıda kişinin depremde hayatını kaybettiğini belirtmektedir:

“Yakınlardan kimse yok uzak akrabalarından çok kaybımız var. Oturduğum sohbet ettiğin insan bir anda yok. O kayıplar herkes normal yaşama dönünce hissedildi. Can veriyorsun emek veriyorsun bir anda bakmışsın yok olmuş çok zor.” (K-5)

“İki kuzenim vefat etti onlar merkezdeydi. Enkazdan 4 gün sonra çıkarıldılar. Başka kimse yok şükür aileden ama komşularımızın akrabalarından çok vefat eden olmuş.” (K-6)

“Aynı apartmandan 6 komşum vefat etti. Bir sürü akrabam öldü. Şu anda orada yaşayanlardan fazla kişi öldü. Biz oradan evden çıktık etrafa baksan kaç tane ceset vardı. Mezarlara sığmadı mezarlara.” (K-10)

3.3) Konya'ya Geliş Süreci

3.3.1) Formel Yol Aracılığıyla

Araştırma sonucunda katılımcıların buldukları bölgelerden Konya'ya geliş süreçlerinde farklı uygulamaların olduğu belirlenmiştir. Katılımcılardan bazıları bu süreçte formel yollara başvuru yaptığını ve resmi kanallar aracılığıyla Konya'ya geldiklerini belirtmiştir:

“Biz işte AFAD'a başvurduk, aslında Antalya diye yola çıktık. Antalya'da tanıdıklarınız var mı diye anons ettiler. Biz olmadığını söyledik. Ondan sonra da Konya'da indirelim dediler. O şekilde buraya geldik işte buraya yerleştik. Depremden bir hafta sonra geldik buraya.” (K-7)

“Depremden sonra işte komşunun çadırında kaldık evlerinin yanında olduğu için onlar bize birkaç bir şey vermişti. Çok soğuktu, soba yoktu. Çocuklar lavaboya gidemiyordu, korkuyorduk hem üşüyorlardı hem deprem oluyordu. Bir Yorganda 3-4 kişi yatıyorduk. 2-3 gün kaldık baktık orada olmadı AFAD' a başvurdu eşim işte. Öylelikle Konya'ya geldik.”(K-13)

“3 gün arabada, 3 gün çadırda. Soğuk bir taraftan, tuvalet banyo yok. Çadırda donuyorduk. Sobanın yanında durmak istiyorduk. AFAD tarafından araba sağlandı. Telefonla aradık, gitmek istiyoruz buradan deyince tekrar geri döndüler bize, geldik işte buraya.” (K-2)

Katılımcı ifadelerinden de anlaşıldığı üzere katılımcıların çoğunluğu Konya'ya formel yollara başvurduğu, bu hususta da başvuruların AFAD'a yapıldığı belirtilmektedir.

3.3.2) *İnformel Yol Aracılığıyla*

Konya'ya geliş sürecinde bazı katılımcılar herhangi bir yetkili organa başvuru yapmadıklarını, kendi sosyal çevreleri aracılığıyla Konya'ya geldiklerini ifade etmişlerdir:

"Hem Konya'da tanıdıklarımız vardı hem Antalya'da. Nereye gidelim dedi ben de Konya'ya gidelim Konya'da tanıdık daha çok diye öyle geldik buraya." (K-8)

"Amcamların yanına gitmişim ben. Eşimden ayrırım bu arada, boşanmadık ama ayrı yaşıyoruz. Amcamlara gelemez diye düşündüm. Onların evi az hasarlıydı 3. gün onlara gittim; ama ne kadar amca da olsa 3 çocukla ev ev üstüne olmuyor. Konya'da uzaktan kuzenim var durumumu da biliyor. 3 çocukla yalnız yaşadığımı. O aradı sağ olsun bir şekilde buraya gelin dedi. Önce gitsek ne yaparız dedim. Gitmeyelim dedim. Depremden 9 gün sonra yok dedim böyle olmayacak gitmemiz lazım." (K-9)

Araştırma sonucunda depremzede annelerin Konya'ya geliş sürecinde çoğunluğunun formel yollara başvurduğu, bu kapsamda AFAD'ın aracılığıyla yer değiştirme sürecinin yürütüldüğü; bazı katılımcıların ise sosyal çevrelerinden gelen destekler aracılığıyla deprem bölgelerinden Konya'ya geldikleri belirlenmiştir.

3.4) Konya'da Yaşam Deneyimleri

Katılımcıların tamamına yakını deprem sonrası Konya'daki yaşam deneyimlerine ilişkin ihtiyaçların karşılanmış olmasına vurgu yapmışlardır. Depremzede anneler bu hususu şu ifadeler ile belirtmektedir:

"Sıcak yemek, Sıcak su, sıcak oda. En çok bunlar. Bir de sabun, şampuan, temiz çamaşır. Depremden sonra eve girip birkaç parça eşyamızı almaya çalışmıştık ama toz içindeydiler. İşte alsak da çok işe yaramadı. Buraya gelince tek tek ilgilendiler, sordular eksikleri vermeye çalıştılar. Biz zaten burada eve çıkınca komşular da çok yardımcı oldu." (K-6)

"Konya'ya gelince önce hijyenik açıdan ihtiyaçlarım oldu. Ordayken söylemesi ayıp hiç banyo yapamadık. Gelir gelmez hemen duşa girdik. Hijyen açısından kıyafet falan tüm ihtiyaçlarımız karşılandı." (K-13)

"Her ihtiyacımız karşılandı ama Konya'da. Oradan kıyafet getirmiştim yine ne olur ne olmaz diye ama simsiyahtı onu çöpe attım burada olunca yenileri." (K-2)

Bir katılımcı da Konya'ya geliş sürecinden sonra yeni bir hayat düzenine kavuştuklarını ve sosyal hayata kolay bir şekilde adapte olabildiğini şu sözlerle belirtmiştir:

"Her şey değişti. İlk başta zor olsa da şimdi ben çok mutluyum. Düzenim oturdu. Komşularım çok iyi. Çocuklar okula alıştı daha ne olsun işte. Orada eşimden ayrırım diye çok çekinirdim. El alem ne der diye. Burada daha özgür hissediyorum. İşim var evim var. Komşularımla sık sık görüşüyoruz. Burada daha sosyalleştim." (K-9)

Benzer şekilde bir başka katılımcı da Konya'ya gelmenin çocukların eğitim hayatına ara vermeden devam edebilmeleri için önemli olduğunu ve bu durumun kendisini oldukça mutlu ettiğini belirtmektedir:

"Konya'ya gelince çok mutlu oldum. Hele çocukların eğitimi için tamam dedim. Buraya gelince ayaklarım yerden kesildi." (K-10)

3.5) Depremzede Kadın Olmak

Araştırmada depremzede annelere yaşanan süreci bir kadın olarak nasıl algıladıkları, kendileri için yaşananların hangi anlamları ifade ettiği sorulmuştur. Bu hususta katılımcılar 3 hususa vurgu yapmışlardır. Bunlar; "hijyen malzemesi ihtiyaçları", "çaresizlik-güvensizlik duygusu" ve "gücün sembolü olarak görme" şeklinde ortaya çıkmıştır.

3.5.1) Hijyen Malzemesi İhtiyaçları

Depremzede anneler kadın olmanın ve çocukların bakım faaliyetlerini yürütüyor olmanın verdiği sorumluluk duygusu ile hijyen ürünlerine çok fazla ihtiyaçları olduğunu vurgulamıştır:

“En çok hijyen malzemesine ihtiyaç duydum şampuna, ıslak mendile, pede. Bir şekilde tabii teslim edildi, bize verildi, gönderildi.” (K-4)

“Her şeye ihtiyacımız oldu. Zaten Oradan geldiğinde adetliydim ben pede çok ihtiyacım olmuştu. Bir de çocuklar çok kirliydi şampuan, sabun onlara ihtiyacım oldu. Hemen çocukları yıkamak istedim ıslak mendil hijyen işte temizlik malzemesi, çadırda kalınca çocukları yıkayacak bir yer yoktu.” (K-5)

3.5.2) Çaresizlik-Güvensizlik Duygusu

Katılımcılardan bazıları deprem sürecinde yaşananlar sonucunda kendilerini çaresiz hissettiklerini, ev ortamının güvenli bir alan olduğunu, evlerini kaybetmenin sonucunda güvensizlik duygusu yaşadıklarını şu sözlerle ifade etmektedir:

“Hani savaşta kadınlar sahipsiz kalır ya ben onu hissettim kendimi sahipsiz hissettim. Yardım çok oldu o kadar çok ki ama gözüne görünmüyor. Nasıl diyeyim ilk anda dağıtıldı herkes aldı. Zamanla her şey azalmaya başladı. Ben adet oluyorum sancılanıyordum o soğğun içinde o çadırın içine durmak istemedim. Süreçte o adet döneminde yaşadığım sancının acısı Konya'ya gelince de devam etti. İnanır mısınız böbreklerime vurdu. Hâlbuki sıcacık burası; ama o soğğun acısını o sancının acısını iki ay hissettim. Kadın olmak zor her an bunu yaşıyoruz. O soğukta o yaşadığım sancıyı unutamıyorum.” (K-1)

“Benim için artık daha zor. Ev güven ortamıdır benim için bitti artık. Kadın dediğin işte tabii işimize de gidiyorduk, marketimize de gidiyorduk vakfa giderdik, ibadetimizi yapardık camide ama o evin içine girdiğin zaman güvendesin hiç kimse artık sana kötü söylemeyecek. İyi de söylemeyecek belki; ama evin içindesin güvendesin. Şimdi artık hiçbir şey eskisi gibi değil benim için. Evde kendimi yine güvende hissedecek miyim? O günler gelecek mi bilmiyorum.” (K-8)

3.5.3) Gücün Sembolü Olarak Görme

Katılımcıların çoğunluğu deprem sonrası yaşananları bir kadın olarak değerlendirmeleri istendiğinde düşüncelerini ifade ederken; güce, mücadeleye, güçlü olmaya vurgu yapan ifadelere yer vermişlerdir:

“Güçlü olmak zorundaydım. Mesela benim başım yaralanmıştı kan akıyordu, parmağım kırılmış. Ben hiç o acıyı bile hissetmedim, çocuklarım korkuyor diye inan ki hissetmedim.” (K-10)

“Kadın olmak mücadeleyi gerektiriyor. Mücadele demek benim için. Nelerle karşılaştım anlatmaya dilim varmıyor. Başında erkek yok diye insanların bakışı, yaklaşımları çok farklı. Çok ağladığım günler oldu. Çocuklarım için dayanıyorum her şeye.” (K-9)

“Ben hep güçlü olmak güçlü durmak zorunda olduğumu düşündüm, sabırla kendimi motive etmeye çalıştım.” (K-4).

“Kadın olmak demek güçlü olmak demek ne yapayım başka çocuklarımı o halde görünce.” (K-2)

Araştırma sonucunda depremzede kadınların bir kadın olarak, öncelikle kadın olmaları kaynaklı hijyen ürünlerine çok ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Katılımcılar tarafından depremzede bir kadın olarak vurgulanan diğer hususlar ise; çaresizlik, güvensizlik duygusunun yaşanması ve kendini mücadelenin, gücün sembolü olarak gördükleri ortaya çıkmıştır.

3.6) Çocuklara Olan Yansımalar

Araştırma kapsamında katılımcılara deprem sürecinin çocuklar üzerine yansımaları hakkındaki düşünceleri sorulmuş; bu hususta depremde annelerin en çok belirttikleri unsurlar, çocuklar üzerinde meydana gelen psikolojik yansımalar ve eğitim hayatlarına olan yansımalar olarak kendini göstermiştir.

3.6.1) Psikolojik Yansımalar

“Çocuk burada okula başladı yaptığı resimleri görseniz hep yıkılmış ev yarım bina, benim çocuğum öyle resimler yaptı. Onlar unutuyorlar birbirlerine hep o hikâyeler anlattılar. Benim çocuğum hep oyuncak oynuyordu işte lego falan yurda gidince hep onlarla oynadı oyunun sonu hep yıkım. “Aaaa yıkılıyor yıkılıyor yıkılıyor, bittiiiiii yıkıldı” konuşması hep böyleydi çocuğumun.” (K-1)

“Benim oğlan içine kapanık ama her şeye bağıyordu tepki gösteriyordu. Ben lütfen yapma dediğim halde karşısındaki insana öyle bağırarak tepki veriyordu.” (K-3)

“Çocuk içine kapanıktı daha da kapandı, baskılandı. Aman yapma aman etme aman kavga etme kimselerle, çocuğu baskıladık.” (K-12).

“Oğlum sorun yaratan bir çocuktü. Onun için daha kötü oldu. Çocuğumu kontrol etmekte gerçekten zorlanıyorum.” (K-5)

3.6.2) Akademik Yansımalar

Araştırma kapsamında depremde annelere deprem sonrası süreçte çocuklarının eğitim durumlarında meydana gelen değişimler sorulmuş; katılımcılardan bazıları çocuklarının hiç gitmek istemediğini belirtirken, okula gittiğini belirten bazı katılımcılar ise çocuklarının oryantasyon sorunu yaşadığını belirtmiştir.

Deprem sonrası yaşananlardan dolayı çocuklarının okula gitmek istemediğini belirten anneler bu durumu şu sözlerle belirtmektedir:

“Çocuklar okula gitmek istemedi, oğlumu gönderemedim. İlk başta ben de bir anne olarak gitmesini istememiştim. Maraş'tan buraya geldik. Anne ben gitmeyeceğim dedi ben de tamam dedim, ne diyeyim.” (K-7)

“Çocuklar günlerce okula gitmedi. Önceden olsa aman geri kalmayın okulunuzdan diye biraz hasta olsalar bile şurubu içirir yollardım.” (K-6)

Deprem sonrası Konya'ya geliş sürecinden sonra çocukları okula devam etmekle birlikte çocuklarının oryantasyon problemi yaşadığını belirten depremde anneler

“Açıkçası benim okula git diye zorladığımda oldu, çocuk gitmek istemedi en başında ne yalan söyleyeyim. Sonra kendisi gitmek istedi, gitti. Bu defa da ben bu arkadaşları istemiyorum, benim arkadaşlarım nerede dedi çocuk ilk başta. Onlar nerede. Ben onları özledim gitmek istiyorum dedi.” (K-3)

“Kızım dershaneye gitmedi ama yani işte burada okuluna devam etti ama okulda da çok fazla bir alakası olmadı yani. Çocuk koştü. Küçük oğlum da eğlence diye gitti. Pek adapte olamadı 1 sınıftı zaten. Yani bu süreçte okula gitmesi ona bir şey kazandırmadı eğlence diye işte.” (K-8)

Katılımcı ifadelerinden de anlaşılacağı üzere deprem sonrası yaşananlardan sonra çocukların eğitim hayatı bu süreçten olumsuz etkilenmiştir. En yaygın ortaya çıkan yansıma çocukların okula gitmek istememesi ve okula gidilmesi durumunda da yeni okula, ortama ve arkadaşlara alışmada uyum problemlerinin yaşanmasıdır.

3.7) Sosyal Destek Sistemleri

Araştırmaya katılan katılımcılar deprem sonrası yaşananlara ilişkin süreçte kendilerine yönelik çevreden sosyal destek sağlandığını; bazıları acil ihtiyaçların karşılanması amacıyla ekonomik destek aldıklarına, bazı katılımcılar da sosyal çevrelerinde bulunan kimselerden psikolojik anlamda destek gördüklerine vurgu yapmaktadır. Ekonomik anlamda destek aldığını ifade eden katılımcılar bu durumu şu şekilde ifade etmektedir:

“Ekonomik destek aldım, Kızılay’dan aldım. Sosyal hizmetlerden, sosyal dayanışmadan aldım.” (K-8)

“Kaymakamlıktan para aldık onun dışında da yakın çevreden. Yakın çevrede şöyle yani mesela seninle bir gün tanıştık. E sen benim durumumu gördün biliyorsun bana para atıyorsun öyle yardım aldık genelde.” (K-4)

“Ekonomik destek aldım. Hem devletimizin verdikleri hem de bana eş dost sağ olsun hep sordular, gözettiler beni. Eksiklerimiz ihtiyaçlarımızı sordular.” (K-9)

Bazı depremzede anneler ise özellikle akrabaları olmak üzere yakın çevrelerinde bulunan bireyler tarafından sürekli desteklendiklerini, kendileri ile paylaşımda bulunulduğu ve bu durumun kendilerini oldukça mutlu ettiğini vurgulamaktadır:

“Yakınlarım en başta amcam hakkını ödeyemem. Kapısını açtı kendi de kalabalık olmasına rağmen. Yakınlarım herkes aradı sordu ben de tabi öyle seslerini duymak bile insana güç veriyor. Herkesin derdi ihtiyacı da belli ne isteyeyim ne diyeyim. Hepimiz aynı acıyı yaşadık. Yine de hiç kopmadık.” (K-7)

“Tabi akrabalarla hep konuştuk. Sesleri varlıkları yetiyor ama işte herkes kendi derdinde. Telefonla konuşmak bile yetiyor insana. Buradaki komşular da hep destek oldu, kapımızı çaldılar hep. Şanslıyız bu konuda.” (K-13)

“Burada da konu komşu çok destek olmaya çalıştı, hele ramazanda kapımız her gün çaldı. Bir eksiğiniz var mı diye hep sordular.” (K-6)

Katılımcı anlatılarında da görüldüğü üzere deprem sonrası dönemde depremzede anne ve ailelerine yönelik öncelikle yetkili organlar ve yakın akrabalar olmak üzere sosyal destek sağlanmıştır. Ayrıca bazı katılımcılar da deprem bölgelerinden Konya’ya geldikten sonraki süreçte komşularından da yeterli desteği gördüklerini bildirmiştir.

3.8) Profesyonel Psikolojik Destek

Araştırma kapsamında depremzede annelere deprem sürecinde yaşananların kendileri ve aileleri üzerindeki olumsuz psikolojik yansımaların çözümü için profesyonel destek alıp almadıkları sorulmuştur. Bu hususta katılımcılardan bazıları destek aldığını, bazıları ise kendi kendine çözebileceği düşüncesiyle profesyonel desteğe ihtiyacının olmadığını belirtmektedir.

3.8.1) Destek Alanlar

Profesyonel destek aldığını belirten depremzede annelerden bazıları bu süreçte çocukları için destek aldığını, bu süreçte daha çok okuldaki öğretmenlerden destek aldıklarını belirtirken, bir katılımcı da kendisinin psikiyatrik destek aldığını ifade etmiştir:

“Oğlumun okulundaki rehber öğretmenle konuştuk hep. Oğlan yeniden alışmak zorunda kalınca okula çok gittim geldim. Öğretmenimiz çok destek oldu hem oğluma hem bana.” (K-9)

“Psikolojik destek aldım. Burada da psikiyatriye gittim. İlaç da kullanıyorum zaten. Düzenli gittim, doktor ne zaman gel dediyse gittim.” (K-7)

“Benim çocuk 20 gün üstünden atamadı, uyuyamadı öğretmeninden yardım istedim. Ne yapacağız bilmiyorum dedim. Sağ olsun o çok destek çıktı. Onunla konuştu yönlendirdi bizi.”(K-2)

3.8.2) Kendim Çözerim Düşüncesi

Bazı katılımcılar deprem sürecinin oluşturduğu olumsuz psikolojik yansımaların çözümünde profesyonel desteğe ihtiyaç duymadığını, kendi kendilerine bu süreci yönetebileceklerini düşündüklerini belirtmektedir. Kendisine yönlendirme yapılmış olmasına rağmen destek almak istemediğini belirten bir katılımcı bu düşüncesini şu şekilde ifade etmektedir:

“Aslında yönlendirildim tansiyon çıkınca bende doktor psikoloğa git dedi ama gitmedim. Kendi kendime hallederim dedim.” (K-3)

Bir katılımcı da profesyonel destek almama gerekçesini “güçlü” olmak zorunda olması bağlamında ifade etmiştir:

“Psikolojik destek almadım gerek duymadım. Güçlü durmaya çalıştığım için, kendim şey yapıyorum yani psikolojik olarak güçlü olmaya çalışıyorum hep, ileride ne olur bilmem.” (K-4)

Katılımcı anlatılarında da görüldüğü üzere katılımcılardan bazılarının deprem sürecinin kendileri ve aileleri üzerinde oluşturduğu olumsuz psikolojik yansımaların çözümünde profesyonel destek aldığı, bu kapsamda daha çok öğretmenlerin süreçte rol aldığı belirlenmiştir. Bazı katılımcıların ise problem çözme açısından kendilerini yeterli gördükleri düşüncesiyle profesyonel desteğe ihtiyaç duymadıkları görülmüştür.

3.9) Gelecek Planları

Deprem sonrası süreçte Konya'ya yerleşen depremzede annelere geleceğe ilişkin düşünceleri, planları sorulmuş; bazı katılımcılar geldikleri bölgeye geri dönmek istediklerini, bazı katılımcılar ise Konya'da yeni bir düzen kurmak istediklerini belirtmiştir. Katılımcıların çoğunluğu ise; geleceğe dair planlarının olmadığını ve mevcut durumda belirsizliklerin daha fazla olduğunu vurgulamıştır.

3.9.1) Geri Dönme

Geldiği deprem bölgesinde şartların yeniden olgunlaşmasına bağlı olarak memleketine dönmek istediğini ifade eden katılımcılar bu durumu şu sözlerle ifade etmektedir:

“İlerleyen günlerde tekrar memlekete döneyim diye düşünüyorum. Kış gelirse ne olur eşyasız konteynerde... Nasıl olur yani işin içinden çıkamıyorum bunları düşünmekten. Babamlar geri döndüler dayanamadılar burada. Fırsat olursa ben de giderim tekrar memleketime.” (K-1)

“Memleketimizin hali çok perişandı biz geldiğimiz zaman. Oradaki akrabalar ile komşular ile görüşüyoruz. Biraz toparlanma olmuş ama tabi ev lazım her şey lazım. Şartlar iyileşsin hemen döneriz biz. Yani sonuçta her şeyimiz orda, orada yaşadık bunca zaman.” (K-9)

3.9.2) Konya'da Yeni Bir Hayat

Bazı katılımcılar Konya'da kendilerine uygun bir çalışma imkânı elde etmeleri ile birlikte hayatlarına Konya'da devam etmek istediklerini belirtmiştir:

“İşin gerçeği artık hayatımı Konya'da geçirmek istiyorum. Çalışmak istiyorum. Çalışmak önemli benim için. Önce çocukların hayatı düzene girsin sonra hemen çalışmaya başlayacağım. Eşimin işi zaten hazır o aktif olarak görev yapıyor. Ben de iş bulabilirsem her şey yoluna girecek.” (K-8)

“Geleceğe dair planım çalışmaya devam etmek kimseye el açmamak. Çocuklarım da iyi olsun yanımda sağlıklı olsun tamam. Memlekete dönmeyi düşünmüyorum.” (K-10)

3.9.3) Belirsizlikler

Geleceğe yönelik düşüncelere ilişkin katılımcılardan bazıları; deprem sürecinde yaşadıklarının kendileri üzerinde oluşturduğu psikolojik yansımaların etkisiyle, kaygı ve korkularının devam ettiğini, hâlihazırda geleceğe dair planlarının olmadığını şu şekilde ifade etmektedir:

“Eskiye göre korkularım var, kaygılarım var. Stres yarattı tabi. Yok desem yalan olur. Olur mu her şey yoluna girecek mi girmeyecek mi onları düşünüyorum.” (K-7)

“Çocuklar nasıl olsa döneceğiz memlekete diyorlar, çünkü öyle istiyorlar. Benim şimdilik böyle bir niyetim yok, akışına bıraktım. Sağlık olsun her şey olur gider. Gelecek ne getirecek bilmiyorum. Ne planlarım hayallerim vardı hepsi bir gece de bitti. O yüzden geleceğe dair bir şey diyemiyorum artık.” (K-6)

“Daha önce hiç gelmediğim Konya bana yuva oldu, bilmediğimiz bir yere yerleştik. Eşimin maaşı yetecek mi, hayat çok pahalı tabi. Buranın insanı sağ olsun konu komşu eksikimizi gidermeye çalıştılar ama nereye kadar... İlerde neye ihtiyaç duyarız, tüm akrabalar memlekette kaldı. Hiç bilmiyorum ilerisi nasıl olacak. Kaygılıyım.” (K-13)

“Hiç planım yok, şimdiki yaşıyorum. Yarın ne getirecek. Allah ne getirirse belli değil.” (K-4)

Araştırma sonucunda katılımcıların bazılarının geldikleri deprem bölgesine geri dönmek istedikleri, bazılarının uygun şartları da elde etmelerine bağlı olarak hayatlarını Konya’da sürdürmek istedikleri; ancak çoğunluğunun depremin olumsuz psikolojik yansımalarının da etkisiyle geleceğe dair plan yapmadıkları ve bu durumun ifadesinde belirsizliğe vurgu yaptıkları belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kahramanmaraş depremleri sonrası Konya’ya gelen ve okul çağına çocuğu bulunan annelerin deprem sonrası sürece ilişkin deneyimlerinin anlaşılması amacıyla gerçekleştirilen araştırma sonucunda depremde annelerin deneyimleri; *“ilk tepki, kayıplar, Konya’ya geliş süreci, Konya’da yaşam deneyimleri, depremde kadın olmak, çocuklara olan yansımalar, sosyal destek sistemleri, profesyonel psikolojik destek ve gelecek planları”* başlıklarında olmak üzere 9 kategori şeklinde ele alınmıştır.

Araştırma bulgularında elde edilen *“ilk tepki”* kategorisine ilişkin; depremde annelerin sürece ilişkin ilk tepkilerinin korku, şok ve panik olduğu belirlenmiştir. Bazı katılımcılar da yaşanan bu kriz durumu neticesinde yaşadıkları çaresizlik duygusuna vurgu yapmışlardır. Psikolojik tepkiler açısından deprem sonrası dönemde korku, üzüntü, öfke, suçluluk gibi duygular yoğun yaşanabilmekte, uyku sorunları ve odaklanma problemleri de oluşabilmektedir (Nakajima 2012). Depremlerin travmatik etkilerine karşı bireylerin dayanma gücünü etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Depremin şiddeti, etki büyüklüğü, kişilik özellikleri, problemle baş etme yöntemleri, kayıplara yüklenen anlam, ruhsal bozukluk öyküsü gibi unsurlar travmaya verilen tepkileri etkilemektedir (Sönmez 2022). Kahramanmaraş depremlerinin ilkinin gece saatlerinde gerçekleşmiş olması, şiddetinin yüksek ve çok sayıda artçı depremin olmasının, bireylerin ilk süreçte daha çok psikolojik açıdan korku, şok, panik gibi duyguları yaşamalarına neden olan faktörler arasında yer aldığı ifade edilebilir.

Araştırmaya katılan depremde anneler *“kayıplar”* kategorisi bağlamında; çoğunluğu çekirdek ailelerinden herhangi bir kayıplarının olmadığını; ancak akrabalarından ve yakın çevrelerinden çok sayıda kişinin depremde hayatını kaybettiğini belirtmektedir. Depremler şiddetine ve etkisine bağlı olarak etki alanında pek çok insanın hayatını kaybetmesine ya da engelli

olmasına neden olabilmektedir (Chen ve diğ. 2020). Kayıpların yas sürecini de beraberinde getirdiği düşünülürken depremzede annelerin kendi ailelerinden kayıplarının olmamasının kendi psikolojilerini daha kolay yönetebilmelerine katkı sağlayacağı ifade edilebilir. Bununla birlikte özellikle çocuklar ve ergenler olmak üzere kayıp yaşayan bireylere ilişkin yas danışmanlığı hizmetlerinin sunulması da depremzedelere ilişkin sunulabilecek psikososyal hizmetler arasında önemli bir konuma sahiptir.

Araştırma sonucunda depremzede annelerin "*Konya'ya geliş süreci*"nde çoğunluğunun formel yollara başvurduğu, bu kapsamda AFAD'ın aracılığıyla yer değiştirme sürecinin yürütüldüğü; bazı katılımcıların ise sosyal çevrelerinden gelen destekler aracılığıyla deprem bölgelerinden Konya'ya geldikleri belirlenmiştir. Doğal afetler toplumun yeniden uyum sağlama yeteneğini bozan bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte afetlerin politik, ekonomik, sosyal, fiziksel çok boyutlu etkileri bulunmaktadır (Adhikari Baral ve Bhagawati 2019). Toplum genel anlamda büyük ölçüde etkileyen depremler sonrası pek çok insan bulunduğu alandan geçici ya da sürekli olarak ayrılmak zorunda kalabilmektedir. Depremzedelerin güvenli bölgelere ulaşma sürecinde AFAD'dan destek almış olmalarının sürecin koordineli bir şekilde yönetilmesine katkı sağladığı ifade edilebilir. Bununla birlikte Tierney (2012) afet sonrası dönemde görevlilerin koordinasyon içerisinde çalışmamasından dolayı ilk saatlerde müdahalelerin zorlaştığını ve böylelikle hasarın da büyüdüğünü belirtmektedir. Dolayısıyla hizmet sunumunda koordinasyonun sağlanmış olması, depremzedelerin transfer sürecine dolaylı olarak katkı sağlayacaktır.

Deprem sonrasında karşılanamayan ihtiyaçları önemli ölçüde artan depremzede anneler "*Konya'daki yaşam deneyimleri*"ne ilişkin öncelikle hijyen ürünleri, giyim, eğitim ve sağlık gibi tüm ihtiyaçlarının karşılanmış olduğunu belirtmektedir. Deprem sonrası kalıcı ya da sürekli ikamet etmek için göç eden depremzedelerin yeni yaşam alanlarında pek çok farklı yaşam deneyimleri olmaktadır. Nitekim Petrova (2021) de afetler sonrası meydana gelen yer değişikliklerinin farklı dinamikler içerdiğini; yeni iş fırsatı, eğitim olanaklarından yaralanma gibi hususlardan dolayı bireylerin yeni çevrelerine uyum sağlamada daha istekli olabileceklerini ifade etmektedir. Bu kapsamda ihtiyaçların koordineli bir şekilde hızlı bir şekilde temin edilmesi ile çocukların eğitim hayatlarının sürdürülebilirliğinin sağlanmış olması da oldukça önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmada odaklanılan en önemli hususlardan birisi "*depremzede bir kadın*" olarak annelerin neler hissettikleri ve yaşadıkları olmuştur. Depremzede annelerin bir kadın olarak, öncelikle kadın olmaları kaynaklı hijyen ürünlerine çok ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Katılımcılar tarafından depremzede bir kadın olarak vurgulanan diğer hususlar ise; çaresizlik, güvensizlik duygusunun yoğun olarak yaşandığı ve kendini mücadelenin, gücün sembolü olarak gördükleri şeklinde belirlenmiştir. Deprem sonrası ortaya çıkan; besin ve suya ulaşım sorunu, hijyen koşullarının sağlanamaması, barınma problemi, defin işlemlerinde gecikmenin yaşanması gibi hususlar alanda bulaşıcı hastalıkların görülme riskini artırmaktadır (Ekşi 2016). Dolayısıyla sağlığın korunması amacıyla gerekli hijyen koşullarının sağlanması, gerekli hijyen ürünleri desteğinin sürekli olarak depremzede kadınlara sağlanmasının oldukça önemli olduğu ifade edilebilir.

Depremlerin bireylere yönelik oldukça önemli ölçüde "*psikolojik yansımaları*" bulunmaktadır. Depremzede anneler deprem sonrası süreçte psikolojilerinin olumsuz etkilendiğini, korku, panik duygularını yoğun yaşadıklarını, kendilerini çaresiz ve güvensiz hissettiklerini belirtmiştir. Van depremi sonrası depremden etkilenen bireylere yönelik yapılan bir çalışmada katılımcıların %35.5'i düzeyinde TSSB görüldüğü; geçici yer değişikliği, sağlık sorunları, ekonomik durumda meydana gelen değişimler gibi hususların da TSSB'yi etkilediği tespit edilmiştir (Boztaş ve diğ. 2019). Benzer şekilde Haiti'de 2010 yılında meydana gelen deprem sonrası yapılan bir araştırma sonucunda yaşlı olmak, kadın olmak, işsizlik ve düşük eğitim seviyesi gibi unsurların da TSSB ile ilişkili faktörler olduğu tespit edilmiştir (Cenat ve Derivois 2014).

Psikolojik sorunların çözümünde “*profesyonel destek talebinde*” bulunma durumu açısından depremzede annelerin pek çoğunun destek aldığı; bu kapsamda desteğin daha çok okullardaki rehber öğretmenlerden alındığı belirlenmiştir. Bazı anneler ise psikolojik problemlerin çözümünde desteğe ihtiyaç olmadığını belirtmiştir. Bu hususta rehber öğretmenlerin sürece ilişkin destekleri son derece önemli olmakla birlikte diğer profesyonellerin de (psikolog, psikiyatrist, sosyal çalışmacı vb.) sürece aktif katılımının sağlanması, psikolojik yansımaların olumsuz sonuçlarının ortadan kaldırılması ya da hafifletilmesi bağlamında oldukça yerinde bir uygulama olacaktır. Psikolojik anlamda kapsamlı bir afet yardım programı içerisinde; tarama, yas odaklı çalışmalar da dâhil olmak üzere toplum ruh sağlığı hizmetlerinin sürece dâhil edilmesi gerekmektedir (Goenjian ve diğ. 2001).

Depremzede annelere deprem sürecinin “*çocuklar üzerine yansımaları*” hakkındaki düşünceleri sorulmuş; bu hususta depremzede annelerin en çok belirttikleri unsurlar çocuklar üzerinde meydana gelen psikolojik yansımalar ve eğitim hayatlarına olan yansımalar olarak ifade edilmiştir. Doğal afet sebebiyle bulunduğu yerden göç etmek zorunda kalan çocuklar çevreleri ile bağlarının ve ilişkilerinin kopmasından dolayı bu süreçten olumsuz etkilenebilmektedir (Kousky 2016). Psikolojik tepkiler açısından deprem sonrası dönemde korku, üzüntü, öfke, suçluluk gibi duygular yoğun yaşanabilmekte, uyku sorunları ve odaklanma problemleri de oluşabilmektedir (Nakajima 2012).

Doğal afetlerin en çok etkilediği alanlardan birisi de eğitimidir. Özellikle eğitim kurumlarının afetlerden etkilenmesi ve buna bağlı olarak çocukların göç ederek yeni bir ortamda, değişen bir sosyal çevrede eğitim hayatlarına devam etmeleri eğitim hayatlarını zorlamaktadır (Kousky 2016). Depremzede annelerin ifadelerinden de anlaşılacağı üzere deprem sonrası yaşananlardan sonra çocukların eğitim hayatı bu süreçten olumsuz etkilenmiştir. En yaygın ortaya çıkan yansıma, çocukların okula gitmek istememesi ve okula gidilmesi durumunda da yeni okula, ortama ve arkadaşlara alışmada uyum problemlerinin yaşanmasıdır. Okul çağındaki çocuklar için arkadaş kavramı çok önemli bir konumdur. Dolayısıyla arkadaşını kaybetmek ya da bulunduğu ortamdan ayrı kalmak çocuklarda depresyona kadar uzanabilen psikolojik problemlere neden olabilir (Karabulut ve Bekler 2019).

Yaşam tecrübesi bakımından çocuk ve ergenler en az farkındalığa sahip grupta yer almaktadır. Dolayısıyla bu grupta yer alan bireyler afetlerden daha fazla etkilenmektedir (Erdur Baker ve diğ. 2018, Kukuoğlu 2018). Çocuk ve ergenler afet sonrası dönemde içinde buldukları yaş grubunun gelişimsel özelliklerine bağlı olarak farklı tepkiler gösterebilmektedir (Erdur Baker ve diğ. 2018). Afet sonrası yetişkinlerde görülen TSSB, anksiyete, depresyon gibi patolojiler çocuk ve ergenlerde de görülen en yaygın psikolojik etkiler arasındadır (Kukuoğlu 2018, Karabulut ve Bekler 2019). Nepal’de 2015 yılında 7.8 büyüklüğünde meydana gelen deprem sonrası yapılan bir araştırmada çocukların; barınma güclüğü çektikleri, güvenli ortamda bulunma, sağlık hizmetlerine erişim problemi yaşadıkları, uyku sorunları ile birlikte kaybettikleri aile ve arkadaş çevresine ilişkin yas süreci yaşadıkları belirlenmiştir (Silwal ve diğ. 2018). Bu çalışmada da literatürde yer alan çalışma sonuçlarını destekler nitelikte; katılımcı ifadelerinden de anlaşılacağı üzere çocuklarda psikolojik, sosyal ve akademik anlamda olumsuz değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bağlamda çocuklar ile yürütülen sosyal hizmet müdahalelerinde faaliyetler sadece çocuklar özelinde değil kapsamlı bir şekilde; aileler ile çocuğun sosyal çevresini de içine alacak şekilde planlanmalı ve yürütülmelidir (Webb 2011).

Sosyal destek; “stres altında veya zor durumda kalan bireylere çevresindeki bireyler tarafından sağlanan maddi veya manevi yardım” olarak tanımlanmaktadır. (Tan ve Karabulutlu 2005). Araştırmada depremzede anneler “*sosyal destek*” kategorisi ile ilgili olarak; kendilerine ve ailelerine yönelik öncelikle yetkili organlar ve yakın akrabalar olmak üzere özellikle ekonomik kaynaklı olmakla birlikte psikolojik anlamda da sosyal destek sağlandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca bazı katılımcılar da deprem bölgelerinden Konya’ya geldikten sonraki süreçte komşularından da yeterli sosyal desteği gördüklerini bildirmiştir. Afet sonrası ortaya çıkan problemlerin çözüme kavuşturulmasında sosyal destek oldukça önemli bir konuma sahiptir.

Depremzede bireylerin güçlü bir sosyal destek mekanizması içerisinde yer alması problem çözme sürecinde onlara oldukça katkı sağlamaktadır. Literatürde de araştırma bulgularımızı destekler nitelikte araştırma sonuçları yer almaktadır. Nepal’de 2015 yılında meydana gelen deprem sonrası depremzedeler ile yapılan bir araştırma sonucuna göre; problemle başa çıkmada sosyal desteğin oldukça önemli olduğu; en fazla sosyal desteğin öncelikle aile ve yakın akrabalarından, ikinci olarak da arkadaş çevresinden sağlandığı belirlenmiştir (Adhikari ve diğ. 2021). Yine 2008 yılında Çin’in Wenchuan kentinde meydana gelen deprem üzerine yapılan bir çalışmada daha güçlü sosyal desteğe sahip olanların daha iyi yaşam kalitesine sahip olma ihtimallerinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Ke ve diğ. 2008). Benzer şekilde yapılan bir diğer çalışmada da algılanan sosyal desteğin afet mağdurlarının ruh sağlığını korumada önemli olduğu bildirilmektedir (Norris ve diğ. 2002). Doğal afetlerin etkileri üzerine yürütülen bir araştırma neticesinde de; afetlerde ölen kadınların erkeklerden daha fazla olduğu, afetlerin yaşam beklentisinin erkekler göre kadınlarda daha fazla azalttığı ve bu durumun oluşmasında sosyo-ekonomik düzeyin etkili bir belirleyici unsur olduğu belirlenmiştir (Neumayer ve Plu 2007). Sosyal desteğin önemine vurgu yapan bir diğer çalışmada da orta düzeyde sosyal desteğe sahip olanların zayıf sosyal desteğe sahip olanlara göre TSSB teşhisi alma olasılığının %70 daha az olduğu belirtilmektedir (Acharya Pandey ve diğ. 2015). Bu bağlamda depremzedelerin süreci daha sağlıklı yönetebilmelerinde önemli bir konuma sahip olan sosyal destek sistemlerinin aktif olarak rol alabilmesi için gerekli desteğin sağlanması önemlidir.

Her ne kadar doğal afetler bireyler üzerinde pek çok olumsuz yansımalarda bulunmuş olsa da afetten etkilenen bireylerin hayata yeniden uyum süreci ve geleceğe ilişkin yeni planları bulunmaktadır. Araştırma sonucunda depremzede annelerin “*gelecek planları*” kategorisi ile ilgili olarak; bazı annelerin geldikleri deprem bölgesine geri dönmek istedikleri, bazılarının uygun şartları da elde etmelerine bağlı olarak hayatlarını Konya’da sürdürmek istedikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte annelerin çoğunluğunun depremin olumsuz psikolojik yansımalarının da etkisiyle geleceğe dair plan yapmadıkları ve bu durumun ifadesinde belirsizliğe vurgu yaptıkları belirlenmiştir. Literatürde yer alan ve depremzedelerin yer bağlılığına ilişkin yürütülen bir araştırma sonucunda; deprem sonrası dönemde buldukları alanı terk etmeyenlerin problemle başa çıkma becerilerinin daha yüksek olduğu (Zheng ve diğ. 2019) ifade edilmektedir. Benzer şekilde doğal afetlerden sonra bulunduğu yerden göç eden çocuklar üzerine yapılan bir çalışmada; göç eden çocuklarda TSSB ve depresyon belirtilerinin daha yaygın olduğu; ayrıca afet bölgesine dönenlere göre dönmeyenlerde daha kronik bir seyrinin olduğu belirlenmiştir (Hansel ve diğ. 2013). Bu bağlamda şartları uygun olan depremzede annelerin kendilerini ait hissettikleri bölgelere yeniden geri dönmelerinin dolaylı olarak problem çözme süreçlerine katkı sağlayabileceği ifade edilebilir.

Araştırma sonucunda Kahramanmaraş depremlerinin depremzede anne ve çocuklar üzerinde çok boyutta yansımalarının olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında; afet sonrası dönemde öncelikle temel ihtiyaçların karşılanması olmak üzere hizmet sunumunda koordinasyonun sağlanması ve ihtiyaçların sağlanmasında sürdürülebilirliğin sağlanması, afetin psikolojik yansımalarının ortadan kaldırılması ya da hafifletilmesi amacıyla profesyonel psikolojik destek hizmetlerinin sunulması, mümkün olduğunca bireylerin sosyal destek sistemlerinin aktif olması hususunda destek sağlanması ve depremzede çocukların yeni buldukları ortam ve okula uyum süreçlerinde desteklenerek akademik hayatlarının sürdürülebilirliğinin sağlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Acharya Pandey R., Chalise P., Khadka S., Chaulagain B., Maharjan B., Pandey J., Nepal J., Pandey C., 2023. Post-traumatic stress disorder and its associated factors among survivors of 2015 earthquake in Nepal, *BMC Psychiatry*, 23(1), 340.

Adhikari S.B., Bhatta D.N., Rayamajhi D., Adhikari R., 2021. The 2015 Nepal earthquakes and psychosocial impact among Nepali speaking population in the United States of America. *Progress in Disaster Science*, 9, 100144.

AFAD, 2023. 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (M_w: 7.7- M_w: 7.6) Depremleri Raporu, Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü Deprem Dairesi Başkanlığı, Erişim adresi: https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu_02.06.2023.pdf.

Biernacki P., Waldorf D., 1981. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling, *Sociological methods & research*, 10(2), 141-163.

Boztaş M.H., Aker A.T., Munir K., Çelik F., Aydın A., Karasu U., Mutlu E.A. 2019. Post traumatic stress disorder among adults in the aftermath of 2011 Van-Ercis earthquake in Turkey, *Turk J Clin Psychiatry*, (23), 380-388.

Cénat J.M., Derivois D., 2014. Assessment of prevalence and determinants of posttraumatic stress disorder and depression symptoms in adults survivors of earthquake in Haiti after 30 months, *Journal of Affective Disorders*, (159), 111-117.

Chen S., Bagrodia R., Pfeffer C.C., Meli L., Bonanno G.A., 2020. Anxiety and resilience in the face of natural disasters associated with climate change: A review and methodological critique. *Journal of Anxiety Disorders*, 76, 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102297>.

Creswell J.W., 2013. Research Design: Qualitative, Quantitative And Mixed Methods Approaches. Thousand Oaks, Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, SAGE.

Ekici S., Tuncel G., 2015. Göç ve İnsan, *Birey ve Toplum*, 5(9), 9-22.

Ekşi A., 2016. Afetlerden sonra ortaya çıkabilecek çevresel risklerin yönetimi. *Hastane Öncesi Dergisi*, 1(2),15-25.

El-Khani A., Cartwright K., Redmond A., Calam R., 2016. Daily bread: A novel vehicle for dissemination and evaluation of psychological first aid for families exposed to armed conflict in Syria, *Global Mental Health*, 3, 1-7, <https://doi.org/10.1017/gmh.2016.9>.

Erdur Baker Ö., Yıldırım Z., Altun A., 2018. Afetlerde psikolojik destek için psikolojik danışmanlara yönelik çevrimiçi eğitim geliştirilmesi, TÜBİTAK SOBAG Proje 1001, 115K451, Erişim adresi: <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/618564/>.

Goenjian A.K., Molina L., Steinberg A.M., Fairbanks L.A., Alvarez M.L., Goenjian H.A. 2001. Posttraumatic stress and depressive reactions among Nicaraguan adolescents after hurricane Mitch. *Am J Psychiatry*, 158, 788-94.

Hansel T.C., Osofsky J.D., Osofsky H.J., Friedrich P., 2013. The effect of long- term relocation on child and adolescent survivors of hurricane katrina, *Journal of Travmatik Stress*, 26, 613-620.

Hogan D.E., Burstein J.L., 2002. Basic physics of disaster, *Disaster Medicine*, Lippincott Williams & Wilkins, London.

Ilgın H.Ö., Karagül D., 2022. Afet süreçlerinde kadınlara yönelik toplumsal cinsiyet eşitsizliğinde sivil toplum kuruluşu çalışanlarının deneyimleri: Çanakkale İli Örneği, *Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(2), 85-103.

Karabulut D., Bekler T., 2019. Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki etkileri, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 368-376, <https://doi.org/10.21324/dacd.500356>.

Kaştan Y., 2015. Türkiye'de göç yaşamış çocukların eğitim sürecinde karşılaşılan problemler, *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 216-229.

Ke X., Liu C., Li N., 2010. Social support and quality of life: a cross sectional study on survivors eight months after the 2008 Wenchuan earthquake, *BMC Public Health*, 10, 1-11.

Kousky C., 2016. Impacts of natural disasters on children, *The Future of Children*, 26(1), 73-92.

Kukuoğlu A., 2018. Doğal afetler sonrası yaşanan travmalar ve örnek bir psikoeğitim programı, *Afet ve Risk Dergisi*, 1(1), 39-52.

Leblebici Ö., 2004. Doğal afetlerde kriz yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 172s.

Makwana N., 2019. Disaster and its impact on mental health: A narrative review, *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(10), 3090, https://doi.org/10.4103/jfmprc.jfmprc_893_19.

Merriam S.B., 2013. Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber, Çev. Turan S., Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Nakajima Ş., 2012. Deprem ve Sonrası Psikolojisi, *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 28(2), 150-155. <http://dx.doi.org/10.5222/otd.supp2.2012.150>.

Neumayer E., Plu T., 2007. The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981-2002, 97, 551-566.

Norris F.H., Friedman M.J., Watson P.J., 2002. 60,000 disaster victims speak: Part I. An empirical review of the literature, *Psychiatry*, 65.

Petrova K., 2021. Natural hazards, internal migration and protests in Bangladesh, *Journal of Peace Research*, 58(1), 33-49.

Silwal S., Dybdahl R., Chudal R., Sourander A., Lien L., 2018. Psychiatric symptoms experienced by adolescents in Nepal following the 2015 earthquakes, *J Affect Disord.*, 234, 239-246, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jad.2018.03.002>.

Sönmez M.B., 2022. Depremin psikolojik etkileri, psikolojik destek ve korkuyla baş etme, *TOTBİD Dergisi*, 21(3), 337-343.

TBMM, 2023. Kahramanmaraş Merkezli Depremlerin Sonuçlarının Tüm Yönleriyle Araştırılması, Depreme Dirençli Yapı Stokunun Oluşturulması Ve Kentsel Dönüşüm Uygulamalarının Etkinliğinin Artırılması İçin Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, 2023, Erişim adresi: <https://cdn.tbmm.gov.tr/KKBSPublicFile/D27/Y6/T10/DosyaKomisyonRaporunuVerdi/165734cc-0d4f-4030-863d-b278567c0a55.pdf>.

SBB, 2023. Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023. Erişim adresi: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>

Tan M., Karabulutlu E., 2005. Social support and hopelessness in Turkish patients with cancer, *Cancer Nurs*, 28, 236-40.

Tierney K., 2012. Disaster governance: Social, political, and economic dimensions, *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 341-63.

Twigg J., 2015. Disaster Risk Reduction, London, Overseas Development Institute, 55-67.

Webb N.B., 2011. Çocuklarla sosyal hizmet uygulaması (Çev. Ed: E. Erbay), Nika Yayınevi, Ankara.

Yıldırım A., Şimşek H., 2016. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Zheng C., Zhang J., Guo Y., Zhang Y., Qian L., 2019. Disruption and reestablishment of place attachment after large-scale disasters: The role of perceived risk, negative emotions, and coping, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 101273, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101273>.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Bu araştırmanın verisini ve örneklem grubunu 06 Şubat depremi sonrası Konya'ya gelen ve okul çağında çocuğu bulunan anneler oluşturmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Bu çalışmada herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması yoktur.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): S.K., M.T., S.D.
- Literatür araştırması (*Literature research*): S.K., M.T., S.D.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): M.T., S.K.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): S.K., M.T.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): S.K., M.T.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): S.K., M.T., S.D.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): S.K., M.T., S.D.

ETİK KURUL İZİNİ (*Ethics Committee Approval*)

Araştırma için Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 12.07.2023 tarih ve 2023-667 sayılı etik kurul onayı alınmıştır.



A Study on Media Use after the February 6, Earthquakes in the Context of Uses and Gratifications Theory

Mucahit Sami Kucuktigli ¹

¹ Selcuk University, Communication Faculty, Department of Public Relations and Publicity, 42130 Konya, Turkiye
ORCID: 0000-0001-5021-7361

Keywords

Disaster, Earthquake, Media, Crisis communication, Uses and Gratifications

Highlights

- * Communication during disaster
- * Media use in the earthquake
- * Differentiation and motivations of earthquake media use

Aim

To investigate the use of media after the earthquake

Location

The nine major cities where the earthquake occurred

Methods

Anova, T-Test, Correlation and F. Analysis were applied to the data obtained by using the survey data collection method, which is one of the quantitative research designs

Results

While media is used for integration, information and escape, there is a difference in age and occupation, but no difference in gender. New media was preferred more

Supporting Institutions

The author declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The author have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 27.05.2024

Revised: 13.09.2024

Accepted: 15.09.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1490519



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Mucahit Sami Kucuktigli

Email: mucahit.kucuktigli@selcuk.edu.tr

		CN	EN	PI	SI	ER
Cognitive Needs (CN)	Pearson r	1	.680**	.650**	.591**	.301**
	p		.000	.000	.000	.000
Emotional Needs (EN)	Pearson r		1	.782**	.693**	.421**
	p			.000	.000	.000
Personal Integration (PI)	Pearson r			1	.824**	.446**
	p				.000	.000
Social Integration (SI)	Pearson r				1	.395**
	p					.000
Escape from Reality (ER)	Pearson r					1

** Correlation is significant at $p < 0.05$ level.

Table
Correlation Analysis between Media Use Motivations

How to cite:

Kucuktigli M.S., 2024. A Study on Media Use after the February 6, Earthquake in the Context of Uses and Gratifications Theory, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 527-547, <https://doi.org/10.46464/tdad.1490519>.



Kullanımlar ve Doymular Kuramı Bağlamında 6 Şubat Depremleri Sonrası Medya Kullanımına Yönelik Bir Araştırma

Mücahit Sami Küçükctigli¹

¹ Selçuk Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Tanıtım Bölümü, 42130 Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-5021-7361

ÖZET

Bu araştırma, Türkiye'de 6 Şubat depremlerini yaşayan bireylerin, medya kullanımı ve motivasyonlarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada Kullanımlar ve Doymular Kuramı doğrultusunda nicel bir araştırma yapılmış ve veri toplama tekniği olarak anket kullanılmıştır. Depremi yaşadığı dokuz şehrin çalışma evrenini oluşturduğu araştırmada, 317 kişilik örneklem ile anket yapılarak elde edilen verilere, One-Way Anova, Bağımsız Örneklem T-Testi, Korelasyon ve Faktör Analizi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda bireylerin deprem sonrası yeni medyayı, geleneksel medyaya göre daha fazla tercih ettiği sonucuna ulaşılmış olup, kişilerin medyayı, sosyal ve duygusal bütünleşme, gerçeklerden kaçış ve bilişsel ihtiyaçlar için kullandığı ortaya çıkmıştır. Medya kullanımı bağlamında bireylerin yaş ve mesleklerine göre farklılaşmalar olduğu tespit edilirken, cinsiyete göre bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler

Afet, Deprem, Medya, Kriz İletişimi, Kullanımlar ve Doymular

Öne Çıkanlar

- * Afet döneminde iletişim
- * Deprem sürecinde medya kullanımı
- * Deprem medya kullanımı farklılaşması ve motivasyonları

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 27.05.2024
Düzeltilme: 13.09.2024
Kabul: 15.09.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1490519

Sorumlu yazar

Mücahit Sami Küçükctigli
Eposta:
mucacit.kucukctigli@selcuk.edu.tr

A Study on Media Use after the February 6, Earthquakes in the Context of Uses and Gratifications Theory

Mucahit Sami Kucukctigli¹

¹ Selcuk University, Communication Faculty, Department of Public Relations and Publicity, 42130 Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-5021-7361

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the media usage and motivations of individuals who experienced the February 6, earthquakes in Turkey. Quantitative research was conducted in line with the Uses and Gratifications theory in the study and a survey was used as the data collection technique. In the study, the universe of which was nine cities where the earthquake occurred, a survey was conducted with a sample of 317 people and One-Way Anova, Independent Sample T-Test, Correlation and Factor Analysis were applied to the data obtained. As a result of the study, it was found that individuals preferred new media more than traditional media after the earthquake and it was revealed that individuals used media for social and emotional integration, escapism and cognitive needs. While it was determined that individuals' age and profession caused differences in media usage, it was determined that there was no difference according to gender.

Keywords

Disaster, Earthquake, Media, Crisis communication, Uses and Gratifications

Highlights

- * Communication during disaster
- * Media use in the earthquake
- * Differentiation and motivations of earthquake media use

Manuscript

Research Article

Received: 27.05.2024
Revised: 13.09.2024
Accepted: 15.09.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1490519

Corresponding Author

Mucahit Sami Kucukctigli
Email:
mucacit.kucukctigli@selcuk.edu.tr

1. GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen büyük depremler sonrasında kişilerin medya kullanımı ve medyayı hangi gerekçelerle kullandıkları konusu, büyük mağduriyet ve yıkımla yüz yüze kalan insanların içinde buldukları durumu, kriz iletişimi bağlamında değerlendirmek bakımından önemli kabul edilmektedir. Kriz anlarında iletişimi sağlıklı yürütebilmek teknik imkanların sağlıklı işlevselliği ile alakalı olduğu gibi, kişilerin medya tercihleri ve medyayı kullanma motivasyonları ile de ilgili görülmektedir. Deprem sonrasında afet bölgesinde yaşayan kişilere ilk etapta ulaşabilmek ve iletişim kurabilmek, onların medya tercihlerini bilmekten geçmektedir. Medya kullanımının detaylı araştırılması, depremi yaşayanların medya kullanımı ve bunu kullanım motivasyonlarının bilinmesi, benzer krizlerde gerçekleşmesi muhtemel daha büyük bireysel ve toplumsal mağduriyetlerin önüne geçecektir. Bu bağlamda deprem bölgesinde yaşayan kişilerin deprem sonrası yeni medyayı kullanma durumlarının tespiti veya medya kullanımının cinsiyet ve yaşa göre farklılaşma durumunun belirlenmesi, kriz iletişimi bakımından önemli olmaktadır. Günümüzde medyayı kullanmak, bilginin önemli bir kaynağı haline gelmiş olup, geleneksel ve sosyal medya kullanıcılarının motivasyonlarının daha fazla incelenmesi gerekmektedir (Islam ve diğ. 2020). Depremi yaşayan bireylerin medyayı hangi motivasyonlarla kullandığının belirlenmesi, deprem bölgesindeki kişilerin kognitif, psikolojik veya toplumsal ihtiyaçlarına cevap verilmesi bakımından değerli olmaktadır.

6 Şubat 2023 tarihinde dokuz şehri büyük ölçüde sarsarak binlerce can kaybına neden olan Kahramanmaraş Pazarcık ilçe merkezindeki birinci deprem ve diğeri saatler sonra yaşanan Elbistan merkezli ikinci depremin iletişim boyutunda medya kullanımı ve motivasyonuna dönük, özellikle yaşanan bu büyük depremler ile ilgili olmak üzere literatürde yeterince çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye düzeyinde gelişmekte olan ülkelerin, deprem gibi kriz anlarında iletişimi sağlayarak, halkın medya kullanımına uygun iletişim becerisi geliştirebilmesi beklenir. Bu durum devletler ve yerel otoriteler için önemli bir sınav olarak kabul edilmektedir. Afetler sırasında halkın tepkilerinin zamanında gelişmesini anlamak, krize müdahale yöneticilerinin müdahale stratejileri tasarlamasına ve uygulamasına yardımcı olabilmektedir (Yuan ve diğ. 2020). Doğal olarak devletin ve temsilcilerinin kriz anlarında iyi bir kriz iletişim becerisi göstermesi ve ihtiyaçlara cevap verecek doğru konumu alması beklenmektedir (Derman 2021).

Basılı gazeteler, radyo ve televizyon gibi geleneksel yayın araçları tarihsel olarak, kriz anlarında kamuoyunu bilgilendirmede kritik bir rol oynamıştır (Kavamaugh ve diğ. 2014). Yeni veya dijital medya için günlük kullanımın arttığı, konvansiyonel kitle iletişim araçları için ise bu oranın azaldığı bilinmektedir (Hongcharu 2024). Kuruluşların krizler sırasında iletişim kurması gibi, bireylerin de kriz anlarında uyarı bilgilerini dağıtmak, onaylamak veya önemli kişilerle ilişkileri yenilemek gibi birbirleriyle etkileşime geçmek için nedenleri bulunmaktadır (Omilion-Hodges ve McClain 2016). Başta aileler olmak üzere toplumun sağlıklı bir şekilde hayatını sürdürmesi için sosyal medya bir araç olabilmektedir (Olpin ve diğ. 2023). Kriz anlarında ise (örneğin, Japonya'daki tsunami, ABD'deki Katrina kasırgası, Paris'teki terör saldırıları ve Arap Baharı protestoları) sosyal ağ siteleri bilgiyi ana akım medyadan daha geniş, daha kolay ve daha hızlı bir şekilde iletme ve yayma konusunda büyük bir potansiyel göstermiştir (Malik ve diğ. 2023). Sosyal medyanın kriz anlarındaki etkisi ve gücü ilk kez yüzlerce sivilin öldürüldüğü 2008 Mumbai terör saldırısında ortaya çıkmıştır. Saldırı sırasında küresel izleyiciler Twitter akışları aracılığıyla tüm sürece tanık olmuştur (Mou 2014). 2015 Nepal Depremi sonrası yapılan bir başka çalışmada da, kullanılan tweet paylaşımlarının yardım etme işlevi gördüğü ve bunu sırasıyla bilgi, iletişim ve politik işlevlerin takip ettiği tespit edilmiştir (Malasig ve Quinto 2016). Bu bağlamda sosyal medya, acil durum yönetiminin farklı aşamalarında belirgin bir rol oynayan etkili bir kriz iletişim aracı olarak kabul edilmektedir (Wang ve Xiong 2022).

Günümüzde geleneksel medyanın yerini teknolojik gelişmelerle birlikte, dijital iletişim ve medyanın aldığı görülmektedir (Cevher ve Ustakara 2019). İletişim teknolojilerinin ve internetin erişilebilirliği, medya araç, uygulama ve hizmetlerinin yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır

(Youssef ve Al Malek 2023). Kriz anlarında veya normal zamanlarda güvenlik kavramı, bu süreçte en önemli devamlılık sağlayan araçlardan birisini oluşturmaktadır (Ma ve diğ. 2019). Sosyal medya, yüz milyonlarca dünya vatandaşı için bir yaşam biçimi haline gelmiştir (Kent ve Li 2020). Mobil cihazlar ve sosyal medya, modern topluma yepyeni bir iletişim platformu kazandırmıştır (Cehen ve diğ. 2018). Çevrimiçi sosyal ağlar, insanların günlük yaşamının önemli bir bileşeni haline gelmiş ve bu farklı platformlar kamusal ifade ve etkileşimler için önemli merkezler olarak hizmet vermeye başlamıştır (Ruan ve diğ. 2022). Sosyal medya platformlarının, savaş ve çatışmalarda haber ve bilgi edinme amaçlı olarak kullanıldığı görülmektedir (Elareshi ve diğ. 2023). Mülteci ve göçmenler iletişim teknolojilerini kullanarak sosyalleşmekte ve aileleri ile irtibat sağlamaktadırlar (Alencar ve diğ. 2019). Televizyon ve haber siteleri ulusal ve yerel bilgilerin baskın sağlayıcıları olmakla birlikte, sosyal tartışmalar, taleplerin iletilmesi ve yardım sağlanması açısından dijital kanallar artık daha önde gelmektedir. Acil durumlarda ve sıradan zamanlarda, belirli bir ihtiyacın karşılanması için hemen hemen her zaman aynı kanalların kullanıldığı tespit edilmiştir (Lev-On ve Uziel 2018). Bir diğer temel bulgu, bir kişinin takip ettiği sosyal ağın, bireylerin koruyucu eylemde bulunup bulunmamaları üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğidir (Haer ve diğ. 2016). Kişiler tarafından kullanılan yeni medyanın sağladığı bilgi, kriz anlarında var olan uyarıcı sistemlerden daha fazla kurtarıcı ve güvenilir kaynak olabilmektedir (Eilander ve diğ. 2016).

Günümüzde sosyal medya, felaket ve doğal afet zamanlarında bilgi paylaşmak için kullanılan en önemli ve neredeyse gerçek zamanlı akış sağlayan bir iletişim kanalı olarak kabul edilmektedir (Aisha ve diğ. 2015). Sosyal medya, insanların günlük yaşamına nüfuz etmesi dolayısıyla, acil durum yönetimi açısından büyük bir potansiyele sahiptir (Li ve diğ. 2019). Web 2.0'in ortaya çıkışından bu yana, kriz anlarında olayların görseelliğini şekillendiren, yalnızca geleneksel haber medyası değil, aynı zamanda bireylerin belirli bir zamanda yaşadıklarının anbean iletilmesini sağlayan sosyal medya araçları da olmuştur (Hugentobler ve Rüedy 2023). Twitter ve Facebook gibi sosyal medya platformları, afetten etkilenen bir topluluğa acil durum bilgilerini yayarak afet yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır (Kim ve Hastak 2018). Küresel olarak farkındalığı artan bu gerçekliğin deprem sonrası süreçte Türkiye'de hangi düzeyde olduğunun bilinmesi ve afet sonrası süreçlerde sorumluluk sahibi yerel ve merkezi kurum ve kuruluşların bu bilgi ve bilinç ile hareket etmesi gerekmektedir.

Türkiye'de 1999 yılında Marmara depreminde yaşanan iletişim problemleri (Genç 2013) ve yine 2019 yılında Silivri depreminden sonra telefonların bir süre aktif olamaması kamuoyunda tartışılmış ve bir süre gündem olmuştur (Çelebi 2020). Aslında seksenli yıllarda gerçekleşen internet devrimi ve sonrasında teknolojik altyapının gelişmesi ile birlikte, bireyler aktif olarak web sitelerinde varlığını pekiştirmiştir (Koçak ve diğ. 2021). Çağın izleyen bireyi, mobil cihazlar vasıtasıyla kesintisiz veri akışı ortamında aktif durumdadır. İletişimin ağırlıklı sosyal medya araçlarıyla gerçekleştirildiği günümüz dünyasında, medyanın bizatihi kendisi halk ile ambulans ve itfaiye gibi yapılar arasında doğrudan iletişim kurmakta ve kriz öncesi süreci ve özellikle afet sonrasında önemli paylaşımların yapılmasını sağlamaktadır (Demir 2023). Son dönemde yaşanan koronavirüs salgın hastalığının ve iklim krizi kaynaklı çeşitli afetlerin yaşanması veya son dönemde sıklığı artan depremlerin olması, kriz yönetiminde iletişim çalışmalarının önemini artırmıştır (Genç 2013).

Medyada neredeyse her gün kriz haberleri ve yardım çağrıları yer almaktadır (Seu 2016). Kriz iletişimi, afet planlamasının, müdahalesinin ve kurtarmanın önemli bir parçasıdır (Day ve Novak 2023). Kriz ve risk iletişimi, kriz yönetiminin, müdahalenin ve iyileşmenin gerekli bileşenleridir. Kriz iletişiminin amacı, mesajı gönderen(ler) ile afetten etkilenen bireyler, gruplar, topluluklar ve kuruluşlar arasında ortak bir anlam alanı oluşturmaktır (Day ve diğ. 2019). Genel olarak medya kullanımını, özel olarak ise kriz zamanlarında internet kullanımını inceleyen araştırmalar, zorluklarla karşılaşan insanlar için medyanın ne kadar önemli olduğunu ve bu insanların medya kullanımı ile çeşitli bilişsel, sosyal ve hatta politik ihtiyaçları karşılama yeteneklerini ortaya koyduklarını göstermektedir (Lev-On 2012). Doğal afetler, siyasi ayaklanmalar, insani krizler gibi birçok krizde medya etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Sosyal

medya, kasirga, deprem, orman yangini gibi dogal afetler sirasinda yardim calismalarini koordine etmek ve onemli bilgiler saglamak icin de kullanilmaktadir (Aldamen 2023). Kriz iletisimi calismalarinda, kriz sonrasu surecte medyayi kullanan bireyin hangi amacla ve hangi ihtiyacini kar silamak adina medyayi kullandigi Kullanimlar ve Doyumlar Kurami çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu kuram, kriz sonrasinda medyayi kullanan bireyin neye ihtiyaç duyup duymadiginin anlasilmasi bakımından ipuclari verecektir.

Katz ve dig. (1973) tarafından kavramsal temelleri ortaya konulan Kullanimlar ve Doyumlar (Uses and Gratifications) Teorisi, bireylerin belirli ihtiyaçlari olduğu ve bu ihtiyaçlari kar silamak adina, medyanin bir doygunluğa ulaşma aracı olduğu fikrine dayanmaktadır (Hussain ve dig. 2020). Bireyler bu doygunluklara ulaşabilmek icin medyayi farklı gayelerle kullanabilmekte ve bunu kullanirken elde ettikleri doyumlar bakımından da farklılık gösterebilmektedirler (Cevher ve Ustakara 2019). Kuram, insanların güvenilir bilgi ihtiyaçlarini kar silamak icin çeşitli medya araçlarını kullandıklarını belirtmektedir (Kavanaugh ve dig. 2016). Katz ve dig. (1973), bireylerin kitle iletisim araçlarının kullanım nedenleri/motivasyonlari çerçevesinde gerçekleştirdikleri çalışmada, bireylerin 35 farklı ihtiyaç dahilinde tercihlerini farklılaştırdıklarını tespit etmişlerdir. Daha sonra beş anlamlı sonuca düşürülen bu motivasyonlar; "bilişsel, duygusal, bütünleştirici, aile ve arkadaş gibi sosyal bütünleştirici, kaçma ya da gerilimden uzaklaşma" ihtiyaçlari olarak sıralanmıştır (Kahraman 2019, Koçak ve dig. 2021).

Kullanimlar ve Doyumlar Teorisi, radyo, televizyon, gazete, internet, cep telefonu ve sosyal medya dahil olmak üzere çeşitli medya araçlarının doğuşuna dair değerli bilgiler sağlamıştır (Abid ve Harrigan 2020). Kullanimlar ve Doyumlar Teorisi, 1940'larda medyanin etkilerini anlamak üzerine bir teori olarak geliştirildiğinde, izleyicilerin neden gazete okumak veya radyo dinlemek gibi farklı medya etkinlikleriyle meşgul olduğuna odaklanıyordu. Katz ve dig. (1973), insanların medyayı günlük yaşamlari icin bilgi edinmek, başkalarından tavsiyeler almak ve sosyal rollerinin yararlılığı konusunda kendilerini güvenceye almak icin kullandıklarını tespit etmişlerdir (Zhao ve dig. 2019). Özetle Kullanimlar ve Doyumlar Teorisi, iletisim calismalarinda işlevselci yaklaşımdan doğmuştur ve insanların iletisim kurduklari medya kanallarından ziyade; medya tüketicilerine, onların ihtiyaçlarına ve davranışlarına odaklanmaktadır (Lev-On 2012).

Kullanimlar ve Doyumlar Kurami, yeni medya başlığında tanımlanan internet yayınları ve sosyal medyanin öneminin artması ve çift yönlü iletisimi sağlamasıyla birlikte, iletisim paradigması icinde popüleriğini zamanla tekrar kazanmıştır. Kullanimlar ve doyumlar, iletisim calismalari alanında, medyaya maruz kalmayı açıklayan baskın paradigmadır (Larose ve dig. 2001). Bu paradigma icerisinde kitle iletisimi; gazete, dergi, radyo, televizyon gibi geleneksel medyadan, günümüzde internet ve sosyal medya tabanlı yeni medyaya uzanan bir değişim sergilemektedir. Bu değişim, hayatımızda ve medya kullanımında pratik olarak farklılaşmalara yol açarken bir yandan da geleneksel medya ile ilişkimiz devam etmektedir (Qiao ve Zhu 2011). Geleneksel ve yeni medya iletisim araçlarının, hitap ettiği bireylere sağladığı psikolojik, sosyolojik, siyasal ve ekonomik katkilar bulunmaktadır. Bu araçlari kullanan bireylerin, iletisim araçlarını hangi gereksinimlerini kar silamak icin kullandıkları ve bu araçlar vasıtasıyla hangi doyuma ulaştıkları, yani bu araçlari seçme sebepleri önemli bir bilgi kaynağı olmaktadır. Medyayi kullanan bireylerin kullanım farklılıklari üzerine yoğunlaşan bu bakış açısı, bireyleri medyayi kullanırken aktif ve tercih yapabilen aktörler olarak vasıflandırmaktadır. Kullanimlar ve Doyumlar Kurami olarak ifade edilen bu yaklaşım, gelenekselden yeni medyaya tüm kitle iletisim araçlarının kullanıcılarca tercih sebepleri üzerinde durmaktadır (Kahraman 2019).

Kullanimlar ve Doyumlar teorisi birçok araştırmacı tarafından iletisim hattının gözlemlenmesinde kullanılmıştır (Sun ve dig. 2020, Garba ve Nik Hasan 2022). Etkiler yaklaşımı, izleyiciyi nispeten pasif ve medya tarafından kullanılan biri olarak görürken, Kullanimlar ve Doyumlar Yaklaşımı izleyiciyi medyayi aktif olarak kullanan taraf olarak görmektedir (Massey 1995). Stephenson'a göre, kitle iletisim araçlari, eğer izleyiciler onlardan hiç zevk almamış olsaydı, ortadan kaybolabilirdi (Stephenson 1988). Medya kullanıcılari icerik oluşturmaktan hoşlanmaktadır (Mathe ve Motsaathebe 2024). Bu anlamda Çin'de gençler

üzerinde yapılan bir araştırma da bu durumu teyit etmektedir. Buna göre gençlerin sosyal medyadan elde edilen tatminlerle ilgili beş temel boyutun tanımlandığı ifade edilerek bunun ilk iki sırasını ilişkiyi sürdürme ve eğlence alırken; bilgi arama ve sosyallik son iki sırada ortaya çıkmıştır (Pang 2018). Çin'de Kullanımlar ve Doymalar Teorisine dayanarak yapılan bir diğer araştırmada ise dört tür doyum tanımlayan teorik bir model geliştirilmiştir: hedonik doyum, sosyal doyum, faydacı doyum ve teknoloji doyum (Gan ve Li 2018). 2009 yılında Hindistan'da internet kullanımı ile ilgili yapılan bir başka araştırmada ise ilk iki sırada kişisel gelişim ve geniş kitlelere ulaşma ortaya çıkarken bunu kullanıcı dostu olma, rahatlama, kariyer fırsatları ile küresel değişim takip etmiştir (Roy 2009). Vietnam'da Kullanımlar ve Doymalar Teorisi çerçevesinde yapılan bir araştırmada Facebook'un narsisizm biçimindeki ego güdümlü ihtiyaçları karşılama potansiyeline sahip "benliğin" geliştirilmesiyle ilgili materyallerin yayınlanmasına izin vermesi dolayısıyla bireyler tarafından kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır (McCauley ve diğ. 2016). Kullanımlar ve Doymalar Kuramı çerçevesinde yapılan ilk araştırmalar geleneksel medya üzerineyken, günümüzde daha çok yeni ve dijital medya üzerinde uygulandığı görülmektedir (Biçer ve Şener 2020).

Birçok sosyal ve iletişim bilimci Kullanımlar ve Doymalar Kuramını, bireylerin medyayı hangi sebeplerle kullandıklarını ve bundan elde ettikleri doyumları anlamak için araştırma konusu yapmışlardır (Karakoç ve Evrim Gülsünler 2012). Koronavirüs salgın krizi sürecinde yapılan araştırmada, bilgi ihtiyacını karşılama isteği medya kullanımında ilk tespit olarak bulunurken; yaşa ve yaşanılan ülkeye göre anlamlı farklılıkların olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Igartua ve diğ. 2020). fidellMassey (1995), Kullanımlar ve Doymalar Teorisinin 1989 Loma Prieta depremi sırasındaki bilgi arama davranışı için geçerli olduğunu bulmuştur (Ruan ve diğ. 2022).

Gelenekselden dijital geçiş süreci içerisinde deprem sonrası bizzat depremi yaşayanlarca medya kullanımının hangi motivasyonlarla gerçekleştiğini bilmek bundan sonra yaşanabilecek depremlere hazırlık anlamında ilgililere ipucu verecektir. Deprem gibi önemli kriz anlarında bireylerin medya tercihlerini hangi motivasyonlar ile yaptıkları, afet durumlarında iletişim problemi yaşayan Türkiye ve benzer sorunlara sahip ülkelere iletişim bilimleri açısından önemli yanıtlar sunacaktır.

2. YÖNTEM

2.1) Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, gelişen iletişim dünyası ile birlikte yönetim süreçlerine etki eden geleneksel ve yeni dijital medyanın, kriz yönetim süreci sonrasında depremi yaşamış bireyler tarafından kullanım motivasyonunu değerlendirmektir. Çalışmanın kuramsal olarak alt yapısını, Kullanımlar ve Doymalar Teorisi oluşturmaktadır. Bu kuram çerçevesinde 6 Şubat depremlerini yaşayanların iletişim araçlarını kullanma aktivitesi, motivasyonları ve depremi yaşayan kullanıcılar için iletişimin ne anlam ifade ettiği araştırılmıştır.

Bu çalışmada deprem sonrası medya kullanımı, Kullanımlar ve Doymalar Kuramı çerçevesinde saha araştırması yapılarak araştırılmıştır. Anket, 14 milyon kişinin etkilendiği 6 Şubat depremleri sonrası, medya kullanım motivasyonlarını anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda oluşturulan araştırma soruları şu şekildedir;

Araştırma sorusu 1: Çalışma katılımcıları deprem sonrası süreçte medyayı hangi motivasyonlarla kullanmaktadır?

Araştırma Sorusu 2: Çalışma katılımcılarının medya kullanım alışkanlıkları demografik değişkenler açısından farklılaşmakta mıdır?

2.2) Ölçme Araçları

Araştırmada, araştırmacı tarafından oluşturulan soruların yanında Katz ve diğ. (1973) tarafından geliştirilen Kullanımlar ve Doyumlar (Uses and Gratifications) ölçeği kullanılmıştır. Ankette katılımcıların deprem sonrası medya kullanım alışkanlıklarını tespit etmek amacıyla 5 değişkenden oluşan Likert tipi ölçek kullanılmıştır. Uygulanan ölçek ile katılımcıları yaşanan deprem sonrası medya kullanmaya yönelten motivasyonların neler olduğu ve değişkenlere bağlı medya kullanma nedenleri arasında farklılığın olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada istatistik olarak Çapraz Tablo, Faktör Analizi, One-Way Anova, Bağımsız Örneklem T-Testi analizleri uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 23.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca çalışma zaman bakımından 30 Nisan 2024- 16 Mayıs 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş olup, ölçek Google Formlar üzerinde oluşturulmuş ve bu kapsamda veriler; internet aracılığı ile toplanmıştır.

Kullanımlar ve Doyumlar Kuramına göre, deprem sonrası medya kullanım alışkanlıklarını tespit etmek için oluşturulan araştırmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla, ankette bulunan önermeler arasında iç tutarlılık güvenilirlik analizi uygulanmıştır. Buna göre 23 ifadenin yer aldığı anketin toplam boyutları olarak Cronbach's Alpha katsayısı 0.94 olarak tespit edilmiş olup, oldukça güvenli olduğu görülmüştür. Diğer yandan "Bilişsel İhtiyaçlar Kategorisi" alt boyutunun Alpha katsayısı 0.85; "Duygusal İhtiyaçlar Kategorisi" boyutunun Alpha katsayısı 0.79; "Kişisel Bütünleşme" Alpha katsayısı 0.92; "Sosyal Bütünleşme" Alpha katsayısı 0.88; "Gerçeklerden Kaçış İhtiyacı" alt boyutu Alpha katsayısı ise 0.82 olup, kabul edilir düzeydedir.

2.3) Örneklem

Araştırmanın evrenini; Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan depremlerde dokuz ilde bulunan medya kullanıcıları oluştururken, araştırmanın örneklemini 317 katılımcı ile sınırlandırılmıştır. Örneklemin belirlenmesi tesadüfi (raslantısal) örneklem yöntemi ile oluşturulmuştur.

Örneklemin büyüklüğü, evrenin normal dağıldığı varsayılarak %95 güven düzeyi ve %5 hata oranı çerçevesinde belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmanın demografik veri değerleri yüzdeleri ile birlikte Tablo 1'de verilirken, medya kullanımına dönük değişken yüzdeleri de Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Demografik veriler ve yüzdeleri
Table1: Demographic data and percentages

Değişken	Grup	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	66.2
	Kadın	33.8
Eğitim	İlkokul	1.3
	Ortaokul-Lise	16.9
	Ön Lisans	14.0
	Üniversite	51.6
	Y. Lisans-Doktora	16.2
Meslek	Kamu Çalışanı	41.5
	İşçi	16.7
	Öğrenci	14.1
	Serbest Meslek	9.0
	Ev Hanımı	6.7
	Emekli	5.5
	Esnaf	3.5
	İş İnsanı	1.9
Çiftçi	1.1	

Tablo 1’de kadın erkek cinsiyet dağılımı frekansları itibariyle, katılımcıların %33.8’inin kadınlardan, %66.2’sinin ise erkeklerden oluştuğu görülmektedir. Çalışmaya katılanların eğitim düzeylerine göre bakıldığında, dört yıllık lisans bitiren üniversite mezunları %51.6 iken bu oranı %16.9 ile ortaokul ve lise mezunları, %16.2 ile yüksek lisans-doktora yapmış olanlar, %14.0 ile ön lisans mezunları ve %1.3 ile ilkokulu bitirmiş olanlar takip etmektedir. Mesleklere göre bakıldığında ise, araştırmaya katılanların %41.5’i kamu çalışanlarından oluşmakta iken, onu sırasıyla % 16.7 ile işçiler, % 14.1 ile öğrenciler, % 9.0 ile serbest meslek sahipleri, %6.7 ile ev hanımları, % 5.5 ile emekliler, % 3.5 ile esnafar, %1.9 ile iş insanları ve %1.1 ile çiftçiler takip etmektedir.

Tablo 2: Değişken ve yüzdeleri
Table 2: Variables and percentages

Değişken	Grup	Yüzde
Medya Kullanımı	Sosyal Medya	48.1
	Televizyon Haberleri	25.6
	İnternet Haber Siteleri	23.7
	Radyo	2.3
	Gazete	0.3
Medya Kullanımı (Recode)	Geleneksel Medya	28.2
	Yeni Medya	71.8

Tablo 2’de deprem sonrası medya kullanımında % 48.1 ile en çok sosyal medya kullanımı söz konusu iken bunu % 25.6 televizyon haberleri, % 23.7 internet haber siteleri, % 2.3 radyo ve % 0.3 ile gazeteler takip etmektedir. “Deprem sonrası medya kullanımınızda en çok hangi kaynağı tercih ediyorsunuz?” sorusuna verilen cevaplar recode yapılarak gazeteler, televizyon haberleri ve radyo tercihleri geleneksel medya; sosyal medya platformları ile internet haber siteleri tercihleri ise yeni medya olarak yeniden farklı bir sütunda kodlandığında yeni medyanın (oranı % 71.8) geleneksel medyadan (oranı % 28.2) daha çok tercih edildiği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, kriz anlarında sosyal medya ve dijital medya kullanımının, geleneksel medyaya göre daha yüksek bir etkileşim sunduğunu ortaya koyan Lev-On ve Uziel (2018)’in çalışması ile benzerdir.

Bu recode ile yapılan geleneksel medya ve yeni medya kullanımı ile cinsiyet arasında Chi-square ile test edildiğinde anlamlı bir ilişkiye ($p: 0.588 > 0.5$) rastlanmazken, yeni ve geleneksel medya ile yaş arasında anlamlı bir ilişkiye ($p: 0.184 < 0.5$) rastlanmış olup anket gerçekleştirilenler arasında 35 yaş ve altı kesimin yeni medyayı geleneksel medya kullanımına göre 35 yaş üzeri kesimden daha çok tercih ettiği görülmüştür.

Araştırma tüm temel alt boyutları itibariyle çarpıklık ve basıklık değerleri (skewness/kurtosis) -1.5 ile +1.5 arasında olduğu için normal dağılım (Tabachnick ve Fidell 2019) göstermektedir. Çalışmada, çarpıklık ve basıklık değerlerini inceleyerek normal dağılım varsayımını test etmenin temel nedeni, faktör analizi gibi parametrik istatistiksel yöntemlerin uygulanabilirliğini değerlendirmektir. Faktör analizinin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için verilerin normal dağılıma uygun olması önemlidir. Bu bağlamda Tabachnick ve Fidell (2019) tarafından önerilen -1.5 ile +1.5 aralığındaki çarpıklık ve basıklık değerleri, verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını değerlendirmek için yaygın olarak kabul edilen kriterlerdir. Normal dağılım, özellikle verilerin ortalama ve varyans gibi temel istatistiksel özelliklerinin güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi açısından önemlidir. Bu durum, çalışmada uygulanan Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) gibi çok değişkenli analizlerde daha güvenilir ve geçerli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu analizleri yaparak veri setinin faktör analizine uygun olup olmadığı belirlemek, araştırmacının yöntemsel sağlamlığını artırmak ve elde edilen sonuçların geçerliliğini güvence altına almak amaçlanmıştır.

Çalışmada, deprem sonrası medya kullanımını incelemek amacıyla Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeği kullanılmış ve bu bağlamda ölçeğin faktör yapısını ve yapı geçerliliğini değerlendirmek için Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) yöntemi tercih edilmiştir. Açıklayıcı Faktör Analizinin (AFA) seçilmesinin başlıca nedeni, çalışmanın odak noktasının, deprem sonrası medya kullanımına yönelik olarak Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeğinin mevcut faktör yapısının, bu özel bağlamda geçerli olup olmadığını ve bu durumun hangi yeni faktörlerle açıklanabileceğini keşfetmektir. Deprem gibi olağanüstü kriz durumları, bireylerin medya kullanımı ve beklentilerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Mevcut ölçeğin bu bağlamda farklı bir yapı sergileyebileceği varsayımıyla hareket edilmiştir. Bu nedenle, çalışmanın ilk aşamasında AFA uygulanmıştır. Literatürde, belirli bir sosyal olay veya kriz durumunda, mevcut bir ölçeğin faktör yapısının geçerliliğini yeniden değerlendirmek için AFA'nın kullanılması yaygın bir uygulamadır. Deprem sonrası medya kullanımı gibi spesifik ve kritik bir bağlamda, Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeğinin faktör yapısının nasıl şekillendiğini keşfetmek adına AFA'nın gerekli bir adım olduğu düşünülmüştür. İlerleyen araştırmalarda, elde edilen faktör yapısının doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile test edilmesi de önemli olacaktır. Ancak, bu çalışma kapsamında AFA'nın kullanılması, ölçeğin deprem sonrası medya kullanımını inceleyen bir bağlamda uygun olup olmadığını keşfetmek amacıyla yapılmış bilimsel bir tercihtir.

Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) için temel bileşenler (principal components) ve doğrudan eğik döndürme (direct oblimin) yöntemine göre işlem yapılmıştır. Bunların tercih edilme sebebi ise principal components yönteminin pratik olarak yoğun şekilde ve basit olarak kullanılması, direct oblimin yönteminde de faktörlerin kendi arasındaki durumu değerlendirildiğinde kullanılmasıdır (Büyüköztürk 2014). İlk olarak Kaiser Meyer Olkin (KMO) örneklem yeterliliği 0.945 değeri tespit edilmiştir. Bu sonuç büyüklük itibarıyla örneklemin, AFA için uygun ve yeterli düzeyde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu değer Field (2009) tarafından yapılan çalışmada 0.50'den fazla olduğunda uygun ve yeterli görülmekte ve 0.90-1.0 arası ise "mükemmel" olarak gösterilmektedir. Alt maddeler için ayrı hesaplanan KMO değerleri de en düşük 0.838 olarak bulunmuş olup, örneklemin yeterli olduğu durumu teyit edilmiştir. Ayrıca Barlett testi sonucunda $\chi^2(245)=4311.791$; $p<0.05$ olarak tespit edilmiş ve bu, maddeler arasındaki korelasyonların AFA için uygun derecede büyük olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Açıklayıcı Faktör Analizi sonucunda, 23 maddeden oluşan Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeğinin 3 alt boyutlu (faktörlü) bir yapıdan oluştuğu ve bu üç faktörün toplam varyansın % 62.16'sını açıkladığı ortaya çıkmıştır. Özellikle kriz dönemlerinde bireylerin medya kullanma motivasyonları, orijinal ölçekten farklılaşabilir ve bu bağlamda ortaya çıkan üç faktör, çalışmanın amacına uygun olarak değerlendirilmiştir. Buna göre Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeğinin geçerli özelliğe sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca alt boyutlardan ilki varyansın % 45.52'sini, ikincisi % 10.13'ünü, üçüncüsü ise % 6.52'sini açıklamaktadır. Tablo 3'te maddelerin faktörlere göre dağılımı ve faktör yükleri ortaya konulmuştur.

Tablo 3'de işaret edildiği şekliyle, alt boyutlardan ilki 10 maddeden, ikincisi 5 maddeden, üçüncüsü ise altı maddeden meydana gelmektedir. Faktör yükleri en az 0.404 olarak ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla 0.40 ve üstü faktör yükleri uygun olarak görüldüğü için (Field 2009) maddelerin faktörlere önemli düzeyde katkı yaptıkları görülmüştür. Diğer yandan sıra ile ifade edilecek olursa faktörler "bütünleşme", "gerçeklerden kaçış", "bilişsel ihtiyaçlar" olarak adlandırılmıştır.

Tablo 3: Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeği Faktör Analizi bulguları
Table 3: Factor Analysis results of Uses and Satisfaction Scale

Maddeler		\bar{x}	SD	Faktörler		
				1	2	3
Bilişsel	İhtiyaçlarımı Karşılama Medya Bilgi Kaynağı İşlevi Gördü	2.85	1.102			0.607
	Medyanın Deprem Haberleri En Güvendiğim Kaynak	2.83	1.008			0.526
	İhtiyaç ve Sorularına Yanıtta Medya Yardımcı	3.25	1.032			0.811
	Objektif, Sağlıklı Kararlar Almamda Medya Yardımcı	2.90	1.056			0.764
Duygusal	Duygularımı Siyasi Otoriteye Aktarmada Yardımcı	2.90	1.121			0.469
	Duygusal İhtiyaçlarımın Sunduğu İçeriklerle Katkı Sağladı	2.86	1.026	0.62		
	Kayı Durumlarından Uzaklaşmama Yardımcı	2.56	1.057	0.653		
	Siyasetçilere Yönelik Duygularımda Etkilidir	3.02	1.140			0.404
Kişisel Bütünleşme	Vatandaş Kimliğimin Güçlenmesine Katkı Sağladı	2.65	1.047	0.74		
	Zorluklarla Baş edebilme Arzumu Artırdı	2.80	1.116	0.728		
	Mantıklı Düşünme Problem Çözmede Yardımcı	2.77	1.082	0.719		
	Kişiliğimin Güçlenmesinde Yardımcı	2.54	1.067	0.795		
Sosyal Bütünleşme	Önyargılarımın Azalmasında Yardımcı	2.69	1.037	0.801		
	Milli ve Dini Duygularımın Güçlenmesinde Yardımcı	2.81	1.183	0.801		
	Gündelik Hayata Uyum Sağlamada Yardımcı	2.45	1.008		0.821	
	Yalnız Olmadığımı Hissetmemde Yardımcı	2.99	1.115	0.817		
Gerçeklerden Kaçış	Devlet ve Milletime Güvenimin Artmasında Yardımcı	3.01	1.163	0.816		
	Kişisel Toplumsal Sorunlardan Uzaklaşmama Yardımcı	2.45	0.981		0.836	
	Depreme Dair Şeyleri Düşündürmedi	2.58	1.156		0.616	
	Sıkıntılardan Kendime Kaçmama Sebep	2.57	1.023		0.828	
Özdeğer	Kendime Güven Sağlayarak Bozuk Kişilikten Kaçmama Yardımcı	2.43	0.959		0.629	
Özdeğer				10.469	2.330	1.498
Açıkladığı Varyans %				45.52	10.13	6.51
Açıklanan Toplam Varyans %					62.16	

Anketi cevaplayan katılımcıların deprem sonrası medya kullanım tercihlerinde en etkili olan faktörlerden ilkinin özdeğerinin (eigenvalue) 10.469 gibi yüksek bir düzeyde olduğu ortaya çıkmış, ayrıca sadece tekil olarak toplam varyansın % 45.52'sini açıklarken büyük ölçüde kişisel olmak üzere sosyal ve duygusal "bütünleşme" motivasyonu olduğunu göstermiştir.

"Gerçeklerden kaçış" şeklinde isimlendirilen bir sonraki faktör, deprem sonrası medya kullanımında, yıkımın insan üzerinde bıraktığı veya bırakacağı acının izleri olan gerçeklerden uzaklaşma olarak değerlendirilebilecek maddeleri bir araya getirmiştir. "Gerçeklerden kaçış" başlığı altında sıralanan alt maddelerin aritmetik ortalamaları 2.43 ile 2.58 arasında, standart sapmaları 0.959 ile 1.156 arasında değişmektedir. Özdeğeri 2.33 olan "Gerçeklerden kaçış" faktörü toplam varyansın % 10.13'ünü açıklamaktadır.

Analiz sonucunda ulaşılan üçüncü faktör ise "Bilişsel ihtiyaçlar" faktörü olup bu faktörü gösteren maddeler ise "ihtiyaç ve sorularına yanıtta medya yardımcı", "objektif ve sağlıklı kararlar almamda medya yardımcı", "ihtiyaçlarımı karşılamada medya bilgi kaynağı", "medyanın deprem haberleri en güvendiğim kaynak" olarak sıralanmaktadır. Bu faktör kapsamında bulunan ifadelerin aritmetik ortalamaları 2.83 ile 3.25; standart sapmaları da 1.01 ile 1.14 arasındadır. Toplam varyansın % 6.51'ini açıklayan bilişsel ihtiyaçlar faktörünün yukarıda da belirtildiği üzere güvenilirlik katsayısı Cronbach's $\alpha = 0.85$ ve özdeğeri (eigenvalue) 1.498'dir.

AFA sırasında, faktörlerin belirlenmesinde iki temel kritere odaklanılmaktadır. Bunlardan ilki özdeğeridir (eigenvalues). Faktörlerin özdeğerleri 1'in üzerinde olduğunda anlamlı kabul edilmektedir. Çalışma bulgularında özdeğerleri 1'in üzerinde olan ve toplam varyansın % 62'sini açıklayan üç faktör elde edilmiştir, bu da faktör sayısının uygun olduğunu göstermektedir. AFA sonucunda bu üç faktör toplam varyansın % 62'sini açıklamaktadır, bu da sosyal bilimler için oldukça yeterli bir oran olarak kabul edilmektedir. Orijinal ölçek, Kullanımlar ve Doyumlar teorisine dayalı olarak beş faktörlü bir yapı üzerine kuruludur: bilişsel ihtiyaçlar, duygusal ihtiyaçlar, kişisel bütünleşme, sosyal bütünleşme ve gerçeklerden kaçış. Ancak, ölçek çalışmamızda deprem sonrası medya kullanımı bağlamında uygulandığında,

faktör yapısında bazı farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar, ölçeğin özgün bağlamında deprem sonrası kriz durumunda bireylerin medya kullanım motivasyonlarının farklı şekillerde ortaya çıkmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

Demografik değişkenlere dayalı analizlerde orijinal ölçeğin beş faktörlü yapısı temel alınmıştır. Bu, orijinal ölçeğin teorik yapısına sadık kalma amacıyla yapılmıştır. Ancak faktör analizinde, kriz sonrası bağlamda daha anlamlı bir yapı ortaya çıkması sebebiyle, bazı analizlerde üç faktörlü yapı üzerinden gidilmiştir. AFA sonucunda elde edilen üç faktörlü yapı, krize özgü medya kullanım motivasyonlarını daha iyi yansıttığı için kullanılmıştır. Ancak orijinal ölçekle yapılan demografik veri gibi analizlerde beş faktörlü yapı da referans alınmıştır. Bu iki yaklaşım, hem teorik uyumu korumak hem de veri setindeki özgün yapıyı ortaya koymak amacıyla bir arada değerlendirilmiştir. Dolayısıyla, analizlerin farklı aşamalarında üç ve beş faktörlü yapılar arasında bir denge sağlanmıştır. Faktör analizinde üç faktörlü yapının tercih edilmesi, veri setinin sunduğu en uygun yapı olduğundan metodolojik açıdan geçerlidir. Diğer analizlerde orijinal ölçekle yapılan beş faktörlü değerlendirme, ölçeğin teorik yapısına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bu iki yaklaşım arasında bir denge sağlanmaktadır.

Çalışmada diğer faktörlere yükleme yapan maddeler içerik açısından anlamlı oldukları için çıkarılmamış olup diğer yandan ilgili faktörlerde anlamlı yükleme yapmayan maddeler olduğu için çıkarılmıştır. Ancak, bu maddeler göz ardı edilmemiş özellikle diğer faktörlere yükleme yapan maddeler içerik açısından değerlendirildiğinde, bağlama uygun oldukları için çalışmada tutulmuş ve veri analizine dahil edilmiştir.

Faktör sayısının düşürülmesi, veri setinin sunduğu faktör yapısına dayalıdır ve orijinal ölçekle uyumlu olacak şekilde yeniden ele alınmıştır. Orijinal ölçekten bazı sapmalar olabilir, ancak bu durum literatürdeki benzer çalışmalarda da gözlemlenmiştir ve bağlama özgü bir durumdur. Sosyal ve duygusal bütünleşme, bilişsel ihtiyaçlar ve gerçeklerden kaçış gibi faktörler, kriz zamanlarında medya kullanım motivasyonları arasında sıkça rastlanmaktadır. Literatürde de bu faktörler üzerine yapılan araştırmalar, özellikle sosyal medya ve yeni medya kullanımının bu tür ihtiyaçları karşılamada önemli rol oynadığını vurgulamaktadır. Cevher ve Ustakara (2019)'un sosyal medya kullanımına yönelik çalışması, çalışmamızdaki bulgularla paralellik arz etmektedir. Diğer yandan Marmara Depremi ve diğer kriz anlarındaki medya kullanımına yönelik araştırma, insanların medya kullanım motivasyonlarının sosyal bütünleşme ve gerçeklerden kaçış üzerine yoğunlaştığını göstermektedir (Genç 2013). Kriz anlarında sosyal medya ve dijital medya kullanımının, bireylerin gerçeklerden kaçış ve bilişsel ihtiyaçlarını karşılamada etkili olduğunu gösteren bir başka çalışma Lev-On ve Uziel'in çalışmasıdır (Lev-On ve Uziel 2018). Bu bağlamda çalışmamızdaki bulgular da benzer şekilde bu tür motivasyonların ön planda olduğunu ortaya koymaktadır.

Diğer yandan araştırmamızda AFA sonuçlarına göre orijin ölçekten farklı olarak 3 faktör bulunmuştur. Araştırmamızda medya kullanım ve doyumunu, 3 değişken tarafından açıklanabilmektedir. Bu bağlamda ortaya çıkan bu üç değişken: Bilişsel ihtiyaçlar, Kişisel Bütünleşme ve Gerçeklerden Kaçış motivasyonları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Pearson Korelasyon analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4: Deprem sonrası gerçekleşen medya kullanım motivasyonları arasındaki Korelasyon Analizi
Table 4: Correlation Analysis between media usage motivations after the earthquake

		Bi	KB	GK
Bilişsel İhtiyaçlar (Bi)	Pearson r	1	0.650**	0.301**
	p		0.000	0.000
Kişisel Bütünleşme (KB)	Pearson r		1	0.446**
	p			0.000
Gerçeklerden Kaçış (GK)	Pearson r			1

** Korelasyon $p < 0.05$ anlamlıdır.

Tablo 4'te faktörler arası ilişkinin gücü ve yönünü tespit etmek hedefi doğrultusunda gerçekleştirilen korelasyon analizleri neticeleri istatistiksel olarak okunduğunda, en güçlü ilişkinin Kişisel Bütünleşme motivasyonu ile Bilişsel İhtiyaçlar motivasyonu arasında olduğu görülmektedir ($r=0.650$, $p<0.05$). Katılımcıların deprem sonrası medya kullanımında Kişisel Bütünleşme ve Bilişsel İhtiyaçlar motivasyonları arasında orta düzeyde ($r= 0.650$) pozitif ve anlamlı ($p<0.05$) bir ilişki bulunmuştur. Değişkenlerin birbirleri üzerinde açıkladıkları varyans ise % 42.2'dir. Yani Kişisel bütünleşmenin % 42.2'si Bilişsel İhtiyaçlardan kaynaklanıyor olabilir.

Diğer yandan deprem sonrası medya kullanımı faktörler arası ilişkinin gücü ve yönünü ortaya koymak için gerçekleştirilen korelasyon analizleri sonuçları istatistiksel olarak araştırıldığında, orta düzeyde ilişkinin Bilişsel İhtiyaçlar motivasyonu ile Gerçeklerden Kaçış motivasyonu arasında olduğu görülmektedir ($r=0.301$, $p<0.05$). Katılımcıların deprem sonrası medya kullanımında, Bilişsel İhtiyaçlar ve Gerçeklerden Kaçış arasında orta düzeyde bir ilişki olduğu ve bunların anlamlı olarak birlikte arttığı görülmektedir. Birbirleri üzerinde değişkenlerin açıkladıkları varyans ise % 9.1'dir. Yani Gerçeklerden Kaçışın % 9.1'i Bilişsel İhtiyaçlardan kaynaklanıyor olabilir.

Tablo 5: Cinsiyetlere ilişkin deprem sonrası medya kullanım motivasyonlarının karşılaştırılması
Table 5: Comparison of media use motivations by gender after the earthquake

	Cinsiyet	N	Ortalama	Standart Sapma	T	P
Bilişsel İhtiyaçlar (Bİ)	Erkek	207	3.0135	0.89887	-0.181957	0.855765
	Kadın	104	3.0308	0.72662		
Kişisel Bütünleşme (KB)	Erkek	202	2.6505	1.01296	-0.677891	0.498425
	Kadın	105	2.7200	0.75529		
Gerçeklerden Kaçış (GK)	Erkek	204	2.4314	0.80086	-1.491893	0.136751
	Kadın	106	2.5717	0.75514		

Tablo 5'te, deprem sonrası cinsiyete göre medya kullanım motivasyonlarının karşılaştırılmasında, söz konusu üç faktör Bilişsel İhtiyaçlar, Kişisel Bütünleşme ve Gerçeklerden Kaçış faktörleri bakımından cinsiyet farklılıkları ile kadın ve erkek arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı, uygulanan Bağımsız (İlişkisiz) Gruplar T Testi (Independent Sample Test) sonucunda ulaşılmıştır ($P>0.05$).

Tablo 6: Yaşa ilişkin deprem sonrası medya kullanım motivasyonlarının karşılaştırılması
Table 6: Comparison of media use motivations by age after the earthquake

	Yaş	N	Ortlama	Standart Sapma	T	P
Bilişsel İhtiyaçlar (Bİ)	35 Yaş ve Altı	135	2.9852	0.79799	-0.644508	0.519738
	35 Yaş Üstü	175	3.0469	0.88140		
Kişisel Bütünleşme (KB)	35 Yaş ve Altı	134	2.7403	0.88463	1.099107	0.272591
	35 Yaş Üstü	172	2.6221	0.96958		
Gerçeklerden Kaçış (GK)	35 Yaş ve Altı	134	2.5597	0.78779	1.454061	0.146951
	35 Yaş Üstü	175	2.4286	0.78395		

Tablo 6'da, 35 yaş altı ve 35 yaş üstü medya kullanım motivasyonlarının karşılaştırılması gösterilmiştir. Buna göre gerçekleştirilen Bağımsız (İlişkisiz) Gruplar T Testi (Independent Sample Test) sonucunda üç faktör bakımından araştırmaya katılanlar arasında yaş bakımından, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

Tablo 7: Yaş durumu ile deprem sonrası medya kullanım motivasyonlarının Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile karşılaştırılması (Varyansların Homojenliği Leven Testi)

Table 7: Comparison of age status and media use motivations after the earthquake with One-Way Analysis of Variance (ANOVA) (Homogeneity of Variances Leven Test)

	Levene Statistic	df1	df2	p
Bilişsel İhtiyaçlar	1.916	4	305	0.108
Kişisel Bütünleşme	2.101	4	301	0.081
Gerçeklerden Kaçış	1.933	4	304	0.105

Tablo 7’de yaşa ilişkin verileri recode yapmadan, araştırmaya verilen ilk cevaplar ile değerlendirdiğimizde yapılan One Way Anova sonuçlarında Leven testi ile varyansların homojen dağıldığı görülmüştür ($P>0.05$). Anova analizi araştırmamız faktör analizi sonucunda ortaya çıkan üç temel motivasyon üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 8: Yaş ile motivasyonlar arasında ANOVA

Table 8: ANOVA between age and motivations

		Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F	p
Yaş Durumları Arası	Bilişsel İhtiyaçlar	3.873	0.968	1.361	0.247
	Kişisel Bütünleşme	7.825	1.956	2.282	0.061
	Gerçeklerden Kaçış	6.285	1.571	2.589	0.037

Tablo 8’de yaş durumuna ilişkin deprem sonrası medya kullanım motivasyonları karşılaştırılmasında, bilişsel ve duygusal ihtiyaçlar, kişisel, sosyal bütünleşme faktörleri bakımından yaş durumları 18-25, 26-35, 36-45, 46-55, 56 ve üstü olan katılımcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır ($p>0.05$). Varyansların homojen dağılması sonucunda yaptığımız Anova değerlerinde sadece “Gerçeklerden Kaçış” faktörü ile yaş bağımsız değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu neticesine ulaşılmıştır ($p=0.037$).

Tablo 9: Depremden sonra medya kullanımında Gerçeklerden Kaçış motivasyonu ve yaş grupları arasındaki farklılık

Table 9: Difference between Escape from Reality motivation in media use after the earthquake and age groups

Yaş	Yaş	Ortalama Farklılığı	Standart Hata	P	95% Güven Aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
18-25	26-35	0.24764	0.13557	0.360	-0.1244	0.6197
	36-45	0.15247	0.12887	0.761	-0.2012	0.5061
	46-55	0.42211*	0.14114	0.025	0.0348	0.8094
	56 ve üstü	0.37331	0.21959	0.435	-0.2293	0.9759

Tablo 9’da Tukey testi sonuçlarına göre ayrıca çoklu karşılaştırma tabloları sonuçları analiz edildiğinde, 18-25 yaş aralığı ile 46-55 yaş aralığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($p=0.025$). Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) rakamları analiz edildiğinde, deprem sonrası medya kullanan katılımcılardan 18-25 yaş skalasındaki katılımcıların medyayı gerçeklerden kaçış motivasyonu temelinde, 46-55 yaş aralığındaki katılımcılardan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılıkla daha fazla kullandıkları sonucuna ulaşılmaktadır.

*Tablo 10: Depremden sonra medya kullanımında Duygusal İhtiyaçlar Motivasyonu ve meslek grupları arasındaki farklılık**Table 10: Difference between Emotional Needs motivation and occupational groups in media use after the earthquake*

Motivasyon	Meslekler	N	Mean	F	P
Duygusal İhtiyaçlar	Kamu Çalışanı	129	2.9031	2.475	0.013
	Esnaf	11	2.6591		
	İşçi	52	2.9567		
	İş adamı	6	3.1250		
	Çiftçi	3	2.0833		
	Ev hanımı	21	2.7619		
	Öğrenci	44	2.8750		
	Emekli	16	2.7031		
	Serbest Meslek	27	2.2315		
	Toplam	309	2.8172		

Tablo 10'a göre depremden önce medya kullanımı motivasyonlarından olan duygusal ihtiyaçlar ($F=2.47$; $p<0.05$) ile araştırmaya katılanların meslekleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Tukey testi çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre ise, kamuda çalışanlar ile kamu harici serbest bir mesleğe sahip olanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür ($sd=0.017$; $p=0.006$). Diğer bir ifade ile depremden sonra medya kullanımında araştırmaya katılan katılımcılar arasında, kamu çalışanlarının medyayı duygusal ihtiyaçlar için serbest meslek grubunda olan katılımcılara göre daha fazla kullandığı tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Deprem sonrası medya kullanımı değerlendirildiğinde yeni medya kullanımının geleneksel medyaya göre arttığı gözlenmiştir. Biçer ve Şener (2020)'nin çalışmalarında medya kullanımı bağlamında ifade ettikleri, "Günümüzde, geleneksel medya varlığını sürdürmeye devam ederken, içerisinde özellikle internet ve sosyal medyanın olduğu yeni medyanın, yaşadığımız hayatın kopmaz bir umdesi haline ulaşmıştır" tezi, deprem sonrası medya kullanımında % 72 Yeni Medya ve % 28 Geleneksel Medya olarak araştırmamızda net olarak ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar Ngqangashe ve arkadaşları tarafından 2022 yılında yapılan araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir (Ngqangashe v diğ. 2022). "İnsanların keyif ve mutluluk anlarında medya kullanımı artar" tezini öne süren Ledbetter ve arkadaşlarının aksine, deprem gibi kriz anlarında medya kullanımının daha fazla arttığına araştırma sonuçları işaret etmektedir (Ledbetter ve diğ. 2016). Deprem sonrası yaşanması muhtemel ulaşım ve lojistik problemleri düşünüldüğünde düşük çıkması doğal olarak beklenen gazeteyi iletişim aracı olarak kullanma oranı yüzde 0.3 gibi çok düşük bir oranda çıkmıştır.

Araştırmada ortaya konulan bir başka sonuç, sosyal medya kullanımının deprem sonrası medya kullanımı içerisinde % 48 oranında en fazla tercih edilen medya uygulaması olmasıdır. Bunu % 24 oranında internet haber siteleri takip etmektedir. Li ve arkadaşları tarafından yapılan araştırma ile elde edilen dijitalleşme arttıkça sosyal medya kullanımının arttığına dönük bulgu bu araştırmada da ortaya çıkmış, bireylerin gün geçtikçe deprem gibi kriz zamanları sonrasında dahi sosyal medya kullandığı ortaya çıkmıştır (Li ve diğ. 2018). Diğer yandan Sruoginis tarafından 2018 yılında yapılan global araştırmada ortaya çıkan "sosyal platformlar canlı video içeriğinin temel kaynağıdır ve TV, erişilen en popüler canlı video içeriği türüdür" bulguları ile araştırmamızın sonuçları arasında benzerlik bulunmaktadır (Sruoginis 2018). Geleneksel medya ve yeni medya kullanımı ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmazken, yaş değişkeni ile ki-kare testi yapıldığında 35 yaş ve altı kesimin yeni medyayı 35 yaş üzeri kesime göre daha çok kullandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın açıklayıcı faktör analizi sonucunda, deprem sonrası medya kullanımında, kullanımlar ve doyumlar ölçeğinin üç alt boyutlu bir yapıdan oluştuğu ve bu üç boyutun toplam varyansın % 62'sini açıkladığı tespit edilmiştir. Bu üç faktör sırasıyla "Bütünleşme",

“Gerçeklerden Kaçış” ve “Bilişsel İhtiyaçlar” olarak adlandırılmıştır. Diğer bir ifade ile deprem sonrası medya kullanımında, araştırmaya katılan katılımcılar medya kullanımını en çok sosyal ve duygusal bütünleşme motivasyonu ile yapmış ve bundan bir alt oranda ise “Gerçeklerden Kaçış” ve bilgi ihtiyaçlarını gidermek amacıyla kullandıkları ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar kriz anları dışında insanların sosyal medya kullanımına yönelik bulunan dört motivasyondan; sosyal olarak ödüllendirici kendini sunma, trend olma, kaçış bağımlılığı ve yenilik farklılık oluşturduğu görülmektedir (Scherr ve Wang 2021).

Araştırmanın odak noktasını, deprem gibi olağanüstü bir durumun bireylerin medya kullanım tercihleri üzerindeki etkisini incelemek oluşturmuştur. Bu tür kriz durumlarında bireylerin medya kullanım motivasyonlarının, normal zamanlardaki motivasyonlarından farklılaşabileceği düşüncesi, çalışmada AFA uygulanmasının temel nedenlerinden birini oluşturmuştur. Bu bağlamda, elde edilen faktör yapısının, literatürdeki önceki çalışmalarla farklılık göstermesi olasıdır ve bu farklılıklar, çalışmanın önemini ve özgünlüğünü artırmaktadır. Deprem sonrası medya kullanımında ortaya çıkan “Bütünleşme”, “Gerçeklerden Kaçış” ve “Bilişsel İhtiyaçlar” gibi faktörler, kriz durumlarına özgü ihtiyaç ve motivasyonların bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Bu durum, bireylerin olağanüstü koşullarda medyadan beklentilerinin değişmesiyle açıklanabilir. Dolayısıyla, mevcut çalışmada ortaya çıkan farklı faktör yapısı, bu olağanüstü kriz durumunun yarattığı benzersiz psikososyal dinamikleri yansıtmaktadır. Literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, faktörlerdeki farklılıkların, kullanılan örneklem, bağlam veya veri toplama süreci gibi etkenlerden kaynaklanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Deprem gibi spesifik bir bağlamda, Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeğinin faktör yapısının değişim göstermesi, bu kriz durumunun medya kullanım motivasyonlarına olan etkisinin bir göstergesidir ve bu farklılıkların literatürdeki diğer çalışmalara göre değerlendirilmesi gereklidir. Bu nedenle, çalışmanın bulguları, deprem gibi kriz durumlarında medya kullanımına yönelik yeni içgörüler sunmakta ve bu bağlamda Kullanımlar ve Doyumlar Ölçeğinin geçerliliği ve güvenilirliği üzerine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda araştırma, Whiting ve Williams (2013) tarafından yapılan araştırmada elde edilen sosyal etkileşim, bilgi arama, zaman geçirme, eğlence, dinlenme, iletişimsel fayda, kolaylık faydası, fikir beyanı, bilgi paylaşımı ve başkaları hakkında gözetim/bilgi şeklinde özetlenecek on kullanım ve doyum tanımlamaları ile benzerlik taşımaktadır. Sosyal ve duygusal bütünleşmenin ilk faktör olarak çıkması Sheldon ve diğ (2021) tarafından yapılan araştırma sonuçları ile de benzerlik taşımaktadır. Faktörler arası var olan ilişkinin gücü ve yönünü tespit etmek için gerçekleştirilen korelasyon analizlerinin neticeleri değerlendirildiğinde de, en güçlü ilişkinin kişisel bütünleşme motivasyonu ile sosyal bütünleşme motivasyonu arasında olduğu dikkat çekmektedir. Buna göre insanlar deprem sonrası süreç itibarıyla medyayı bir duygusal sosyal bütünleşme aracı olarak görmüş; gerçeklerden kaçış olarak kullanmış ve bilgiye ulaşma aracı olarak değerlendirmiştir.

Cinsiyetlere ilişkin deprem sonrası medya kullanım motivasyonlarının karşılaştırılmasında, tüm faktörler bakımından farklı cinsiyetlere sahip olmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya çıkmıştır. Diğer yandan 2020 yılında Kullanımlar ve Doyumlar Kuramı bağlamında yapılan başka bir araştırmada, bilgi profesyonelleri arasında aranan tatmin ile elde edilen tatmin arasında cinsiyete dayalı önemli bir fark kaydedildiği görülmüştür (Hussain ve diğ. 2020). Olpin’in 2023 yılında yaptığı araştırmada elde edilen bulgularda ise, erkeklerin sosyal medya kullanımı ile sağlık değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunurken, bu ilişkinin kadınlarda bulunmadığı görülmüştür (Olpin ve diğ. 2023). Benzer bir durum yaş durumuna ilişkin deprem sonrası medya kullanım motivasyonları karşılaştırmasında da ortaya çıkmıştır. Bu analizde sadece “gerçeklerden kaçış faktörü” ile “yaş” bağımsız değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Tukey testi sonuçları ve çoklu karşılaştırma tabloları analiz edildiğinde, 18-25 yaş aralığı ile 46-55 yaş aralığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın “gerçeklerden kaçış” faktöründe söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır. 18-25 yaş aralığını genç kesim, 46-55 yaş aralığını da yetişkinler olarak tanımlayacak olursak, deprem sonrası medya kullanımında gençlerin yetişkinlere nazaran “gerçeklerden kaçış” motivasyonu ile medyayı daha fazla kullandıkları sonucu ortaya çıkmıştır.

Bu sonuç, Hoque ve Hossain'in 2023 yılında gençlerle yaptığı çalışmada, sosyal medya kullanımının, kolaylık ve eğlence gibi tatmin motivasyonlarından olumlu yönde etkilendiğini gösteren sonucu ile benzerlik taşımaktadır (Hoque ve Hossain 2023).

Araştırmaya katılan katılımcıların sahip olduğu meslekler ile medyayı kullanma motivasyonlarından olan duygusal ihtiyaçlar motivasyonu arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre depremden sonra medya kullanımında, kamu çalışanlarının serbest meslek grubunda olan katılımcılara göre daha fazla duygusal ihtiyaçlar temelinde hareket ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışma, Ankara Üniversitesi İletişim Fakültesi tarafından 23 Mayıs 2024 tarihinde düzenlenen "Kaos ve Kriz Yüzyılında Sorunlar, Çözümler ve İletişim Sempozyumunda" kısa özet olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Abid A., Harrigan P., 2020. An exploration of social media-enabled voter relationships through uses and gratifications theory, psychological contract and service-dominant orientation, *Australasian Marketing Journal*, 28(2), 71-82, <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2020.02.002>.

Aisha T.S., Wok S., Manaf A.M.A., Ismail R., 2015. Exploring the Use of Social Media During the 2014 Flood in Malaysia, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211, 931-937, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.123>.

Aldamen Y., 2023. Understanding Social Media Dependency, and Uses and Gratifications as a Communication System in the Migration Era: Syrian Refugees in Host Countries as a Case Study, *Social Sciences*, 12(6), <https://doi.org/10.3390/socsci12060322>.

Alencar A., Kondova K., Ribbens W., 2019. The smartphone as a lifeline: an exploration of refugees' use of mobile communication technologies during their flight, *Media, Culture and Society*, 41(6), 828-844, <https://doi.org/10.1177/0163443718813486>.

Biçer S., Şener Y., 2020. Kullanımlar ve Doymalar Yaklaşımı Bağlamında Üniversite Öğrencilerinin Youtube Kullanım Alışkanlıkları, *Selçuk İletişim Dergisi*, 13(2), 589-627, <https://doi.org/10.18094/JOSC.697809>.

Büyüköztürk S., 2014. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı : istatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum, Pegem Akademi.

Çelebi E., 2020. Sosyal Medya Ve Krizde İletişim(sızlık): GSM Operatörlerinin Yaşadığı Şebeke Krizi Üzerine Bir Araştırma, *Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 34, 141-158, <https://doi.org/10.31123/AKIL.694122>.

Cevher R., Ustakara F., 2019. Kullanımlar ve Doymalar Teorisi Bağlamında Sosyal Medya Kullanımına Yönelik Bir Araştırma, *Joshasjournal*, 5(19), 813-831, <https://doi.org/10.31589/JOSHAS.166>.

Chen Y., Liang C., Cai D., 2018. Understanding WeChat Users' Behavior of Sharing Social Crisis Information, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(4), 356-366, <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1427826>.

Day A.M., Novak J.M., 2023. "I Couldn't Find Information for People with Pets; So, I Gave Up,": Pet Owner Identity, Informational Needs, and Media Uses during Hurricane Harvey, *Western Journal of Communication*, 87(1), 41-64, <https://doi.org/10.1080/10570314.2022.2100465>.

Day A.M., O'Shay-Wallace S., Seeger M.W., McElmurry S.P., 2019. Informational Sources, Social Media Use, and Race in the Flint, Michigan, Water Crisis, *Communication Studies*, 70(3), 352-376, <https://doi.org/10.1080/10510974.2019.1567566>.

Demir S.T., 2023. Afet Medyası ve Medya Afeti: 6 Şubat Kahramanmaraş Depreminin Anımsattıkları, *TRT Akademi*, 8(18), 3-27.

Derman G.S., 2021. SOSYAL MEDYANIN DAVRANIŞSAL ETKİLERİ VE KRİZ İLETİŞİMİ. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 11(2), 145-160, <https://ijses.org/index.php/ijses/article/view/306>.

Eilander D., Trambauer P., Wagemaker J., Van Loenen A., 2016. Harvesting Social Media for Generation of Near Real-time Flood Maps, *Procedia Engineering*, 154, 176-183, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.441>.

Elareshi M., Ziani A., Alsriddi H., 2023. The Perceptions of Iraqi Internally Displaced Persons of Social Media Use during War and Conflict, *Jurnal Komunikasi: Malaysian Journal of Communication*, 39(1), 21-36, <https://doi.org/10.17576/JKMJC-2023-3901-02>.

Field A., 2009. *Discovering Statistics Shared Using SPSS*. SAGE.

Gan C., Li H., 2018. Understanding the effects of gratifications on the continuance intention to use WeChat in China: A perspective on uses and gratifications, *Computers in Human Behavior*, 78, 306-315, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.003>.

Garba S., Nik Hasan N.N., 2022. Exploring The Use Of Whatsapp In Disseminating Covid-19 Information Among Journalists In Zamfara, Nigeria, *Quantum Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(4), 35-47, <https://doi.org/10.55197/qjssh.v3i4.159>.

Genç F.N., 2013. Kriz İletişimi: Marmara Depremi Örneği, *Journal of Selcuk Communication*, 5(3), 161-175, <https://doi.org/10.18094/SI.14572>.

Haer T., Botzen W.J.W., Aerts J.C.J.H., 2016. The effectiveness of flood risk communication strategies and the influence of social networks-Insights from an agent-based model, *Environmental Science and Policy*, 60, 44-52, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.03.006>.

Hongcharu B., 2024. The changing roles of mass media amidst the growth of the digital media, *Cogent Social Sciences*, 10(1), <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2297721>.

Hoque S., Hossain M.A., 2023. Social Media Stickiness in the Z Generation: A Study Based on the Uses and Gratifications Theory, *Journal of Information Science Theory and Practice*, 11(4), 92-108, <https://doi.org/10.1633/JISTaP.2023.11.4.6>.

Hugentobler L., Rüedy T., 2023. Capturing a crisis: Exploring individuals' Instagram use during the beginning stages of the COVID-19 pandemic, *Studies in Communication and Media*, 12(1), 8-47, <https://doi.org/10.5771/2192-4007-2023-1-7>.

Hussain A., Shabir G., Taimoor-UI-Hassan G., 2020. Cognitive needs and use of social media: a comparative study of gratifications sought and gratification obtained, *Information Discovery and Delivery*, 48(2), 79-90, <https://doi.org/10.1108/IDD-11-2019-0081>.

Igartua J.J., Ortega-Mohedano F., Arcila-Calderón C., 2020. Communication use in the times of the coronavirus, A cross-cultural study, *Profesional de La Informacion*, 29(3), 1-15, <https://doi.org/10.3145/epi.2020.may.18>.

Islam T., Mahmood K., Sadiq M., Usman B., Yousaf S.U., 2020. Understanding Knowledgeable Workers' Behavior Toward COVID-19 Information Sharing Through WhatsApp in Pakistan, *Frontiers in Psychology*, 11, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.572526>.

Kahraman N., 2019. Kullanımlar ve Doyumlar Yaklaşımı Bağlamında İletişim Alanında Yapılan Lisansüstü Tezler Üzerine Bir İnceleme, *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, 2019(48), 98-120, <https://dergipark.org.tr/en/pub/ikad/issue/72714/989749>.

Karakoç E., Evrim Gülsünler M., 2012. Kullanımlar ve Doyumlar Yaklaşımı Bağlamında Facebook: Konya Üzerine Bir Araştırma, *Akdeniz İletişim Dergisi*, 43-57.

Katz E., Blumler J.G., Gurevitch M., 1973. Uses and Gratifications Research, *The Public Opinion Quarterly*, 37(4), 509-523, Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/2747854>.

Kavanaugh A.L., Sheetz S.D., Sandoval-Almazan R., Tedesco J.C., Fox E.A., 2016. Media use during conflicts: Information seeking and political efficacy during the 2012 Mexican elections, *Government Information Quarterly*, 33(3), 595-602, <https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.01.004>.

Kent M.L., Li C., 2020. Toward a normative social media theory for public relations, *Public Relations Review*, 46(1), <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2019.101857>.

Kim J., Hastak M., 2018. Social network analysis: Characteristics of online social networks after a disaster, *International Journal of Information Management*, 38(1), 86-96, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.08.003>.

Koçak M.C., Toprak Ö., Çat A.K., 2021. Sosyal Medya Bağımlılık Düzeyinin Yaşam Memnuniyetine Etkisi Üzerine Saha Araştırması, *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, 2021(56), 185-202, <https://doi.org/10.47998/IKAD.999223>.

Larose R., Mastro D., Eastin M.S., 2001. Understanding Internet usage: A social-cognitive approach to uses and gratifications, *Social Science Computer Review*, 19(4), 395-413, <https://doi.org/10.1177/089443930101900401>.

Ledbetter A.M., Taylor S.H., Mazer J.P., 2016. Enjoyment fosters media use frequency and determines its relational outcomes: Toward a synthesis of uses and gratifications theory and media multiplexity theory, *Computers in Human Behavior*, 54, 149-157, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.053>.

Lev-On A., 2012. Communication, community, crisis: Mapping uses and gratifications in the contemporary media environment, *New Media and Society*, 14(1), 98-116, <https://doi.org/10.1177/1461444811410401>.

Lev-On A., Uziel V., 2018. Live, visual, social, and mobile: media ecology in emergencies and ordinary times, *Online Information Review*, 42(4), 545-558, <https://doi.org/10.1108/OIR-04-2016-0117>.

Li Y., Yang S., Zhang S., Zhang W., 2019. Mobile social media use intention in emergencies among Gen Y in China: An integrative framework of gratifications, task-technology fit, and media dependency, *Telematics and Informatics*, 42, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.101244>.

- Li Y., Ye H., Liu A., Yang X., Wang X., 2018. Will Digital Fluency Influence Social Media Use? An Empirical Study of WeChat Users, *The Data Base for Advances in Information Systems*, 49(4), 30-46.
- Ma S., Zhang S., Li G., Wu Y., 2019. Exploring information security education on social media use: Perspective of uses and gratifications theory, *Aslib Journal of Information Management*, 71(5), 618-636, <https://doi.org/10.1108/AJIM-09-2018-0213>.
- Malasig B.J.C., Quinto E.J.M., 2016. Functions of and communication behavior on twitter after the 2015 Nepal earthquake, *Jurnal Komunikasi: Malaysian Journal of Communication*, 32(1), 87-102, <https://doi.org/10.17576/jkmcj-2016-3201-07>.
- Malik A., Mahmood K., Islam T., 2023. Understanding the Facebook Users' Behavior towards COVID-19 Information Sharing by Integrating the Theory of Planned Behavior and Gratifications, *Information Development*, 39(4), 750-763, <https://doi.org/10.1177/026666692111049383>.
- Massey K.B., 1995. Analyzing the Uses and Gratifications Concept of Audience Activity with a Qualitative Approach: Media Encounters During the 1989 Loma Prieta Earthquake Disaster, *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 39(3), 328-349, <https://doi.org/10.1080/08838159509364310>.
- Mathe L., Motsaathebe G., 2024. Play on Twitter During Health Crisis in Non-Democratic Context: Gratification or Dissent? *Social Media and Society*, 10(1), <https://doi.org/10.1177/20563051231224404>.
- McCauley B., Gumbley S., Merola G., McDonald M., Do T., 2016. Facebook in Vietnam: Uses, Gratifications & Narcissism, *Open Journal of Social Sciences*, 04(11), 69–79, <https://doi.org/10.4236/jss.2016.411006>.
- Mou Y., 2014. What can microblog exchanges tell us about food safety crises in China? *Chinese Journal of Communication*, 7(3), 319-334, <https://doi.org/10.1080/17544750.2014.926952>.
- Ngqangashe Y., Maldoy K., De Backer C.J.S., Vandebosch H., 2022. Exploring adolescents' motives for food media consumption using the theory of uses and gratifications, *Communications*, 47(1), 73–92, <https://doi.org/10.1515/commun-2019-0164>.
- Olpin E., Hanson C.L., Crandall A.A., 2023. Influence of Social Media Uses and Gratifications on Family Health among U.S. Parents: A Cross-Sectional Study, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), <https://doi.org/10.3390/ijerph20031910>.
- Omilion-Hodges L.M., McClain K.L., 2016. University use of social media and the crisis lifecycle: Organizational messages, first information responders' reactions, reframed messages and dissemination patterns, *Computers in Human Behavior*, 54, 630-638, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.06.002>.
- Pang H., 2018. Understanding domestic social media use among Chinese college students under the framework of uses and gratifications, *Studies in Communication Sciences*, 18(1), 9-22, <https://doi.org/10.24434/j.scoms.2018.01.002>.
- Qiao X., Zhu Y., 2011. CCIS 216 - A Review of Theory and Research Based on Uses and Gratifications in HCI, *CCIS*, 216.

Roy S.K., 2009. Internet uses and gratifications: A survey in the Indian context, *Computers in Human Behavior*, 25(4), 878-886, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.03.002>.

Ruan T., Kong Q., McBride S.K., Sethjiwala A., Lv Q., 2022. Cross-platform analysis of public responses to the 2019 Ridgecrest earthquake sequence on Twitter and Reddit, *Scientific Reports*, 12(1), <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05359-9>.

Scherr S., Wang K., 2021. Explaining the success of social media with gratification niches: Motivations behind daytime, nighttime, and active use of TikTok in China, *Computers in Human Behavior*, 124, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106893>.

Seu I.B., 2016. 'The deserving': Moral reasoning and ideological dilemmas in public responses to humanitarian communications, *British Journal of Social Psychology*, 55(4), 739-755, <https://doi.org/10.1111/bjso.12156>.

Sheldon P., Antony M.G., Ware L.J., 2021. Baby Boomers' use of Facebook and Instagram: uses and gratifications theory and contextual age indicators, *Heliyon*, 7(4), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06670>.

Sruoginis K., 2018. Live Video Streaming-A Global Perspective.

Stephenson W., 1988. *The Play Theory of Mass Communication*, Transaction Books.

Sun Y., Liu Y., Zhang Z., Wu L., Zhu M., Hu F., 2020. Employees' problematic behavior of using enterprise social media: Role of visibility affordance and perspective of uses and gratifications theory, Proceedings-2020 International Conference on E-Commerce and Internet Technology, ECIT 2020, 265-272, <https://doi.org/10.1109/ECIT50008.2020.00068>.

Tabachnick B.G. ., Fidell L.S., 2019. *Using multivariate statistics* (Seventh). Pearson.

Wang H., Xiong L., 2022. Understanding the antecedents of mobile social media acceptance during the public health crisis maintenance stage, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 74, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102925>.

Whiting A., Williams D., 2013. Why people use social media: a uses and gratifications approach, *Qualitative Market Research: An International Journal*, 16(4), 362-369, <https://doi.org/10.1108/QMR-06-2013-0041>.

Youssef E., Al Malek M., 2023. Investigating the impact of social media platforms use among children on formal and informal learning: From the uses and gratifications theory perspective, *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 2024(2), 3026, <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i2.3026>.

Yuan F., Li M., Liu R., 2020. Understanding the evolutions of public responses using social media: Hurricane Matthew case study, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101798>.

Zhao X., Zhan M.M., Liu B.F., 2019. Understanding motivated publics during disasters: Examining message functions, frames, and styles of social media influentials and followers, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 27(4), 387-399, <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12279>.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Bu araştırmanın verisini ve örneklem grubunu, 6 Şubat büyük Türkiye depremlerini yaşayanlar oluşturmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): M.S.K.
- Literatür araştırması (*Literature research*): M.S.K.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): M.S.K.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): M.S.K.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): M.S.K.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): M.S.K.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): M.S.K.

ETİK KURUL İZİNİ (*Ethics Committee Approval*)

Selçuk Üniversitesi'nin E-28304017-663.05-746349 sayı ve 30.04.2024 tarihli Etik Kurul onayı ile izni alınmıştır.



Assessment of the Sustainability of Prefabricated Buildings Utilised as Post-Disaster Emergency Educational Facilities

Rusen Ergun¹, Izzettin Kutlu² and Irem Bekar³

¹ Dicle University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Sur 21280 Diyarbakir, Türkiye
² Mardin Artuklu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, 47100 Mardin, Türkiye
³ Karadeniz Technical University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture, Ortahisar 61080 Trabzon, Türkiye
ORCID: 0000-0001-5253-3245, 0000-0002-5546-5548, 0000-0002-6371-9958

Keywords

Sustainability, Prefabricated building, Disaster, Emergency action plan, Certification systems

Highlights

*The study provides valuable suggestions for the transformation of prefabricated buildings
*The usability of prefabricated buildings as educational facilities has been systematically evaluated
*The study is an important guide for the transformation of the prefabricated building that emerged after disasters

Aim

This study aims to provide recommendations for ensuring the sustainability of prefabricated educational buildings

Location

This study has implemented in a field area Diyarbakır Bağlar Anatolian High School

Methods

The evaluation criteria of current sustainability certification systems were examined, and the sustainability features of the prefabricated buildings were analyzed

Results

The findings suggest that the building stands out in terms of material, resource, and indoor environmental quality criteria. However, it scored relatively low on the energy

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Ergun R., Kutlu I., Bekar I., 2024. Assessment of the Sustainability of Prefabricated Buildings Utilised as Post-Disaster Emergency Educational Facilities, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 548-568, <https://doi.org/10.46464/tdad.1491218>.

Manuscript

Research Article

Received: 28.05.2024

Revised: 26.06.2024

Accepted: 28.06.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1491218



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Izzettin Kutlu

Email: izzettinkutlu@artuklu.edu.tr

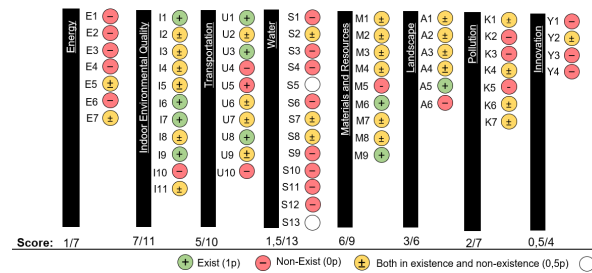


Figure
Evaluation of Bağlar Anatolian High School in the context of sustainability criteria



Afet Sonrası Acil Eylem Planı Olarak Eğitim Amaçlı Kullanılan Prefabrik Yapıların Sürdürülebilirliği

Ruşen Ergün ¹, İzzettin Kutlu ² ve İrem Bekar ³

¹ Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Sur 21280 Diyarbakır, Türkiye

² Mardin Artuklu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 47100 Mardin, Türkiye

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Ortahisar 61080 Trabzon, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5253-3245, 0000-0002-5546-5548, 0000-0002-6371-9958

ÖZET

Türkiye'de 06 Şubat 2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş depremleri, etkili olduğu bölgelerde eğitim süreçlerini uzun süre aksatmıştır. Depremlerin ardından, eğitim amaçlı birçok prefabrik yapı kullanılmaya başlanmıştır. Çalışma, prefabrik eğitim yapılarının sürdürülebilirliğine yönelik öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik sertifikasyon sistemlerinin değerlendirme kriterleri ortaya konmuş ve prefabrik Diyarbakır Bağlar Anadolu Lisesi incelenmiştir. Çalışmanın bulguları, prefabrik yapıların malzeme ve kaynak ile iç mekan ortam kalitesi gibi kriterlerde olumlu değerlendirme puanları aldığını ancak enerji ve yenilik kriterleri açısından oldukça zayıf kaldığını göstermiştir. Ayrıca başta gürültü olmak üzere kirlilik kriterine yönelik alınan önlemlerin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Çalışmada afet sonrası inşa edilecek prefabrik eğitim binalarına yönelik öneriler sunulmuş ve hızlı bir çözüm sunan prefabrik yapıların, uzun vadeli sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda kapsamlı değerlendirilmelerinin yapılması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler

Sürdürülebilirlik, Prefabrik yapı, Afet, Acil eylem planı, Sertifikasyon sistemleri

Öne Çıkanlar

- * Kahramanmaraş merkezli büyük deprem sonrasında eğitim amaçlı kullanılan prefabrik yapıların sürdürülebilirliğine yönelik öneriler sunulmaktadır
- * Diyarbakır Bağlar Anadolu Lisesi örneği üzerinden prefabrik yapıların eğitim tesisi olarak kullanılabilirlikleri sürdürülebilirlik sertifikasyon kriterleri ile sistematik olarak değerlendirilmiştir
- * Meydana gelebilecek afetler sonrasında kullanılacak prefabrik eğitim yapılarına yönelik önemli bir rehber niteliği taşımaktadır

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 28.05.2024

Düzeltilme: 26.06.2024

Kabul: 28.06.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1491218

Sorumlu yazar

İzzettin Kutlu

Eposta:

izzettinkutlu@artuklu.edu.tr

Assessment of the Sustainability of Prefabricated Buildings Utilised as Post-Disaster Emergency Educational Facilities

Rusen Ergun ¹, İzzettin Kutlu ² and İrem Bekar ³

¹ Dicle University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Sur 21280 Diyarbakır, Türkiye

² Mardin Artuklu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, 47100 Mardin, Türkiye

³ Karadeniz Technical University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture, Ortahisar 61080 Trabzon, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5253-3245, 0000-0002-5546-5548, 0000-0002-6371-9958

ABSTRACT

February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes in Turkey significantly disrupted educational processes in the affected regions for an extended period. Numerous prefabricated structures were utilized for educational purposes in the aftermath. This study aims to develop recommendations to ensure the sustainability of these prefabricated educational buildings. In this context, the evaluation criteria of sustainability certification systems were examined, and the example of the prefabricated Bağlar Anatolian High School in Diyarbakır was analyzed. The findings indicate that while the prefabricated structures scored positively on material-resource, and indoor environmental quality criteria, they exhibited relatively weaker results in terms of energy efficiency and innovation. In addition, it can be said that the measures taken for pollution criteria, especially noise, are insufficient. Based on the data, the study provides recommendations specific to the Bağlar Anatolian High School and for future prefabricated educational buildings constructed in disaster-affected areas to align with long-term sustainability goals.

Keywords

Sustainability, Prefabricated building, Disaster, Emergency action plan, Certification systems

Highlights

- * The study provides valuable suggestions for the transformation of prefabricated buildings
- * The usability of prefabricated buildings as educational facilities has been systematically evaluated
- * The study is an important guide for the transformation of the prefabricated building that emerged after disasters

Manuscript

Research Article

Received: 28.05.2024

Revised: 26.06.2024

Accepted: 28.06.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1491218

Corresponding Author

İzzettin Kutlu

Email:

izzettinkutlu@artuklu.edu.tr

1. GİRİŞ

Afetler, insanlığın varoluşundan beri yaşamı etkileyen ve toplumları ciddi şekilde zorlayan olaylardır. Doğal afetler; deprem, sel felaketleri, fırtına, volkanik patlama ve tsunami gibi doğal süreçlerin sonucunda meydana gelmektedir. Bu tür afetler, genellikle atmosferik veya tektonik hareketlerden kaynaklanmakta ve insan müdahalesi olmaksızın gerçekleşmektedir. Diğer yandan insan eliyle meydana gelen afetler; sanayi kazaları, nükleer felaketler, kimyasal sızıntılar, terör saldırıları ve savaşlar gibi durumlardır. Bu afetler genellikle insan etkinliklerinin sonucudur ve insan ihmali, yanlış hesaplama veya kötü niyetli eylemler gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Mohamed Shaluf 2007, Amaddeo ve Tansella 2012). Her iki tür afet de toplumları derinden etkileyerek yaşam alanlarını, altyapılarını ve ekonomilerini ciddi şekilde zarara uğratmaktadır. Özellikle doğal afetler, milyonlarca insanın evsiz kalmasına, gıda ve su kaynaklarının kısıtlanmasına, sağlık sorunlarının artmasına ve ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. İnsan eliyle meydana gelen afetler ise genellikle daha öngörülemez sonuçlara yol açmakta ve uzun vadeli çevresel ve toplumsal etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle, her iki tür afete karşı etkili hazırlık ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması önem arz etmektedir.

Afetler, toplumları derinden etkileyen acil durumlar olarak karşımıza çıkmakta ve hızlı, etkili müdahale gerektirmektedirler (North ve Pfefferbaum 2013, Saeed ve Gargano 2022; Şimşek ve diğ. 2023). Bu tür durumlarda, hızlıca kurulabilir, kullanılabilir ve taşınabilir olan yapılar büyük önem taşımaktadır. Prefabrik yapılar, afet sonrası acil eylem planlarının merkezinde yer almakta ve bu planlarda hayati bir rol oynamaktadırlar (Zhang ve diğ. 2014). Prefabrik yapıların hızlı bir şekilde kurulabilmesi, taşınabilmesi ve gerektiğinde yeniden kullanılabilmesi, afet bölgelerindeki ihtiyaçları hızlı bir şekilde karşılayabilmektedir (Johnson 2007). Ayrıca, bu tür yapılar genellikle afet koşullarına uygun malzemelerden üretilmekte ve afet sonrası koşullara uygun olarak tasarlanmaktadır. Bu özellikler, afet yönetimi için uzun vadede sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır. Hikone ve Tokubuchi (2014), çalışmalarında 2011 yılında Japonya Tohoku'da gerçekleşen deprem ve tsunaminin ardından prefabrikasyon ve lojistik avantajlarına sahip gemi nakliye konteynerleri kullanarak çok katlı evler önermiş ve gerçekleştirilen uygulamalar sonrası prefabrik çözümün hedeflerine oldukça uyduğu sonucuna varmışlardır. Cameron (2019), Kaliforniya Santa Rosa'da gerçekleşen yangın sonrası konut kullanımında prefabrik nakliye konteynerlerinin barınma ihtiyacını hızlı çözebileceğine dair öneriler sunmuş ve avantaj-dezavantaj durumlarını değerlendirmiştir. Atmaca ve Atmaca (2016), Türkiye'de afet sonrası inşa edilen iki yaygın geçici konut tipinin yaşam döngüsü enerjisini ve maliyet analizini ele almış, kullanılabilir prefabrik yapıların boyutları hakkında öneriler geliştirmişlerdir. Gunawardena ve diğ. (2014), farklı bölgelerde yaşanmış afetlere dair sayısal verileri ortaya koyarak prefabrik modüler yapıların afet sonrası kullanımında zaman açısından oldukça verimli bir çözüm olduğunu sunmuşlardır. Bu bağlamda afet sonrası prefabrike yapıların öneminin vurgulandığı ve yeniden işlevlendirilme önerilerinin sunulduğu çalışmalar incelendiğinde (Jafari Sharami ve Teimouri 2023, Montalbano ve Santi 2023), bu konunun afetlerle ilişkili olması nedeniyle de güncel bir çalışma alanı olma özelliğini koruduğu görülmektedir. Kaliforniya'da yer alan Oak Park Birleşik Okul Bölgesi yaklaşık 5.000 öğrenciye hizmet vermektedir ve prefabrik konteyner yapılarının geri dönüştürülmesi ile oluşturulmuştur. Oak Park Birleşik Okul Bölgesi Tahvil Programları, Sürdürülebilirlik, Bakım ve Operasyon Direktörü Brendan Callahan, "Gerçekleştirilen işbirliği sayesinde, nakliye konteynerlerinin teşvik ettiği içeri-dışarı öğrenmeyi daha da güçlendiren esnek sınıflar oluşturduk" ifadelerine yer vermiştir (Harvey 2020). Keetwonen (Amsterdam Öğrenci Nakliye Konteyneri Konutları) dünyanın en büyük konteyner kentlerinden birisidir. Geri dönüştürülen prefabrike konteynerlerinde yaşamak Hollanda'da yeni bir farkındalık yaratmış ve proje kampüs içerisinde öğrencilerin konaklayabileceği bir yurt olarak yeniden işlevlendirilmiştir (Farakallah ve Barakat 2022). Prefabrik konteynerden dönüştürülerek öğrenciler için yurt olarak yeniden kullanılan örnekler Berlin, Hamburg ve Kopenhag'da da rastlanılmaktadır (Sottosanti 2018). İspanya'da 2002 yılından beri yaygın bir şekilde kullanılan prefabrike eğitim yapılarının, hem kaynak tüketimini hem de atık üretimini azalttığı tespit edilmiştir (Pons ve Wadel 2011). Bu deneyimler,

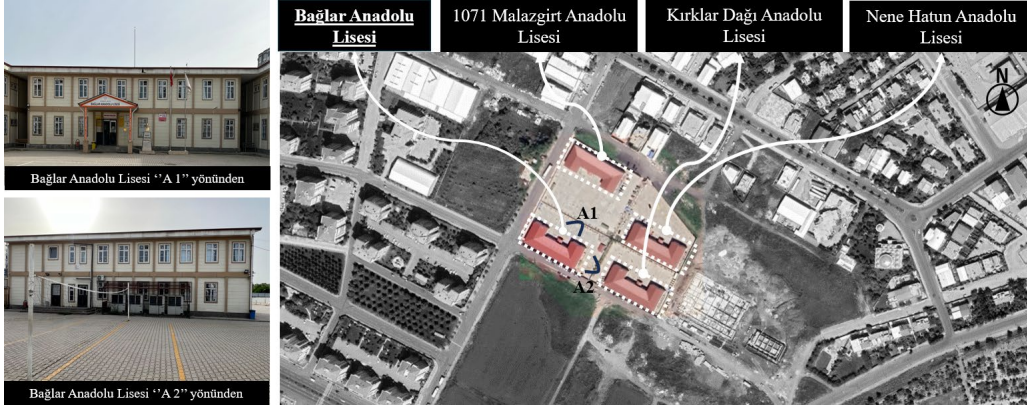
prefabrik yapıların kolaylıkla geri dönüştürülebileceğini ve esnek mekanlara imkan tanıyabileceğini göstermektedir.

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşakları üzerinde yer almaktadır ve sürekli bir afet riski ile karşı karşıyadır. Yakın zamanda gerçekleşen ve tarihindeki en yıkıcı doğal afetlerden biri olarak kayıtlara geçen 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler, 11 kent merkezinde can ve mal kayıplarına neden olmuş ve büyük yıkımlara sebebiyet vermiştir. Özellikle Hatay ilinde yoğun hasarlar meydana gelmiş; bölgedeki okulların yaklaşık %17'sinin yıkıldığı veya ağır hasarlı olduğu tespit edilmiştir (Mazmanoğlu 2023). Bu durum, bölgedeki eğitim sisteminin işleyişini ciddi bir şekilde aksatmış ve üzerinden zaman geçmesine rağmen halen aksatmaya devam etmektedir. Depremi ardından, Hatay'da 187.216 kişinin prefabrik yapılarda yaşamaya başladığı ve bunun için yaklaşık 50 bin prefabrik yapının kullanıldığı tahmin edilmektedir (İhlas Haber Ajansı 2023). Bu çalışmanın amacı, doğal afetler sonrası eğitim amaçlı kullanılan prefabrik yapıların sürdürülebilirliğini değerlendirmek ve buna yönelik öneriler sunmaktır. Diyarbakır Bağlar Anadolu Lisesi örneği üzerinden, prefabrik yapıların sürdürülebilirlik kriterleri değerlendirilmiş ve elde edilen veriler ışığında, prefabrik yapıların eğitim tesisi olarak kullanımına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Bu çalışma alanının seçilmesinin temel nedeni Suriye iç savaşı gibi bir felaketten sonra başta Türkiye'ye göç eden Suriye'li öğrenciler ve Türk öğrenciler için inşa edilmesidir. Ayrıca Diyarbakır'ın bahsi geçen depremden etkilenen 11 şehirden biri olması ve mevcut binanın bu depreme karşı minimum hasarla ayakta kalmasıdır. Çalışma ileride meydana gelebilecek afetler sonrasında farklı bölgelerde eğitim amaçlı kullanılacak prefabrik yapıların sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik de önemli bir rehber niteliği taşımaktadır.

2. MATERYAL

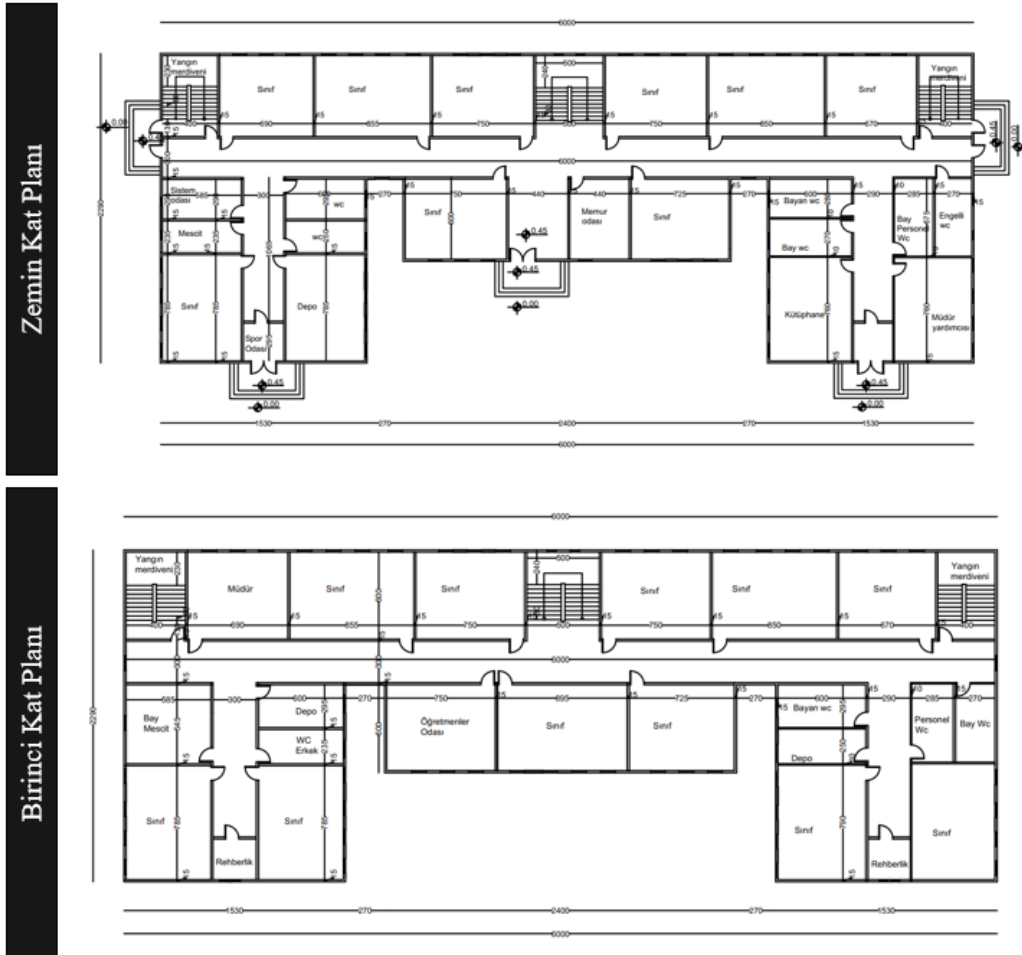
Prefabrik bina sistemleri; hızlı ve standart üretim, düşük hata payı, çevresel sürdürülebilirliği sağlamadaki etkinliği ve ekonomik olma gibi özelliklerinden dolayı önemli bir bina yapım türüdür. Bu yapı sisteminin deprem, yangın ve rüzgar gibi doğal afetlere karşı önemli bir performans gösterdiği söylenebilir (Khan ve diğ. 2023). Ev, hastane, okul ve yurt gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir (Kim ve diğ. 2019).

Diyarbakır'da bulunan Bağlar Anadolu Lisesi binası "Kriz Zamanlarında Herkes İçin Eğitim I&II" projeleri kapsamında, 19 ildeki 60 prefabrik eğitim binasından biridir. Bu proje kapsamında ayrıca 99 adet betonarme eğitim binasının inşası da hedeflenmektedir. "Kriz Zamanlarında Herkes İçin Eğitim I&II Projeleri" Avrupa Birliği'nin finansal desteği, Alman Kalkınma Ajansı aracılığı ve Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir. Bu Proje kapsamındaki her okul 23 derslik, öğretmen odaları, idare odaları, kütüphane, wc, depo ve ibadethane mekanlarından oluşmaktadır. Bu projelerin gerçekleştirilmesinin temel amacı hızlı yapım süresi ile krize acil müdahaledir (MEB İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü 2019). Projelerin temelinde geçici sığınmacı Suriyeli öğrenciler ve Türk öğrencilerin eğitimi yer almaktadır (MEB 2019). Bağlar Anadolu Lisesi; Kırklar Dağı Anadolu Lisesi, 1071 Malazgirt Anadolu Lisesi ve Nene Hatun Anadolu Lisesi ile aynı kampüs alanındadır. Bu projelerin tamamı tek tip bina planlamasına sahiptir. Projelerin üçünün giriş cephesi kuzeydoğuya yönelirken sadece 1071 Malazgirt Anadolu Lisesi'nin giriş cephesi güneybatıya yönelmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Diyarbakır'da prefabrik kampüs içerisinde yer alan Bağlar Anadolu Lisesi konumu
Figure 1: Location of Bağlar Anatolian High School in a prefabricated campus in Diyarbakır

Bağlar Anadolu Lisesi her katın ortalama 1120 m²'lik kapalı alana sahip olduğu zemin ve birinci kattan oluşmaktadır. Bina 23 derslikli olarak tasarlanmasına rağmen 4 dersliğe verilen farklı işlevlerden dolayı toplam 20 derslik aktif olarak kullanılmaktadır. Binada 696 öğrenci eğitim görmektedir ve 46 öğretmen görev almaktadır. Bina üç kollu ve iki katlı bir tasarıma sahiptir. Düşey sirkülasyon, merkezdeki çift kollu merdiven ile sağlanıp ayrıca binanın her iki köşesinde birer adet yangın merdiveni bulunmaktadır. Yangın merdiveni öğrenci kullanımı için yasak olsa da personel tarafından düşey sirkülasyon elemanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 2).



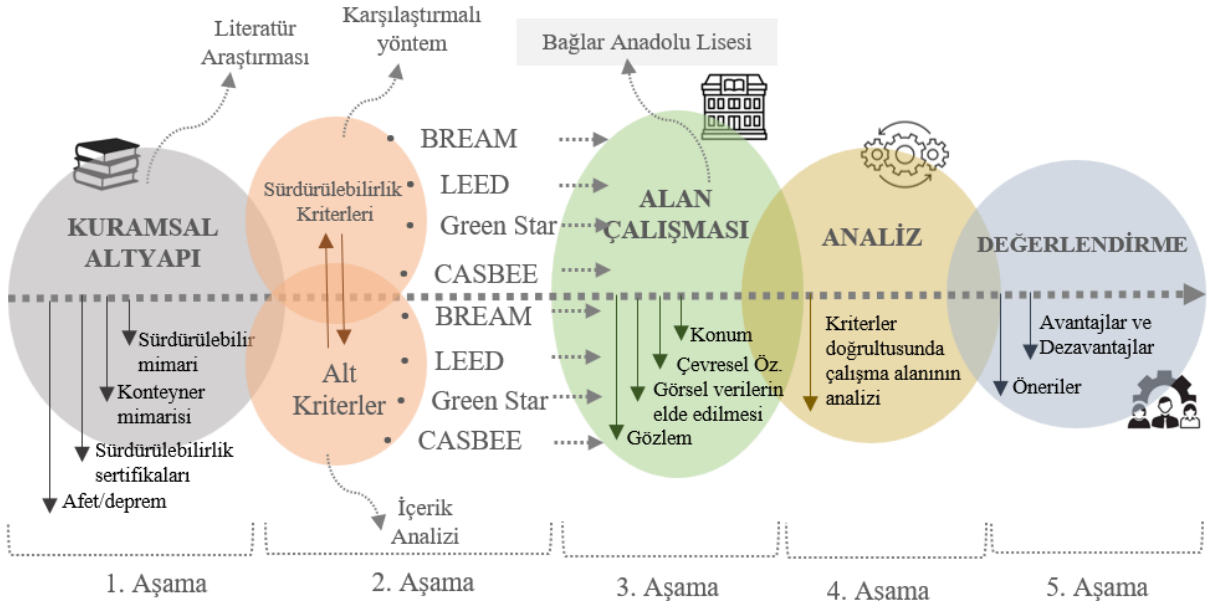
Şekil 2: Bağlar Anadolu Lisesi şematik kat planları
Figure 2: Bağlar Anatolian High School schematic floor plans

Zemin katta; memur odası, müdür yardımcısı, kütüphane, wc, depo, spor odası, sistem odası, mescid ve 9 adet sınıf; birinci katta ise öğretmenler odası, okul müdürü, müdür yardımcısı, rehberlik servisleri, fotokopi odası, mescid, wc ve 11 adet sınıf bulunmaktadır.

3. YÖNTEM

Eğitim binalarındaki kullanıcıların sağlık ve güvenlik gibi yaşamsal konforunu etkileyen kriterlerin yanı sıra algılama ve üreticiliğini de etkileyen iç mekan kalitesini değerlendirmek, sürdürülebilirlik için önemli bir aşamadır (Şahin ve Dostoğlu 2015). Mekan kalitesinin belirlenmesi için LEED, SBTool ve BREEAM gibi sürdürülebilirlik sertifikalarında sıcaklık, akustik, gürültü düzeyi, koku, havalandırma, aydınlatma ve gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur (Kamaruzzaman ve diğ. 2016). Bu çalışmada BREEM, LEED, Green Star ve CASBEE sertifikalarının ortak ve öne çıkan kriterleri tespit edilerek tip proje olarak kullanılan prefabrik Bağlar Anadolu lisesinin sürdürülebilirliği değerlendirilmiştir. Temel amaç, Kahramanmaraş depremi sonrasında, bölgede sağlık, konut ve ticari gibi amaçlar için kurulan prefabrik yapıların gelecek dönemlerde eğitim amaçlı kullanılabilirliğine yönelik öneriler geliştirebilmektir.

Çalışma nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma desende hazırlanmıştır. Veri toplama aracı olarak içerik analizi, fotoğraflama ve gözlem tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda yöntem 5 aşamada kurgulanmıştır. Çalışmanın yöntemini temsil eden grafik Şekil 3'te gösterilmektedir (Şekil 3).

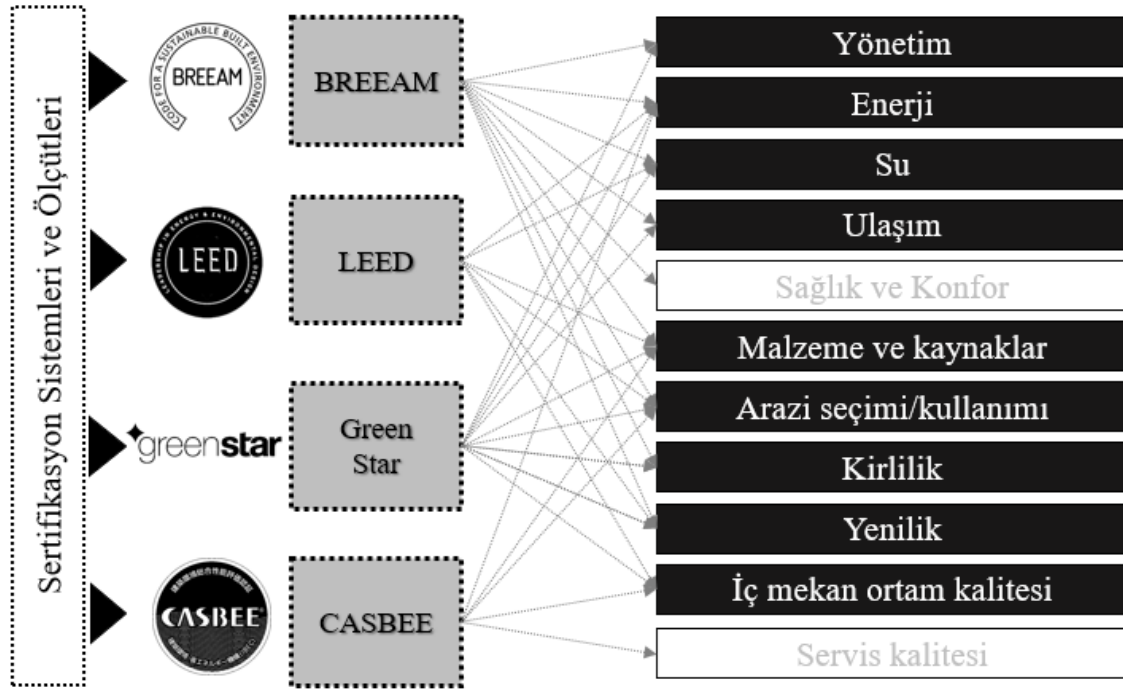


Şekil 3: Çalışmanın aşamalarını gösteren grafik
Figure 3: Diagram indicating the stages of the study

İlk aşama afet durumlarında mimari, sürdürülebilir mimari, prefabrik/konteyner mimarisi ve sürdürülebilirlik sertifikaları gibi konuya ilişkin kavramların araştırıldığı adımdır. Bu adımda literatürde yer alan kaynaklar taranarak kuramsal alt yapı oluşturulmuştur.

İkinci aşama binalara yönelik sürdürülebilirlik kriterlerinin ve alt kriterlerinin oluşturulduğu aşamadır. Bu kriterlerin belirlenmesinde sürdürülebilirlik sertifikalarından yararlanılmıştır. Çalışmada, son yıllarda artan sürdürülebilir koruma bilinci sonucu oldukça geniş bir araştırma alanına sahip olan kapsamı sınırlamak amacıyla, dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan bina çevre araçları olan BREEAM ve LEED, beraberinde bölgelerine özgü bina çevre araçları olan

Green Star ve CASBEE sertifika sistemleri ele alınmıştır. Ele alınan bu sertifika sistemlerinin ortak yönlerini belirlemek üzere karşılaştırmalı yöntem kullanılmıştır. Belirli olayların ortaya çıkmasında ve gelişmesinde etkili olan fonksiyonel faktörleri sınıflandırmayı ve açıklamayı hedef alan bir araştırma metodu olan karşılaştırmalı metot sonucunda, bu sertifikasyon sistemlerinin ortak ve yoğun olarak üzerinde durduğu ekolojik kavramlar, sürdürülebilir koruma anlayışı ile ilişkilendirilerek ortaya çıkarılmıştır (Neuman 2009). Çalışmada BREEAM, LEED, Green Star ve CASBEE sertifikasyon sistemlerinde yer alan ortak ölçütler Şekil 4'te özetlenmiştir:



Şekil 4: Çalışma kapsamında ele alınan sertifika sistemleri ve ölçütleri (Ding 2008, Carroon 2010, Akca 2011, Tutkun ve İmamoğlu 2015, Mutlu ve diğ. 2019, Tavşan ve Yanılmaz 2019, Uruk ve İslamoğlu 2019, Kutlu ve Bekar 2023'ten derlenerek oluşturulmuştur.)

Figure 4: The certification systems and criteria discussed in this study (adopted by authors from Ding 2008, Carroon 2010, Akca 2011, Tutkun ve İmamoğlu 2015, Mutlu ve diğ. 2019, Tavşan ve Yanılmaz 2019, Uruk ve İslamoğlu 2019, Kutlu ve Bekar 2023).

Bu kavramlardan ortaya çıkan ölçütlere ait alt kriterler ise içerik analizi yoluyla tespit edilmiştir. İçerik analizi; nesnel, sistematik, tümdengelimle dayalı okuma aracı olarak önceden belirlenen ölçütlere göre kavramlardan, metinlerden, sözlü veya yazılı materyallerden anlamlar çıkarmayı amaçlayan metodolojik araç ve teknikler bütünüdür (Metin ve Ünal 2022). Çalışmada sürdürülebilirlik alt kriterleri belirlenirken; konuya ilişkin literatürde yer alan tezler, makaleler, kitaplar vb. kaynaklardan, sertifika sistemlerinin yer aldığı açık erişimli kendi internet sayfalarından yararlanılmıştır (Şenol 2009, Şimşek 2012, Saraç ve diğ. 2019, Tavşan ve Yanılmaz 2019, Uruk ve İslamoğlu 2019, Kutlu ve Bekar 2023). Yapılan içerik analizi aracılığıyla enerji ile ilişkili 8, iç mekan ortam kalitesi ile ilişkili 11, ulaşım ile ilişkili 10, su ile ilişkili 13, malzeme ve kaynaklar ile ilişkili 9, arazi seçimi ile ilişkili 6, kirlilik ile ilişkili 7, yenilik ile ilişkili 4 ve yönetim ile ilişkili 5 adet alt kriter ortaya konulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Çalışmada incelenen kriterler ve alt kriterleri
Table 1: Criteria and sub-criteria examined in the study

Enerji	İç Mekan Ortam Kalitesi	Ulaşım
<ul style="list-style-type: none"> E1-Düşük enerjili elektronik cihazlar E2-Düşük enerji kullanımı E3-Isı yalıtımı solar paneller E4-Enerji tasarruflu aydınlatma sistemleri E5-Yenilenebilir enerji kullanımı Yapı sistemlerinde enerji verimliliği E6-Enerji tüketim gözlemi, ölçme, enerji alt ölçümleri E7-Tüm cihazların düzenli olarak bakımının yapılması 	<ul style="list-style-type: none"> İ1-Gün ışığı yönetimi, gün ışığından yararlanma İ2-Görüş alanı/manzara kontrolü Kamaşma kontrolü İ3-İç ve dış aydınlatma düzeyleri ve kontrolünün sağlanması İ4-Aydınlatma bölgeleri ve kontrollerinin sağlanması İ5-Doğal havalandırma imkanlarının sağlanması ve kontrolü İ6-İç mekân hava kalitesi ve yönetimi İ7-Termal/ısısal konfor ve kontrolü İ8-Sigara dumanı kontrolü İ9-Akustik İ10-Alan kullanım konforu 	<ul style="list-style-type: none"> U1-Kentsel donatılara yakınlık, Servislere yakınlık U2-Toplu ulaşım imkanının sağlanmaması U3-Ulaşım alternatifleri U4-Yaya ve bisikletli olanakları U5-Azami otopark kapasitesi U6-Ulaşım bilgi noktası U7-Dağıtım ve manevra imkanları U8-Ulaşım kolaylıkları U9-Toplu ulaşım sistemleri hakkında bilgi U10-Personel taşıma planı ile araç kullanımını azaltmak
Su	Malzeme ve Kaynaklar	Arazi Seçimi
<ul style="list-style-type: none"> S1-Su tüketiminin azaltılması S2-Ana su kaçaklarının tespiti S3-Yerinde su arıtma S4-Doğru vitrikiye kullanımı (Su tasarruflu musluk, termostatlar, çift sifonlu tuvaletler vb.) S5-Hatalı kurulumların düzenli denetimi, bakımı S6-Yağmur suyu toplama ve tasarımı S7-Su etkin peyzaj düzenlemesi S8-Suyun verimli kullanımı S9-Suyun geri dönüştürülmesi S10-Yenilikçi atık su teknolojileri S11-Sızıntı sensörleri S12-Atık suyun yönetimi S13-Tüketiminin gözlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> M1-Malzemenin izolasyon sağlaması, yalıtım M2-Malzemenin dayanıklılığı ve sürekliliği M3-Geri dönüştürülmüş malzemeler kullanmak M4-Malzemeleri yeniden kullanmak M5-Yerel malzemeler kullanmak M6-Atık malzemenin yönetimi M7-Düşük salınımlı malzemeler M8-Çevreye duyarlı ve sağlıklı malzemeler M9-Atıkların malzeme özelliklerine göre ayrılması (kâğıt, plastik, cam vb. gibi) 	<ul style="list-style-type: none"> A1-Arazinin ekolojik değeri ve ekolojik özelliklerinin korunması, A2-İnşaat sırasında ve sonrasında ekolojik çevrenin korunması A3-Yapılaşmanın ekolojije etkilerinin azaltılması A4-Yapılaşmanın biyo-çeşitlilik üzerinde uzun dönem etkilerinin azaltılması A5-Yapının konumu, gelişim yoğunluğu ve yerleşim alanı bağlantısı A6-Ekolojik değerlerin geliştirilen proje ile artırılması
Kirlilik	Yenilik	Yönetim
<ul style="list-style-type: none"> K1-Işık kirliliğinin azaltılması K2-Gürültü kirliliği azaltılması K3-Zararlı gazların salınımının azaltılması K4-İç mekan kirlilik kaynağı kontrolü K5-CO₂ Salınımının azaltılması K6-İnşaatla kirliliğin önlenmesi K7-Yapının küresel ısınmaya etkisinin azaltılması 	<ul style="list-style-type: none"> Y1-Yenilikçi sistemler Y2-Yeni işlev Y3-Tasarımda yenilik ve yaratıcılık Y4-Yenilikçi teknolojilerin kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> YN1-Arazi yönetimi ve prosedürler YN2-Alan içindeki binaların kullanımı YN3-Kalite doğrulama, uygunluğun onaylanması YN4-İnşaat alanının çevreye etkisinin yönetimi YN5-Bina kullanım kılavuzu hazırlanması, sistemlerin kullanım rehberi

Çalışmanın üçüncü aşamasında çalışma alanı olarak belirlenen Bağlar Anadolu Lisesi'ne ilişkin yazılı ve görsel veriler elde edilmiş, konum ve çevresel özelliklere ilişkin bilgiler toplanmış, mekansal özelliklerinin tespiti gerçekleştirilmiş ve şematik planlar oluşturulmuştur. Alan çalışması ile yerinde gözlem yapılarak ve yetkililerle görüşülerek binaya ilişkin veriler elde edilmiştir.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, elde edilen veriler doğrultusunda Bağlar Anadolu Lisesi sürdürülebilirlik kriterleri ve alt kriterlerine göre analiz edilmiştir. Prefabrik bir eğitim yapısının ne kadar sürdürülebilir olduğuna dair gözlemler yapılmıştır. Bu aşamada ortaya çıkan veriler, prefabrik sistem kullanımının ne denli avantaj sağladığı veya nasıl dezavantajlara neden olacağı veriler ile ortaya konulmaktadır.

Çalışmanın beşinci ve son aşamasında ise binanın sürdürülebilirlik durumuna ilişkin değerlendirmeler yapılarak binaya ilişkin önerilerde bulunulmuştur. Bu aşamada sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda Bağlar Anadolu Lisesi'ne yönelik analizler ve değerlendirmeler yapılarak yapı özelinde öneriler sunulmuştur. Bu değerlendirmeler son yaşanan yıkıcı depremin ardından kullanılan prefabrik sistemlerin dönüşümüne dair de avantaj ve dezavantajları barındırmaktadır. Ek olarak prefabrik sistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik günümüzde sadece Hatay'da mevcut yaklaşık 50 bin prefabrik yapının eğitim binası olarak dönüşümüne dair tavsiyelere yer verilmiştir.

4. BULGULAR

Prefabrik bina özelliklerine sahip Diyarbakır Bağlar Anadolu Lisesi sürdürülebilir bina tasarımları için geliştirilen sertifika sistemlerinin ortak ve öne çıkan kriterlerine göre analiz edilmiştir.

4.1) Enerji

Binanın mevcut iklim ve coğrafi koşullara göre minimum seviyede enerji tüketmeleri beklenmektedir. Öyle ki gelişmiş ülkelerdeki bina sektörünün CO₂ üretiminin %50'sinden enerji tüketimi sorumludur (Maerefat ve Haghghi 2010). Binanın enerji tüketiminin belirlenmesi yönelik yapılan analizler kapsamında;

- Isı pompası, güneş enerji sistemleri ve fotovoltaik panel sistemleri binaların kendi enerjilerini üretmenin önemli yöntemleri arasında gösterilmektedir. Mevcut binada kendi enerjisini üretmeye yönelik herhangi bir sistem tespit edilememiştir.
- Mekan yapay aydınlatmasında genellikle dörtlü tavan floresan lambalarının kullanıldığı belirlenmiştir. Bu lamba sistemleri akkor lambalara göre daha az enerji tüketmesine rağmen led aydınlatma sistemlerine göre daha fazla enerji tüketimine neden olmakta ve çalışma ömrü daha kısa olmaktadır (Şekil 5a).
- Bina tasarımlarında mekanik cihazların kullanımı enerji tüketimini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu kapsamda enerji tüketimi düşük cihaz kullanımı ve periyodik cihaz bakımının yapılması önem arz etmektedir. Personel tarafından kullanılan bilgisayar, yazıcı, öğretmenler odasında kullanılan elektronik mutfak eşyalarının düşük modelli, enerji tüketimi yüksek ve düzenli bakımı yapılmayan cihazlar olduğu söylenebilir (Şekil 5b). Bunun yanı sıra bina tasarımında eklenen tavan soğutma sistemlerinin kullanılmadığı ve yeterli bakımlarının yapılmadığı belirlenmiştir (Şekil 5c).
- Türkiye'nin en fazla güneşlenme süresine sahip illerinden biri mevcut binanın yer aldığı Diyarbakır'dır. Buna rağmen bina tasarımında su ısıtması için güneş enerjili su ısıtma sistemi tespit edilememiştir.

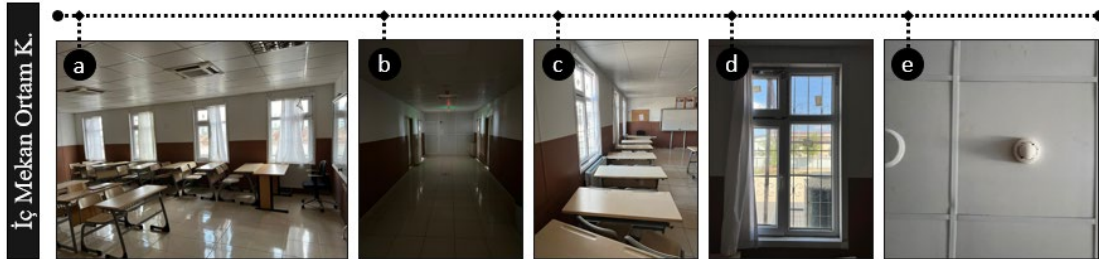


Şekil 5: Enerji kriterine yönelik görseller
Figure 5: Images for energy criteria

4.2) İç mekan ortam kalitesi

İç mekan ortam kalitesi, kullanıcıların sağlık, güvenlik ve algılama düzeyini doğrudan etkileyen, ergonomi, akustik, aydınlatma, termal ortam gibi kriterlerin bütünü olarak tanımlanabilir (Chenari ve diğ. 2016). Binanın iç mekan ortam kalitesi kapsamında yapılan analizler sonucunda;

- Bina tasarımlarında enerji tüketimini azaltmanın temelinde iç mekan ısı korunumunu sağlamaktır. Bunun en önemli yöntemi de iklim koşullarına uygun yalıtım malzemelerinin kullanımınıdır. Mevcut binaya yönelik yapılan yüzyüze görüşmelerde yalıtım malzemesinin kullanılmasına rağmen yaz döneminde çok sıcak, kış döneminde de oldukça soğuk olduğu belirtilmiştir. Bu da kullanılan yalıtımın iklim özelliklere uygun olmayabileceğini gösterebilmektedir.
- Gün ışığının kullanımına yönelik yapılan analizlerde sınıflarda 100x160 cm ölçülerinde, sınıfın boyutuna göre 2-3-4 adet pencerenin kullanıldığı belirlenmiştir (Şekil 6a).
- Yatay ve düşey sirkülasyon elemanlarındaki pencere açıklıklarının genel anlamda yeterli olmasına rağmen üst kat koridorunun en uç noktasına daha sonradan eklenen fotokopi odası ve rehberlik servislerinin koridor aydınlatmasını olumsuz etkilediği söylenebilir (Şekil 6b)
- Soldan ışık alan sınıflardaki öğrencilerin aydınlatma ile ilgili önemli bir problemi olmamasına rağmen sağdan ışık alan sınıflarda kamaşma ve yanlış gölge açısı ile ilgili şikayetlerin olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra güneybatı yönündeki sınıflarda da kullanılan 100x160 cm ölçülerindeki dikey pencere açıklıklarının sıcak yaz dönemlerinde yoğun güneş radyasyonuna maruz kaldığı söylenebilir (Şekil 6c). Öyle ki güney cephesine yönelen açıklıkların yatay yönlü olması önerilebilmektedir.
- Mevcut açıklıkların genel olarak doğal havalandırma için yeterli olduğu söylenebilir. Yapılan yüzyüze görüşmeler kapsamında da aksi bir durum belirlenmemiştir.
- Pencere çift cam olarak tasarlanmıştır. Bu da ses yalıtımı ve iç mekan iklimlendirmesini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Şekil 6d).
- Bina duvarlarının yaklaşık 20cm kalınlığında olmasına rağmen yeterli ses yalıtım malzemelerinin kullanılmaması akustik açıdan önemli bir dezavantaj olarak söylenebilir. Ancak asma tavan kullanımının katlar arasında ses yalıtımına yönelik bir avantaj olduğu belirlenmiştir.
- Eğitim amaçlı kullanılan binada sigara içmek yasaktır. Sigara kullanımının kontrolü için duman dedektörleri bina tavanında kullanılmıştır (Şekil 6e).
- Bina esnek bir tasarıma uygun olmasına rağmen öğrenci konforuna yönelik yeterli esnek mekan kullanımı yapılmamaktadır.

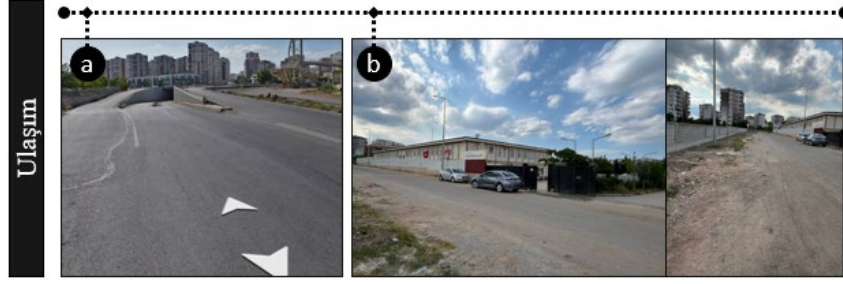


Şekil 6: İç mekan ortam kalitesine yönelik kriterine yönelik görseller
Figure 6: Images for the criteria for indoor environment quality

4.3) Ulaşım

Eğitim yapılarının öğrencilerin yaşadığı bölgeye yakın olması, onların yol için harcayacakları zamanı eğitim aktiviteleri için harcamasına yardımcı olacaktır (Ergün ve Aykal 2022). Binaya erişim yoğun tali yolların yanı sıra Orhan Doğan Caddesi ve Karanfil 7. Caddeye yaklaşık 250m uzaklıktadır. Orhan Doğan Caddesi güneydoğu yönünden şehir merkezine, kuzeybatı yönünde ise şehirler arası yol olan Urfa Yolu'na bağlanmaktadır. Urfa yolu olarak tanımlanan yol şehrin en yoğun kullanıma sahip yolu olarak tanımlanabilir. Okul binasının ulaşım kriterleri incelendiğinde;

- Orhan Doğan Caddesi'ne yakınlığı toplu taşıma araçları ile erişim açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır (Şekil 7a).
- Özel bisiklet ve yaya yolları tasarlanmamıştır. Ancak özellikle ana yol dışında binayı çevreleyen tali yollardan binaya yakın yerlerde ikamet eden öğrencilerin kolaylıkla yaya veya bisiklet ile erişim sağlayabileceği söylenebilir
- Araç park alanları yeterli düzeyde olmayıp okul kullanıcılarının özel araçlarını tali yollara park ettiği belirlenmiştir (Şekil 7b).

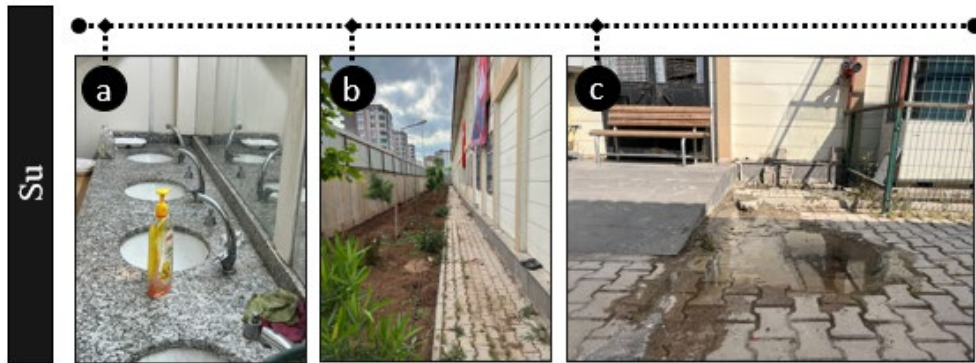


Şekil 7: Ulaşım kriterine yönelik görseller
Figure 7: Images for transportation criteria

4.4) Su

Yaşamın sürdürülebilirliği için ön koşul olan suyun sanayileşme ve insan nüfusunun artması gibi nedenlerden dolayı kirlilik oranı artmakta, kullanılabilir su oranı hızla azalmaktadır. Bu da suyun etkin bir şekilde kullanımını zorunluluk haline getirmektedir. Suyun etkin kullanımı ile ilgili alt kriterler kapsamında yapılan analizler sonucunda;

- Su tüketimini azaltmak için sadece peyzaj elemanlarının sulanmasına yönelik bir yöntem geliştirilmiştir.
- Peyzaj düzenlemesinin oldukça yetersiz olduğu okul alanında peyzaj elemanları için az su tüketimi yapılan damlama ile sulama yöntemi geliştirilmiştir.
- Herhangi bir su arıtma sistemi bulunmamaktadır.
- Tuvaletlerde kullanıcıların ihtiyaçlarına göre kullanabileceği ve buna bağlı olarak su tüketimini azaltacak çift sifon gibi herhangi bir önlem tespit edilememiştir.
- Su tasarrufu için herhangi özel bir musluk veya başlık kullanımı mevcut değildir (Şekil 8a).
- Gri suyun dönüştürülmesi veya yağmur suyunun toplanarak arıtılmasına yönelik bir arıtma sistemi bulunmamaktadır (Şekil 8b).
- Sızıntı sensörü kullanımı olmamasının yanı sıra bahçede su borusundan sızıntı olduğu belirlenmiştir (Şekil 8c).



Şekil 8: Su kriterine yönelik görseller
Figure 8: Visuals for water criteria

4.5) Malzeme ve kaynaklar

Malzemelerin sürdürülebilirliği; kullanıcı ihtiyacını karşılama, kullanıldığı iklime uygun düşük üretim ve tadilat maliyeti, geri dönüştürülebilirlik, üretimi ve kullanımı sırasında düşük enerji tüketimi, kaynak kullanımı ve CO₂ salınımı gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Kılınçarslan ve diğ. 2019).

- Subasman ve merdiven dışında beton kullanımı olmayıp genel anlamda geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılmıştır (Şekil 9a).
- Bina dış cephesindeki açık renk kullanımı güneş radyasyonunun yansıtılmasında avantaj sağlamaktadır (Şekil 9b).
- Kullanılan malzemelerin yıpranma payı ve yenileme için harcanacak zaman ve maliyet düşüktür.
- Sökülüp takılabilen malzemelerden üretilmesi önemli bir esneklik avantajı sağlamaktadır.
- Tamamen sanayide üretilebilen düşük atık malzemenin ortaya çıkması çevreye minimum seviyede zarar vermesini sağlamaktadır.
- Geri dönüşüm kutularının bina tasarımına dahil edilmesi atık malzeme kontrolü için önemli bir avantaj sağlamaktadır (Şekil 9c).



Şekil 9: Malzeme ve kaynak kriterine yönelik görseller
Figure 9: Images for material and source criteria

4.6) Arazi seçimi

Arazi seçiminin proje sahasının seçiminden kaynaklanan olumsuz çevre etkilerinin önüne geçmek ve projenin en iyi ulaşım imkanlarını kullanmasını sağlayarak bina kaynaklı karbon emisyonlarını azaltmak, çevresi ile doğru ilişkiler kurma, toplumsal fayda ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli etkileri vardır. Doğru arazi seçimi ile kentsel alanlar daha verimli kullanılmaktadır. Binanın arazi seçimine yönelik değerlendirmeler aşağıda sıralanmıştır.

- Eğitim kampüsünde tasarlanması önemli bir avantaj sağlamaktadır.
- Konut alanına yakın olması ulaşım için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Adrese dayalı lise kapsamında olması bu avantajın artmasına katkıda bulunmaktadır.
- Binanın subasman ve merdivenler dışındaki malzemelerinin sanayide üretilerek sadece montaj işleminin arazide yapılması ekolojik çevrenin korunmasında önemli bir avantajdır. Ancak bahçenin önemli bir bölümünün parke taşları ile kaplanması biyo-çeşitlilik ve ekolojiji uzun vadede olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
- Bina şehrin merkezi bir bölgesinde konumlanmaktadır (Şekil 10).

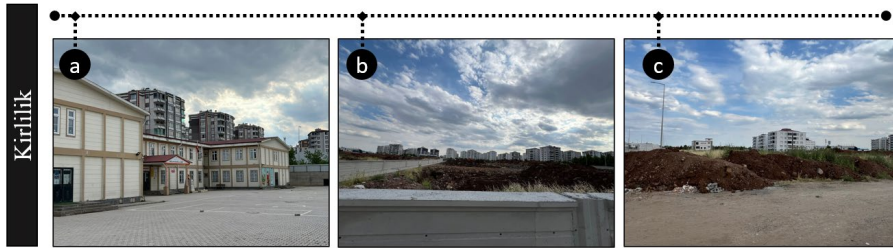


Şekil 10: Arazi seçimi kriterine yönelik görselle
Figur 10: Image for land selection criteria

4.7) Kirlilik

Çevre kirliliğinin oluşmasının temelinde; hava kalitesi, içme suyu kirliliği, katı atık üretimi, sera gazı ve görüntü kirliliği gibi etmenlerin önemli bir bölümünün oluşumunda bina sektörü etkin rol oynamaktadır (Ng ve Edwards 2001). Mevcut binanın etkin rol oynadığı veya etkilendiği gürültü kirliliği, görüntü kirliliği ve hava kirliliği analiz edilmiştir.

- Gürültü kirliliği: Okul kapsamında oluşacak yüksek gürültü veya dış ortam izolasyonunu artırmak için yeterli peyzaj elemanları kullanılmamıştır. Ayrıca binanın güneydoğu cephesinde inşa edilen binanın eğitim kampüsünde yoğun gürültüye neden olduğu söylenebilir (Şekil 11a).
- Görüntü kirliliği: Binanın düşük katlı olması genel olarak bir görüntü kirliliğine neden olmasını engellemektedir. Ancak etrafını çevreleyen istinat duvarının özgün bir tasarıma sahip olmaması kötü bir görüntünün oluşmasına sebep olmaktadır (Şekil 11b). Ayrıca binanın yakın çevresine dökülen hafriyatların da kötü bir görüntüye sebebiyet verdiği tespit edilmiştir (Şekil 11c).
- Hava kirliliği: Isıtma amaçlı kullanılan doğal gaz, bir fosil yakıt olup CO₂ salınımindan dolayı çevre kirliliğine sebep olabilmektedir. Ayrıca hava kirliliğini azaltmada etkin rol oynayan baca filtreleri de belirlenememiştir.



Şekil 11: Kirlilik kriterine yönelik görseller
Figure 11: Images for pollution criteria

4.8) Yenilik

Bina sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkileyen kriterlere karşı yenilikçi teknolojilerin kullanımı bina sürdürülebilirliği için önemli bir kriterdir. Hava temizleme sistemleri, katı atık yönetimi, geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı vb. yenilikçi teknolojilerin temel ilgi alanı olarak tanımlanabilir (Erdede ve Bektaş 2014).

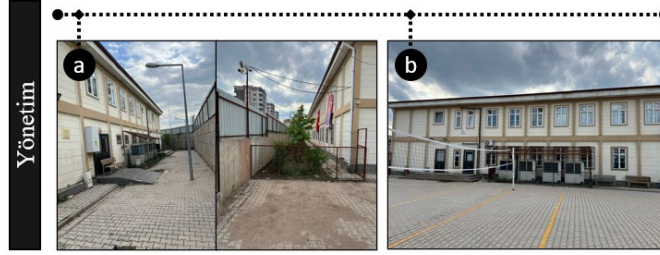
- Diyarbakır'daki geri dönüştürülebilir malzemeden üretilen ilk eğitim binalarından olması sebebiyle şehrin sürdürülebilirliğinde önemli bir rol oynama potansiyeline sahiptir.
- Binada taşıyıcı konstrüksiyonlar galvanizli sacdan üretilmiştir. Dış cephe kaplamasında ise açık renkli paneller kullanılmıştır.
- Mekanların tavanlarında genellikle alüminyum panel asma tavanlar kullanılmıştır.
- Subasman ve merdivendeki betonlar dışında bina inşasında kullanılan malzemelerin önemli bir bölümü geri dönüştürülebilir özelliktedir.

4.9) Yönetim

Prefabrik yapıların afet sonrası eğitim amaçlı kullanımında, sürdürülebilirlik süreçlerinin yönetsel boyutunun etkin bir şekilde ele alınması, bu tür yapıların uzun vadeli kullanımı ve işlevselliği açısından kritik öneme sahiptir. Binanın yönetim kriterlerine göre analizinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir;

- Genel olarak sanayi üretimi ve montaja hazır malzemelerden üretilmesi inşaat sürecinin ve çevreye etkisinin azalmasını sağlamaktadır.
- Bina ve donatıların kullanımına yönelik herhangi bir rehber ve bilgilendirici levha tespit edilememiştir.

- Binanın güneybatı ve kuzeybatı cephelerinden parsel oldukça yakın konumlandırılması bu alanların kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 12a).
- Yakın çevre tasarımında yoğun parke taşı kullanımının aksine peyzaj elemanlarının minimum seviyede kullanımı sıcak ve kurak iklime sahip bölgede iklimsel konforu olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 12b).

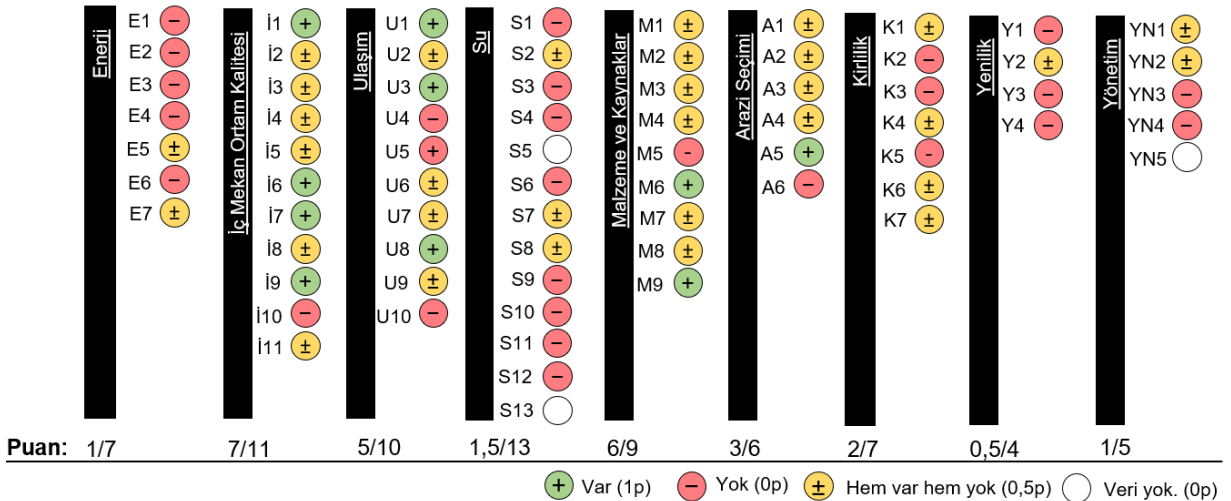


Şekil 12: Yönetim kriterine yönelik görseller
Figure 12: Images for management criteria

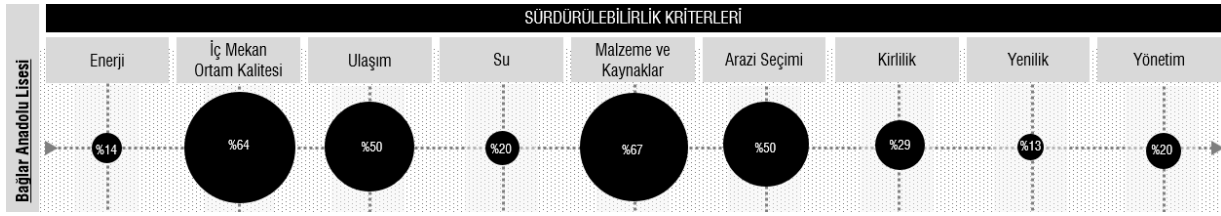
5. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Diyarbakır'daki prefabrik sistemden oluşturulan eğitim binası sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda incelenerek, her bir alt kriterin durumu tespit edilmiştir (Şekil 13). Binanın kriterleri sağlamasına yönelik oluşturulan değerlendirme grafiğinde kırmızı renk kriteri sağlamadığını, yeşil renk kriteri sağladığını, sarı renk hem sağlayan hem de sağlamayan yönlerinin bulunduğunu, beyaz renk ise binada o kriterine yönelik bir bilgiye erişilemediğini ifade etmektedir. Bu doğrultuda her bir alt kriter için kırmızılar 0 puan, yeşiller 1 puan, sarılar 0.5 puan ve boşlar da 0 puan olmak üzere toplanarak, sürdürülebilirlik kriterlerinin puanları ortaya konmuştur.

Sürdürülebilirlik kriterlerinden elde edilebilecek maksimum puan ile Bağlar Anadolu Lisesinin aldığı puanlar oranlanarak her bir kriterinin bina özelindeki sürdürülebilirlik yüzdesi ortaya konmuştur (Şekil 14). Elde edilen verilerden hareketle, sürdürülebilirlik kriterlerinin sürdürülebilirlik durumu en çoktan en aza sırasıyla Malzeme ve kaynaklar (%67), iç mekan ortam kalitesi (%64), ulaşım (%50), arazi seçimi (%50), kirlilik (%29), su (%20), yönetim (%20), enerji (%14) ve yenilik (%13) olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 13: Bağlar Anadolu Lisesi'nin sürdürülebilirlik kriterleri bağlamında değerlendirilmesi
Figure 13: Evaluation of Bağlar Anatolian High School in the context of sustainability criteria



Şekil 14: Bağlar Anadolu Lisesinin sürdürülebilirlik kriterlerini sağlama yüzdeleri
Figur 14: Percentage of Bağlar Anatolian High School achieving sustainability criteria

Enerji tüketimini ve maliyetlerini azaltmak, aynı zamanda çevresel etkiyi de en aza indirmek için bina bünyesinde bazı iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

- Prefabrik eğitim binası, enerji kullanımı açısından önemli sorunlar içermektedir. Bina, tüm enerji ihtiyacını dışarıdan temin etmekte olup, kendi enerji üretim sistemlerine sahip değildir. Bu durum, binanın enerji bağımlılığını artırmakta ve enerji maliyetlerini yükseltmektedir.
- Aydınlatma sistemindeki floresan lambaların yüksek enerji tüketimine neden olması, elektronik cihazların düşük verimliliği ve tavan soğutma sistemlerinin kullanılmaması gibi hususlar, enerji verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Güneşlenme süresi yüksek olan bölgede güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin bulunmaması da, enerji tasarrufu potansiyelini değerlendirememesine neden olmaktadır.
- Bu kapsamda, yenilenebilir enerji teknolojilerinin (ısı pompaları, güneş enerjisi, fotovoltaik paneller vb.) entegrasyonu, aydınlatma ve elektronik cihazların enerji verimli modellerle değiştirilmesi gibi uygulamaların hayata geçirilmesi önerilmektedir. Böylece, prefabrik eğitim binasının enerji performansı sürdürülebilirliği açısından iyileştirilebilir.

Yapılan analizler, iç mekan ortam kalitesi kriterinin de önemli bir bileşen olduğunu göstermiştir ve bina bünyesindeki bazı kritik noktaların iyileştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

- Enerji tüketimini azaltmak için kullanılan yalıtım malzemelerinin iklim koşullarına uygun olmaması, termal konforunun sağlanamamasına neden olmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için, bölgenin iklim özelliklerine uygun yalıtım sistemlerinin entegre edilmesi önerilmektedir.
- Güneybatı yönündeki sınıflarda yoğun güneş ışığının olumsuz etkileri görülmektedir. Bu sorunu çözmek için, güney cephe pencerelerinin yatay yönde tasarlanması veya güneş kırıcı sistemlerinin kullanılması etkili olabilir. Koridorlardaki bölümlerin aydınlatma kalitesini olumsuz etkilemesi ve sağdan ışık alan sınıflardaki kamaşma-gölge sorunları da kullanıcı konforunu azaltmaktadır. Aydınlatma sistemlerinin iyileştirilmesi ve doğal aydınlatmanın etkin kullanımı, bu konudaki sorunların çözümüne katkı sağlayabilir.
- Binanın doğal havalandırma için yeterli açıklıklara sahip olması olumlu bir özellik olsa da, daha esnek mekan kullanımına yönelik tasarım değişiklikleri, kullanıcı konforunu artırabilir. Ses yalıtımı açısından ise, özel yalıtım malzemelerinin kullanılması, akustik performansı güçlendirecektir.

Bina konumu, erişim yolları ve park alanları gibi unsurlar, kullanıcıların okula ulaşımını ve bina işlevselliğini doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda, okul binasının ulaşım özellikleri detaylı olarak incelenmiş ve aşağıdaki değerlendirmeler ile öneriler geliştirilmiştir:

- Eğitim binasının konumu ve yakın çevresindeki tali yolların kullanıcı erişimine elverişli olması olumlu bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bisiklet ve yaya yollarının tasarlanmaması, araç park alanlarının yetersiz olması gibi hususlar iyileştirilmesi gereken unsurlar arasında yer almaktadır. Bina çevresindeki araç park alanlarının artırılması veya daha etkin düzenlenmesi önerilebilir. Yakın çevre incelendiğinde bu düzenlemenin kolaylıkla yapılabileceği görülmektedir. Bina çevresindeki ulaşım olanaklarının güçlendirilmesi, kullanıcı memnuniyetini ve erişim kolaylığını artıracaktır.

Su tüketimi, geri dönüşümü ve etkin yönetimi, binanın çevresel etkisini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Bu kapsamda, okul binasının su kullanımı özellikleri detaylı olarak incelenmiş ve aşağıdaki değerlendirmeler ile öneriler geliştirilmiştir.

- Prefabrik eğitim binasında, su tüketimini azaltmaya yönelik önemli eksiklikler bulunmaktadır. Peyzaj alanlarının yetersiz olmasına rağmen, damlama sulama yöntemiyle su tasarrufu sağlanması olumlu bir uygulama olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bina bünyesinde su tasarruflu tuvalet sistemleri, musluk ve armatürler, su arıtma ve gri su dönüşümü gibi uygulamalar yer almamaktadır. Ayrıca, yağmur suyu toplama sistemi de bulunmamakta, bahçedeki su borusundaki sızıntı da su kayıplarına neden olmaktadır.
- Bu kapsamda, eğitim binasında su kullanımı konusunda çeşitli iyileştirmeler önerilmektedir. İlk olarak, tuvalet, musluk ve duş başlıklarında su tasarruflu cihazların kullanılması, gri su geri dönüşüm ve yağmur suyu toplama sistemlerinin entegrasyonu önemli bir adım olacaktır. Peyzaj düzenlemelerinin geliştirilmesi ve damlama sulama sisteminin yaygınlaştırılması da su tasarrufuna katkı sağlayacaktır. Son olarak, sızıntı sensörlerinin kullanılması ve su borusu arızalarının hızlı şekilde giderilmesi, su kayıplarının önlenmesine yardımcı olacaktır.

Binanın inşasında ve işletiminde kullanılan ürünlerin, çevresel etkileri, yenilenebilirlik özellikleri ve esnekliği, yapının sürdürülebilirlik performansını doğrudan etkilemektedir.

- Prefabrik sistemden dönüştürülen eğitim binası, malzeme ve kaynak kullanımı açısından sürdürülebilir tasarım anlayışına sahiptir. Beton kullanımının sınırlı tutulması, geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi ve atık yönetimi uygulamaları, binanın çevresel etkisini azaltmaktadır.
- Öte yandan, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanım oranının artırılması ve insan sağlığı ile çevreye duyarlı ürünlerin tercih edilmesi, sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.
- Binanın bulunduğu konumun kullanıcı erişimi, çevresel etki ve kampüs bütünlüğü gibi konularda sunduğu avantajlar, yapının sürdürülebilirliğini güçlendirmektedir. Buna karşın, arazi ve peyzaj düzenlemesindeki bazı kararlar, uzun vadeli çevresel performansı olumsuz yönde etkileyebilir.
- Prefabrik eğitim binasının konumu ve erişilebilirliği, kullanıcı deneyimi açısından olumlu özellikler içermektedir. Binanın eğitim kampüsü içinde yer alması ve konut alanlarına yakınlığı, öğrencilerin ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Öte yandan, prefabrik sistemin tercih edilmesi, arazide gerçekleştirilen montaj işlemleriyle ekolojik çevrenin korunmasına katkı sağlamaktadır.
- Bahçe alanındaki yoğun parke kaplama uygulaması, biyoçeşitliliği olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, daha çevreci peyzaj düzenlemelerinin yapılması önerilmektedir. Ayrıca, binanın şehir merkezinde konumlanması, erişilebilirlik avantajı sağlarken, arazi kullanım yoğunluğundaki artış, çevresel sorunlara yol açabilir. Bu kapsamda, bölgedeki arazi dengesi gözetilerek, entegre bir planlama yaklaşımı benimsenmelidir.

Binanın sürdürülebilirliğinin sağlanması, yalnızca enerji ve su kullanımı gibi doğrudan ölçülebilir kriterlerle değil, dolaylı çevresel etkilerle de yakından ilgilidir. Gürültü, görüntü ve hava kirliliği gibi unsurlar, binanın çevresel performansını belirleyen önemli bileşenler arasında yer almaktadır.

- Okul çevresindeki yetersiz peyzaj düzenlemeleri ve bina konumu, gürültü kirliliğine neden olurken, cephe tasarımındaki zayıflıklar da ses yalıtımını olumsuz etkilemektedir. Görüntü kirliliği açısından ise, istinat duvarı tasarımındaki eksiklikler estetik kaygıları artırmaktadır. Son olarak, ısıtma sisteminde kullanılan fosil yakıtlar ve baca filtrelerinin olmaması, hava kirliliğine yol açabilmektedir.
- Okul çevresindeki gürültü kirliliğini azaltmak için yeşil alanlar artırılmalı, ağaç ve bitki örtüsü ile doğal bir ses bariyeri oluşturulmalı, binalar gürültü kaynaklarından uzak konumlandırılmalı ve cepheler akustik yalıtım malzemeleri ile güçlendirilmelidir. Görüntü kirliliğini önlemek amacıyla estetik duvar tasarımları ile istinat duvarlarının görsel kalitesi artırılmalı, ısıtma sisteminde fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı ve baca filtreleri takılarak hava kirliliği önlenmelidir.

Günümüzde hızlı, esnek ve ekonomik çözümler sunmaları nedeniyle prefabrik yapılar giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bu tür sistemlerin çevresel etkileri de önemli bir değerlendirme kriteri haline gelmektedir.

- Prefabrik eğitim binası, Diyarbakır'da geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilen ilk örnekler arasında yer alması nedeniyle, şehrin sürdürülebilirliğine önemli katkı sunma potansiyeli taşımaktadır. Yapının tasarımında galvanizli sac, açık renkli paneller ve alüminyum gibi geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılmıştır. Gelecekteki prefabrik projelerde, yenilikçi teknolojilerin ve daha yeşil ürünlerin tercih edilmesi, sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Prefabrik sistemden oluşturulan eğitim binası, yönetim kriteri açısından bazı olumlu ve olumsuz unsurlar içermektedir.

- Binanın sanayi üretimi ve montaja hazır malzemelerden oluşturulması inşaat sürecini ve çevresel etkileri azaltmaktadır. Ancak, yönlendirici levhaların varlığına rağmen rehber eksikliği işletme verimliliğini olumsuz etkileyebilir. Binanın konumunun kullanılabilirliği sınırlı kalmakta ve çevre düzenlemesindeki yetersiz peyzaj, iklimsel konforu olumsuz etkilemektedir. Bu durum, bölgenin sıcak ve kurak iklimine uygun olmayan bir yaklaşımı yansıtmaktadır.
- Yapının işletim sürecinde teknolojik yeniliklerden yararlanılması, akıllı bina sistemleri, kullanıcı deneyimini iyileştiren interaktif ekranlar ve çevreci peyzaj uygulamaları önerilmektedir. Ayrıca, binanın konumunun kullanılabilirliğini artıracak tasarım değişiklikleri değerlendirilmelidir. Binanın konumunun kullanılabilirliğini artırmak için, ulaşım kolaylığı sağlanmalı, gölgelik ve dinlenme alanları eklenmeli, peyzaj iyileştirmeleri yapılmalı, aydınlatma ve güvenlik önlemleri artırılmalı, kullanıcı dostu girişler ve toplu taşıma bağlantıları iyileştirilmelidir.

2023 yılında meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremler, pek çok bölgede ciddi yıkımlara yol açtı ve acil barınma çözümlerine olan ihtiyacı gündeme getirdi. Bu bağlamda, özellikle sadece Hatay ve çevresinde 50 binden fazla prefabrik yapı kuruldu. Bu prefabrik yapılar, hızla inşa edilebilme ve ekonomik olmaları nedeniyle kısa sürede barınma ihtiyacını karşılayabilen pratik çözümler sunmaktadır. Deprem sonrasında bu yapıların sadece geçici barınma alanları olarak değil, aynı zamanda eğitim amaçlı kalıcı yapılara dönüştürülmesi de önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır. Prefabrik yapıların eğitim amaçlı kullanımı, hızlı kurulumu ve maliyet etkinliği nedeniyle oldukça avantajlıdır. Ancak, bu yapıların sürdürülebilirliğinin sağlanması için bazı kritik adımların atılması gerekmektedir. Diyarbakır'da yer alan bir prefabrik eğitim yapısının değerlendirilmesi, bu dönüşüm sürecinde dikkate alınması gereken önemli noktaları ortaya koymaktadır.

6. SONUÇLAR

Prefabrik yapılar, doğal afetler sonrasında hızlı ve etkili barınma çözümlerinde kritik bir role sahiptir. Geri dönüştürülebilir malzemeler, düşük enerji tüketimi, esneklik ve iklimsel koşullara uyulanabilirlik gibi özellikleri, bu yapıları afet sonrası barınma ve eğitim ihtiyacının karşılanmasında öne çıkarmaktadır. Özellikle hızlı montaj, taşınabilirlik ve depreme karşı dayanıklılık, prefabrik yapıları acil müdahale için vazgeçilmez bir seçenek haline getirmektedir. Bu çalışma, afet sonrası eğitim amaçlı kullanılan prefabrik binaların sürdürülebilirliğini incelemiştir. Diyarbakır'da bulunan Bağlar Anadolu Lisesi örneğinde yapılan kapsamlı değerlendirmede, enerji ve su tüketimi, peyzaj elemanları gibi kriterlerde önemli dezavantajlar tespit edilmiştir. Ancak ulaşılabilirlik, malzeme-kaynak kullanımı ve arazi seçimi açısından önemli avantajlar da saptanmıştır. Elde edilen bulgular, prefabrik eğitim binalarının üretim, montaj ve tasarım aşamalarında önemli üstünlüklere sahip olduğunu, ancak kullanım sırasındaki enerji, su ve konfor koşullarını yeterince karşılayamadığını göstermektedir. Bu durum, prefabrik yapıların afet sonrası hızlı kurulumu ve esnekliği ile kullanım sırasındaki sürdürülebilirlik özelliklerinin de birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

2023 Kahramanmaraş depremlerinin ardından inşa edilen prefabrik yapıların, bu çalışmada belirlenen kriterler ışığında geliştirilmesi, hem depremzede öğrencilerin eğitimlerinin kesintisiz sürmesini sağlayacak hem de gelecekteki afetlere karşı dayanıklı, çevre dostu ve sürdürülebilir eğitim altyapıları oluşturulmasına katkı sunacaktır. Bu dönüşüm, prefabrik yapıların acil müdahale işlevini pekiştirirken, uzun vadeli kullanım ve sürdürülebilirlik özelliklerini de güçlendirecektir. Ayrıca, çalışmada elde edilen bulgular, prefabrik yapıların doğal afet sonrası eğitim hizmetlerine yönelik kullanımında göz önünde bulundurulması gereken kritik unsurları ortaya koymuştur. Enerji verimliliği, su yönetimi, iç mekan konforu gibi başlıklar, prefabrik yapıların sürdürülebilirliğini sağlamak için tasarım ve üretim aşamalarında dikkate alınmalıdır. Böylece, afet durumlarında hızlı ve etkin müdahale imkanı sunan prefabrik yapılar, uzun vadede de çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ilkelerine uygun işlevler

üstlenebileceklerdir. İncelenen örnek yapı üzerindeki değerlendirmeler, prefabrik eğitim binalarının geliştirilmesine yönelik önemli değerlendirmeler sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, afet sonrası kullanılan prefabrik yapıların, yalnızca acil müdahale işlevi ile değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilirlik özellikleri ile de tasarlanması gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Akca S., 2011. Leed yeşil bina değerlendirme sistemi ölçütlerinin tasarım ölçekleri, kavramsal kademelenme ve kaynak kullanımı düzeyinde tutarlılığının ölçülmesi üzerine bir araştırma, Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Amaddeo F., Tansella M., 2012. Mental health, natural and human-made disasters: Lessons learnt and future needs, *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 21(1), 1-5.

Atmaca A., Atmaca N., 2016. Comparative life cycle energy and cost analysis of post-disaster temporary housings, *Applied Energy*, 171, 429-443.

Cameron D.C., 2019. A case study on the feasibility of shipping container homes as housing for disaster victims, Erişim adresi: <https://digitalcommons.calpoly.edu/cmisp/277>.

Carroon J., 2010. Sustainable preservation: Greening existing buildings. John Wiley and Sons, New Jersey, Amerika Birleşik Devletleri.

Chenari B., Carrilho J.D., Da Silva M.G., 2016. Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1426-1447.

Ding G.K., 2008. Sustainable construction-The role of environmental assessment tools, *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451-464.

Erdede S.B., Bektaş S., 2014. Ekolojik açıdan sürdürülebilir taşınmaz geliştirme ve yeşil bina sertifika sistemleri, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* 6(1), 1-12.

Ergün R., Aykal F.D., 2022. Herman Hertzberger'in tasarım kavramı ile tek tip ilköğretim yapı tasarımlarının karşılaştırılması, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(81), 166-183.

Faragallah R.N., Barakat P.N., 2022. Reshaping future architecture approaches using shipping containers: Student housing as a case study, *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 17(8).

Gunawardena T., Ngo T., Mendis P., Aye L., Crawford R., 2014. Time-efficient post-disaster housing reconstruction with prefabricated modular structures, *Open House International*, 39(3), 59-69.

Harvey A., 2020. Learn how this school is using repurposed shipping containers and sustainable furniture to meet their learning goals, Erişim adresi: <https://naturalpod.com/learn-how-this-school-are-using-repurposed-shipping-containers-and-sustainable-furniture-to-meet-their-learning-goals/>.

Hikone S., Tokubuchi M., 2014. Temporary multi-storey container house after earthquake and tsunami disaster on March 11, 2011, International Association for Bridge and Structural Engineering Symposium Report, 102(20), 1699-1706, Erişim adresi: <https://structurae.net/en/literature/conference-paper/temporary-multi-storey-container-house>.

İhlas Haber Ajansı, 2023. Hatay'da 187 bin 216 kişi konteynerde yaşıyor, Milliyet, Erişim adresi: <https://www.milliyet.com.tr/gundem/hatayda-187-bin-216-kisi-konteynerde-yasiyor-7037018>.

Jafari Sharami H., Teimouri S., 2023. Towards sustainability in post-disaster constructions with a modular prefabricated structure, *Australian Journal of Structural Engineering*, 24(4), 279-293.

Johnson C., 2007. Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey, *Habitat international* 31(1), 36-52.

Kamaruzzaman S.N., Lou E.C.W., Zainon N., Mohamed Zaid N.S., Wong P.F., 2016. Environmental assessment schemes for non-domestic building refurbishment in the Malaysian context, *Ecological Indicators*, 69, 548-558.

Khan K., Chen Z., Liu J., Javed K., 2023. State-of-the-Art on Technological Developments and Adaptability of Prefabricated Industrial Steel Buildings, *Applied Sciences*, 13(2), 685.

Kılınçarslan Ş., Şimşek Y., Uygun E., Akoğlu M., Cesur B., Tufan M.Z., Turan U., 2019. Sürdürülebilir yapı malzemeleri açısından bina sertifikasyon sistemlerinin incelenmesi, *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 1-14.

Kim J., Ryu R., Kim Y., 2019. A Basic Study on Unit Module Planning for the Design Diversity of Modular Architecture, *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, 5(1), 31-45.

Kutlu İ., Bekar İ., 2023. Investigation of building certification systems in terms of sustainable preservation: the case of Mardin city in Turkey, *Mehran University Research: Journal of Engineering and Technology*, 42(1), 183-197.

Maerefat M., Haghighi A.P., 2010. Passive cooling of buildings by using integrated earth to air heat exchanger and solar chimney, *Renewable energy* 35(10), 2316-2324.

Mazmanoğlu N., 2023. Yıkılan okul sayısı 622 açılan okul sayısı sadece 111. Hatay Asi Gündelik Ekspres Gazete, Erişim adresi: <https://www.asigazetesi.com/yikilan-okul-sayisi-622-acilan-okul-sayisi-sadece-111/>.

MEB İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü, 2019. Eğitim Altyapısının Güçlendirilmesi ve Kriz Zamanlarında Herkes İçin Eğitim I&II Projeleri, Erişim adresi: <https://gelecekicinegitim.meb.gov.tr/altyapi/deq-video/kriz-zamanlarinda-herkes-icin-egitim-iii-prefabrik-okullar-ve-ozellikleri/>.

MEB, 2019. "Kriz Zamanlarında Herkes İçin Eğitim Projesi" Kapsamında 180 Yeni Okul. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. Erişim adresi: <https://www.meb.gov.tr/kriz-zamanlarinda-herkes-icin-egitim-projesi-kapsaminda-180-yeni-okul/haber/19332/tr>.

Metin O., Ünal Ş., 2022. İçerik analizi tekniği: İletişim bilimlerinde ve sosyolojide doktora tezlerinde kullanımı, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 22(Özel Sayı 2), 273-294.

Mohamed Shaluf I., 2007. An overview on disasters, *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 16(5), 687-703.

Montalbano G., Santi G., 2023. Sustainability of temporary housing in post-disaster scenarios: A requirement-based design strategy, *Buildings* 13(12), 2952.

Mutlu B.K., Arslanoğlu Z.O., Gunaçtı B., Berkan S.A.Y., Şahin F., Yılmaz C., Tiryakioğlu N.Y., 2019. Uluslararası yeşil bina sertifika sistemlerinin incelenmesi ve tasarlanan ulusal sertifika sisteminin kullanımı: Bir kampüs binası ile vaka çalışması, *Climate Change and Environment*, 4(2), 32-41.

Neuman W.L., 2009. Toplumsal araştırma yöntemleri: Nitel ve nicel yaklaşımlar, Yayınodası Yayıncılık, İstanbul.

Ng E., Edwards B., 2001. Green architecture in Hong Kong, the densest city in the world, *Architectural Design*, 71(4), 68-73.

North C.S., Pfefferbaum B., 2013. Mental health response to community disasters: a systematic review, *Jama*, 310(5), 507-518.

Pons O., Wadel G., 2011. Environmental impacts of prefabricated school buildings in Catalonia, *Habitat international*, 35(4), 553-563.

Saeed S.A., Gargano S.P., 2022. Natural disasters and mental health, *International Review of Psychiatry*, 34(1), 16-25.

Saraç D., Ünver T.N., Yardımlı S., 2019. Sürdürülebilir Akıllı Yeşil Bina Sertifika Kriterlerinin Karşılaştırılmasında Çedbik'in Yeri ve Önemi Karadeniz 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, Rize, Türkiye.

Sottosanti S., 2018. Smartbox: reused container for a student dormitory in the city of Hamburg. Yüksek lisans tezi, Architecture for the Sustainability Design, Politecnico di Torino, İtalya.

Şahin B.E., Dostoğlu N., 2015. Okul binalarında sürdürülebilirlik, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 20(1), 75-91.

Şenol S., 2009. Gayrimenkul geliştirme sürecinde yeşil binaların sürdürülebilirlik kriterleri açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Şimşek E.P., 2012. Sürdürülebilirlik bağlamında yeşil bina olma kriterleri "Kağıthane Ofispark Projesi Örneği. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Şimşek D., Kutlu İ., Şık B., 2023. The role and applications of artificial intelligence (AI) in disaster management. 3rd International Civil Engineering and Architecture Congress, Trabzon, Türkiye.

Tavşan F., Yanılmaz Z., 2019. Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Yaklaşımlar, *Journal of Art and Design*, (24), 359-383.

Tutkun Ö., İmamoğlu E., 2015. Mevcut Yapılar ve Tarihi Yapıların Yeniden Kullanıma Kazandırılmasında Ekolojik Yaklaşımlar ve Etkileri, 2nd International Sustainable Building Symposium, Ankara, Türkiye.

Uruk Z.F.F., İslamoğlu A.K. 2019. Breeam, Leed ve DGNB yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin standart bir konutta karşılaştırılması, *European Journal of Science and Technology*, (15), 143-154.

Zhang G., Setunge S., Van Elmp S., 2014. Using shipping containers to provide temporary housing in post-disaster recovery: Social case studies, *Procedia Economics and Finance*, 18, 618-625.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Diyarbakır'da bulunan Bağlar Anadolu Lisesi binasının da içerisinde yer aldığı "Kriz Zamanlarında Herkes İçin Eğitim I&II" projesine bağlı bilgiler, Milli Eğitim Bakanlığı sitesinden edinilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): R.E.
- Literatür araştırması (*Literature research*): İ.K.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): R.E.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): İ.B., İ.K., R.E.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): İ.B.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): R.E.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): R.E., İ.K., İ.B.



Analysis of a Building with Tunnel Formwork System under Vertical and Earthquake Loads According to Different Foundation-Soil Models

Ali Serdar Ecemis ¹, Yavuz Yenginar ¹ and Ilyas Ozkan ¹

¹ Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 42090, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7332-3738, 0000-0002-6916-4068, 0000-0001-9660-8229

Keywords

Fixed-end foundation, Earthquake, Shear wall, Tunnel formwork system, Winkler Method

Highlights

- * The local soil class affects the earthquake accelerations acting on the structure
- * Structure-soil interaction varies depending on Winkler and built-in solutions
- * Local soil class affects foundation base pressure and settlement

Aim

Comparison of Methods Used in Analysis Programs for Foundation Solutions under earthquake loads

Location

Hatay, Türkiye

Methods

Comparison of Foundation Analyses Using the Winkler Method and the Fix-End Method under Earthquake Loads

Results

There are significant differences between the results obtained using the Winkler method and the Fix-End method under earthquake loads

Supporting Institutions

--

Financial Disclosure:

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest:

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 31.05.2024

Revised: 29.08.2024

Accepted: 26.09.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1493634



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Ilyas Özkan

Email: iozkan@erbakan.edu.tr

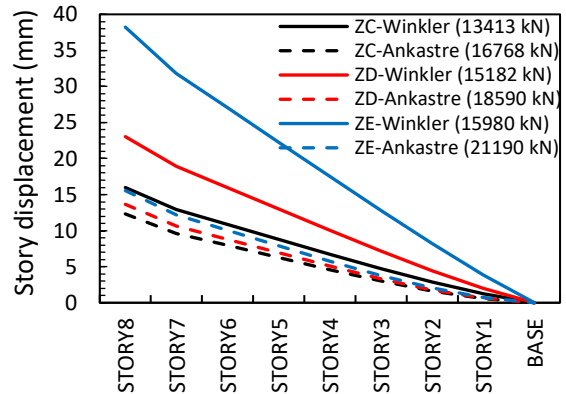


Figure
Center of mass displacement

How to cite:

Ecemis A.S., Yenginar Y., Ozkan I., 2024. Analysis of a Building with Tunnel Formwork System under Vertical and Earthquake Loads According to Different Foundation-Soil Models, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 569-586, <https://doi.org/10.46464/tdad.1493634>.



Düşey ve Deprem Yükleri Altında Tünel Kalıp Sistemli Bir Binanın Farklı Temel-Zemin Modellerine Göre Analizi

Ali Serdar Ecemiş¹, Yavuz Yenginar¹ ve İlyas Özkan¹

¹ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 42090, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7332-3738, 0000-0002-6916-4068, 0000-0001-9660-8229

ÖZET

Bu çalışmada 8 katlı tünel kalıp taşıyıcı sisteme sahip bina sonlu elemanlar metodu ile analiz edilmiştir. Yapı-temel sistemi için üç farklı zemin profili (ZC, ZD, ZE), üç farklı yükleme koşulu (1.4G+1.6Q; G+Q+EX, G+Q+EY) ve iki farklı temel modellemesi (ankastre çözüm, Winkler metodu) dikkate alınmıştır. Analiz sonucuna deprem kuvvetleri, tasarım ivme değerleri, periyodlar, zemin gerilmeleri, temeldeki oturmalar, kat deplasmanları ve perde tasarım kuvvetlerindeki değişim karşılaştırılmıştır. ZC'den ZE zemin sınıfına doğru gidildikçe TA ve TB arasındaki fark büyüdüğü için, ZE sınıfı zemin üzerine yapılacak yapıların maksimum ivmeye maruz kalma ihtimali diğer zemin sınıflarına göre daha fazladır. Ayrıca, ZE zemin sınıfı üzerine inşa edilen yapının periyodu Winkler yönteminde %75 daha fazla bulunmuştur. Bu artış deprem kuvvetlerinin artmasına neden olmaktadır. Yapıya etkiyen en büyük ivme sırasıyla ZE, ZD ve ZC zemin sınıfında olmuştur. Ankastre çözümde azaltılmış tasarım ivme değerleri Winkler yöntemine göre çözümden daha fazla olmuştur. Bu sebeple yapı-temel etkileşimini dikkate alan çözüm deprem kuvvetleri açısından daha ekonomik çözüm sunmakta fakat deplasmanlar daha fazla olmaktadır. Perde duvarların yalnız Eğik Çatlama Dayanımı (V_{cr}) bile deprem kuvvetinin üzerinde kalmaktadır. Bu durum tünel kalıp sistemlerin deprem etkisinde iyi performans göstermesini açıklamaktadır. ZC zemin sınıfında, düşey yükler altında oluşan gerilmeler ZE zemin sınıfına göre %25 daha fazladır. Deprem durumunda ise bu artış %50'ye kadar çıkmaktadır. Buna karşılık oturma değerleri artmaktadır.

Anahtar kelimeler

Ankastre temel, Deprem, Perde duvar, Tünel kalıp, Winkler Yöntemi

Öne Çıkanlar

- * Yerel zemin sınıfı yapıya etkiyen deprem ivmelerini etkiler
- * Yapı-zemin etkileşimi Winkler ve ankastre çözüme göre farklılıklar göstermektedir
- * Yerel zemin sınıfı temel taban basıncını ve oturmayı etkilemektedir

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 31.05.2024
Düzeltilme: 29.08.2024
Kabul: 26.09.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1493634

Sorumlu yazar

İlyas Özkan
Eposta:
iozkan@erbakan.edu.tr

Analysis of a Building with Tunnel Formwork System under Vertical and Earthquake Loads According to Different Foundation-Soil Models

Ali Serdar Ecemiş¹, Yavuz Yenginar¹ and Ilyas Ozkan¹

¹ Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 42090, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7332-3738, 0000-0002-6916-4068, 0000-0001-9660-8229

ABSTRACT

In this study, an 8-storey building with tunnel formwork structural system is analyzed by finite element method. Three different soil profiles (ZC, ZD, ZE), three different loading conditions (1.4G+1.6Q; G+Q+EX, G+Q+EY) and two different foundation models (fixed-end solution, Winkler method) are considered for the building-foundation system. As a result of the analysis, earthquake forces, design acceleration values, periods, soil stresses, settlements in the foundation, story displacements and the change in shear design forces were compared. As the difference between TA and TB increases from ZC to ZE soil class, the structures to be built on ZE class soil are more likely to be exposed to maximum acceleration than other soil classes. Additionally, the period of the structure built on ZE soil class was found to be 75% higher using the Winkler method. This increase leads to a rise in earthquake forces. The largest acceleration acting on the structure was in ZE, ZD and ZC soil classes, respectively. The reduced design acceleration values in the fixed-end solution were higher than the solution according to the Winkler method. For this reason, the solution considering structure-foundation interaction provides a more economical solution in terms of earthquake forces, but the displacements are higher. The oblique cracking strength (V_{cr}) of shear walls alone exceeds the earthquake force. This explains the good performance of tunnel formwork systems under earthquake effects. In the ZC soil class, stresses under vertical loads are 25% higher compared to the ZE soil class. In the event of an earthquake, this increase can reach up to 50%. On the contrary, settlement values increase.

Keywords

Fixed-end foundation, Earthquake, Shear wall, Tunnel formwork system, Winkler Method

Highlights

- * The local soil class affects the earthquake accelerations acting on the structure
- * Structure-soil interaction varies depending on Winkler and built-in solutions
- * Local soil class affects foundation base pressure and settlement

Manuscript

Research Article

Received: 31.05.2024
Revised: 29.08.2024
Accepted: 26.09.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1493634

Corresponding Author

İlyas Özkan
Email:
iozkan@erbakan.edu.tr

1. GİRİŞ

Tünel kalıp sistemler kolon ve kiriş içermeyen, taşıyıcı sistemi sadece betonarme perdelerden ve döşemelerden oluşan taşıyıcı sistem türüdür. Bu sistemler; mimari açıdan değişiklik yapılmasına çok fazla izin verilmemesinden ve sürekli tekrar eden katlardan oluşmasından dolayı konvansiyonel sistemler kadar fonksiyonel olmayabilmektedir. Fakat, tünel kalıp binalar modüler kalıplar ile hızlı inşa edilebilirliği, yüksek katlı yapıların inşasına uygunluğu, düşük maliyeti ve dayanıklılığı sebebi ile birçok ülkede kullanılmaktadır. Deprem tehlikesinin yüksek olduğu Şili, Japonya, İtalya ve Türkiye gibi ülkelerde sıkça kullanılmaya başlanmış ve avantajlarından dolayı kullanımı da her geçen gün artarak daha da popüler hale gelmiştir (Balkaya ve Kalkan 2002, Mohsenian ve Di-Sarno 2024).

Özellikle deprem performansı açısından değerlendirildiğinde yüksek yatay rijitliği sebebi ile üstünlük gösteren bir taşıyıcı sistem türüdür. 1999 yılında yaşanan $M_w=7.4$ Kocaeli ve $M_w=7.2$ Düzce depremlerinde tünel kalıp sistemi ile inşa edilen yapıların üstün performansı görülmüştür (Balkaya ve Kalkan 2003a). Bu yüksek performanslarının görülmesinden sonra o dönemde deprem yönetmeliklerinde yeteri kadar ele alınmamış olan bu sistemler üzerinde araştırmalara ağırlık verilmiştir. Bu yapıların; duvardan-duvara ve duvardan-döşemeye yük etkileşimleri, burulma etkileri, yük aktarım mekanizması ve sismik performansı 2 ve 3 boyutlu doğrusal olmayan analizlerle incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda 3 boyutlu analizler ile döşeme-duvar etkileşiminin ve perde duvarlar içindeki boşlukların dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmıştır (Balkaya ve Kalkan 2004).

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinden sonra sahada yapılan incelemelerde tünel kalıp sistemlerin başarısı gözlemlenmiştir. Birbirine dik açılarla monte edilen yarım tünellerden oluşan bu sistemde; taşıyıcı perde duvar ve döşeme kalınlıkları katlar arasında farklılık göstermemekte ve aynı seçilmektedir. Tünel kalıp sisteminin konvansiyonel sisteme (kolon-kiriş çerçeve sistemi) göre bir avantajı da perde duvar ve döşeme betonunun aynı anda dökülmesi sebebi ile soğuk derz oluşmamasıdır. Bu sistemler ile ilgili olarak sistemin doğal titreşim periyodlarının ve dinamik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Goel ve Chopra 1998, Lee ve diğ. 2000, Balkaya ve Kalkan 2003b, El-saad ve Salama 2017, Hadzima-Nyarko ve diğ. 2022). Fakat, farklı zemin özelliklerine sahip arazi koşullarında tünel kalıp sistemlerinin deprem performansının araştırıldığı çalışma sayısı sınırlıdır.

Tünel kalıp sistemin çok sayıda avantajı olmasına rağmen tasarımda çekme gerilmeleri, perde donatı oranları gibi dikkat edilmesi gereken kritik noktalar bulunmaktadır. Özellikle düşük aksel yükün etkisi ile düşük boyuna donatı oranı kullanıldığında donatının kopması sonucu gevrek eğilme göçmesi gözlemlenmektedir (Yüksel ve Kalkan 2007, Kalkan ve Yüksel 2008). Bununla birlikte özellikle döşeme-perde birleşimlerinin tünel kalıp sistemlerin zayıf noktasını oluşturduğu ve bu birleşim noktaları için özel detaylandırma gerektiği belirtilmiştir (Mohsenian ve diğ. 2024). Analiz metodlarının gelişmesine, yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına rağmen tünel kalıp yapıların kendine özgü davranışları sebebiyle analizleri ve tasarımları için yapılan kabuller belirsizliğini korumaktadır.

Mohsenian ve Di-Sarno (2024) tarafından yapılan çalışmada 5 ve 10 katlı olarak dikkate alınan tünel kalıp sistemli yapılarda 2 farklı yaklaşımla sistemin doğrusal olmayan davranışları araştırılmıştır. Genelde simetrik olarak inşa edilen yapılar olmasına rağmen asimetric olarak da yapılan tünel kalıp yapılar bulunmaktadır. Bu tür asimetric tünel kalıp sistemlerde burulma düzensizliği oluşsa da yüksek yanal rijitlikleri nispeten düşük burulma rijitliğini telafi etmiş ve sismik etkiler altında sistem yine yüksek performans göstermişlerdir (Aval ve Asayesh 2017). Bu tür sistemlerde inşaat yapım tekniği sebebi ile taşıyıcı duvarların planda merkeze yoğunlaşması, bina cephelerinde perde kullanılamaması da burulma titreşim modunun diğer ötelenme modlarından önce oluşmasına sebep

olmaktadır. Bununla birlikte planda düzensiz kütle dağılımı da burulma etkisini arttıran sebeplerden biridir.

Deprem mühendisliğinde yapı-zemin etkileşimi, zeminin deprem dalgalarına verdiği tepkinin yapıya nasıl iletileceğini ve yapının bu dalgalara nasıl yanıt vereceğini belirlemesi açısından kritiktir. Literatürde, yumuşak zeminlerde bulunan yapıların sert zeminlere göre daha büyük deformasyonlar yaşayabileceği belirtilmektedir (Stewart ve diğ. 1999). Yapı-zemin etkileşimi bazen yapının gerilme ve deformasyonlarını azaltarak avantaj sağlarken, heterojen zemin koşullarında düzensiz oturma ve dönmelere de neden olabilir (Mylonakis ve diğ. 2006). Günümüzde, sonlu elemanlar yöntemi (FEM) gibi ileri sayısal modelleme teknikleriyle yapı-zemin etkileşimleri daha iyi anlaşılmaktadır. Böylece daha güvenli ve ekonomik tasarımlar geliştirilmektedir (Zienkiewicz ve diğ. 2005).

Kütle düzensizliğinin olduğu bir yapıyla ilgili çalışmada, kütle merkezi planda %20 kaydırılmış olmasına rağmen sistem kullanım güvenlik seviyesini sağlamıştır (Mohsenian ve diğ. 2021). Yüksek ağırlıkları ve yüksek rijitlikleri sebebi ile bu tür yapıların modellenmesinde zemin-yapı etkileşiminin de dikkate alınması gerekmektedir (Mohsenian ve diğ. 2019). Betonarme yapılarda genel olarak zemin-yapı etkileşimi ve zemin modelleme yöntemleri yapı analiz sonuçlarında farklılıklara sebep olmaktadır (Özer ve Yüksel 2021, Özkan ve diğ. 2023, Yenginar ve Özkan 2023). Zemin sınıfı yapıya etki edecek deprem kuvvetini belirleyen dolayısı ile yapı tasarımını şekillendiren en önemli parametrelerden biridir. Bu amaçla saha etkisinin de dikkate alındığı tasarım spektrumunun zemin sınıfına bağlı olarak değerlendirmelerini içeren çalışmalar farklı yönetmeliklere göre karşılaştırmalı olarak yapılmıştır (Guzel ve Güzel 2024). Temeller üst yapıdan gelen statik ve dinamik yükleri zemine aktarmak için tasarlanan taşıyıcı sistem elemanlardır. Bu yüklerde oluşan tüm kombinasyonlar altında temelde oluşan gerilmelerin zeminin taşıma kapasitesinden küçük olması gerekmektedir. Aksi durumda yüzeysel (Soğancı ve diğ. 2023, Soğancı ve diğ. 2024, Soğancı ve Orman 2024) ya da derin zemin iyileştirme yöntemleri (Olgun ve diğ. 2019, Yenginar ve diğ. 2021, Yenginar ve Olgun 2023, Yenginar ve diğ. 2024, Yenginar ve Olgun 2024) kullanılarak zeminlerin kapasitelerinin artırılması gerekmektedir.

Tünel kalıp sistemi, geleneksel kalıplara kıyasla yüksek kalite, daha kısa döşeme döngüsü ve uzun vadede maliyet avantajları sunmaktadır. Başlangıç yatırımı ve günlük operasyon maliyetleri daha yüksek olmasına rağmen tekrar kullanılabilirliği ve hızla tamamlanabilmesi nedeniyle büyük, çok katlı projelerde daha ekonomik olmaktadır. Tünel kalıp, 7 kat ve üzeri binalarda özellikle maliyet ve zaman tasarrufu sağlamaktadır (Chaudhary 2017).

Bu çalışmada 8 katlı ve tünel kalıp sistemle projelendirilmiş bir yapı dikkate alınmıştır. Yapının farklı zemin koşullarındaki deprem performansını incelemek için ZC, ZD ve ZE yerel sınıfına sahip zeminler tanımlanmıştır. Yapı-zemin etkileşimindeki dinamik zemin parametreleri belirlemek için 6 Şubat 2023 tarihindeki meydana gelen depremlerden en çok etkilenen yerleşim yerlerinden biri olan Hatay ilinde bir yer seçilmiştir. Yapının deprem performansı hem ankastre temel kabulü hem de zemin-temel etkileşimi dikkate alınarak sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmada uygulamada da genel olarak kullanılan lineer analiz yöntemi seçilmiş, temeller ise Winkler metodu ile modellenmiştir. Analiz sonucuna deprem kuvvetleri, tasarım ivme değerleri, periyodlar, zemin gerilmeleri, temeldeki oturmalar, kat deplasmanları ve perde tasarım kuvvetlerindeki değişim karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçların uygulamada yapı projelendirme alanında çalışan mühendislere faydalı olması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1) Saha Koşulları

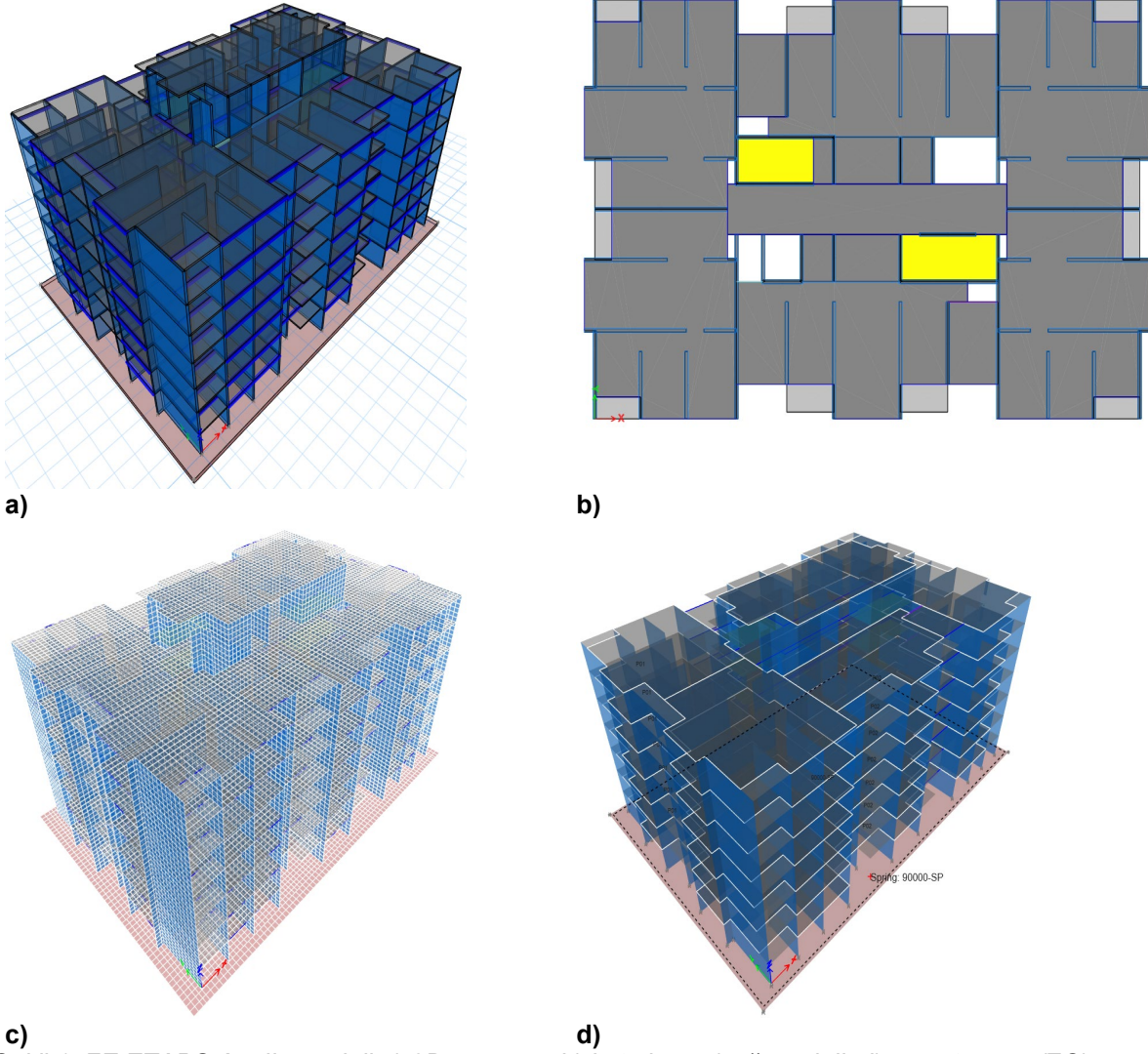
Çalışmada analiz için 6 Şubat 2023 tarihindeki Kahramanmaraş merkezli depremlerde en çok etkilenen illerden biri olan Hatay'da bir lokasyon (enlem: 36.198535°; boylam: 36.159735°) seçilmiştir. Seçilen lokasyon Hatay'da Asi Nehri kenarında yer almaktadır. Hatay il merkezinde yer alan yerleşim alanlarının büyük bir kısmı zayıf zemin tabakaları üzerinde yer almaktadır (Korkmaz 2006). Bu nedenle, seçilen lokasyonda yer alan bina altında, sonsuz derinliğe sahip sıkı kum, orta sıkı kum ve gevşek kum olmak üzere üç farklı zemin profili tasarlanmıştır. Bu sayede sahada karşılaşılma ihtimali en fazla olan ZC, ZD ve ZE sınıfına sahip zeminler dikkate alınarak zemin etkisi geniş bir yelpazede değerlendirilmiştir. Üç farklı zemin tabakasına ait zemin özellikleri ve sismik parametreler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Zeminlerin geoteknik ve sismik özellikleri
Table 1: Geotechnical and seismic properties of local soils

Özellik	Değer		
	Sıkı kum	Orta sıkı kum	Gevşek kum
Standart penetrasyon vuruş sayısı, N_{SPT}	50	20	5
Doğal yoğunluk, γ_n (kN/m ³)	18	17.3	16.5
Poisson oranı, ν	0.4	0.3	0.2
Ödometre modülü, E (MPa)	10.35	27.6	55.2
Yatak katsayısı, k (kN/m ³)	90000	36000	9000
Yerel zemin sınıfı (TBDY 2018)	ZC	ZD	ZE
Yerel zemin sınıfı (EN 1998-1 2004)	B	C	D
Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS}	1.2709	1.1399	1.1149
Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı, S_S	1.059	1.059	1.059
1 sn periyot için kısa periyot harita spektral ivme katsayısı, S_1	0.276	0.276	0.276
1 sn periyot için kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{D1}	0.414	0.5652	0.8059

2.2) Üstyapı Özellikleri

Çalışmada, tünel kalıp imalat tekniğiyle inşa edilmiş bir binanın depreme karşı performansının incelenmesi amaçlanmıştır. Deprem bölgesinde bulunan bir binanın proje bilgilerine ulaşılmasının zor olması nedeniyle, gerçekte yapılmış bir binanın malzeme, boyutlandırma ve geometri özellikleri kullanılmıştır. Seçilen binanın Hatay'daki farklı zemin koşullarındaki deprem performansı değerlendirilmiştir. Yapı, 7 normal kat ve merdiven ile asansör makine dairesi olmak üzere toplam 8 kattan oluşmaktadır. Binanın 8. katı merdiven ve asansör makine dairesidir. Binaya ait 3 boyutlu sonlu eleman analiz modeli, tip kat planı, sonlu eleman ağ modeli ve zemin yatak katsayısı (ZC zemin sınıfı için) Şekil 1'de gösterilmiştir. Tip kat yükseklikleri 2.79 m olan binada döşeme kalınlıkları 15 cm, taşıyıcı duvar perde kalınlıkları 20 cm, radye temel kalınlığı ise 50 cm olarak belirlenmiştir. Yapıya ait genel bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1: FE ETABS Analiz modeli a) 3D görünüş, b) kat planı, c) ağ modeli, d) yay ataması (ZC)
 Figure 1: FE ETABS Analysis model a) 3D view, b) floor plan, c) mesh model, d) area spring (ZC)

Tablo 2: Yapının analiz parametreleri
 Table 2: Analysis parameters of the building

Koordinatlar	Enlem: 36.198535° ; Boylam: 36.159735°
Kat sayısı	8 (7 Normal kat + merdiven ve asansör makine dairesi)
Kat yüksekliği (m)	2.79
Yapı yüksekliği (m)	19.23
Yapı boyutları (m)	38.3 x 24.9
Analiz tipi	Yatay – Düşey (doğrusal)
Döşeme kalınlığı (m)	0.15
Perde kalınlığı (m)	0.20
Ölü yük (t/m ²)	0.200
Canlı yük (t/m ²)	0.200 (döşeme) – 0.500 (balkon)
Beton sınıfı	C30/37 ($f_{cd}=200 \text{ kg/cm}^2$; $f_{ctd}=12.5 \text{ kg/cm}^2$)
Donatı sınıfı	B420C

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (TBDY 2018) taşıyıcı sistemi sadece perdelerden oluşan binalarda Denklem 1'de verilen şartların her ikisinin de sağlaması durumunda perde kalınlığının en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 20 cm'den az olmaması gerektiği belirtilmiştir.

$$\frac{\sum A_g}{\sum A_p} \geq 0.002 \quad (1a)$$

$$\frac{V_t}{\sum A_g} \geq 0.5 f_{ctd} \quad (1b)$$

Denklem 1'de $\sum A_g$ herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanını, $\sum A_p$ binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamını, V_t binaya etkiyen toplam deprem yükünü (taban kesme kuvveti) ifade etmektedir. TBDY (2018)'de verilen bu şartlar yapıda kullanılan perde alanın çok fazla olması ile sağlanabilecek şartlar olduğu için genelde tünel kalıp sistemler için uygundur. Tablo 5'te Denklem 1'de verilen oranlar tip katlar için sunulmuştur. Tablonun incelenmesinden Denklem 1'de verilen her iki şartın sağlandığı görülebilir.

Analizlerde TBDY 2018'de kullanılması zorunlu olan etkin kesit rijitlikleri dikkate alınmıştır. Buna göre yatay ve düşey taşıyıcı elemanlar için alınan etkin kesit rijitlik çarpanları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Etkin kesit rijitliği çarpanları
Table 3: Effective section stiffness multipliers

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	Eksenel	Kayma
Perde – Döşeme (Düzlem İçi)	0.50	0.50
Perde	0.25	0.25
Döşeme	0.25	0.25
Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)	Eğilme	Kesme
Perde	0.25	1.00
Döşeme	0.25	1.00

2.3) Analiz Aşamaları

Bu çalışmada 8 katlı tünel kalıp taşıyıcı sisteme sahip bina sonlu elemanlar metodunu kullanan ve sektörde yaygın olarak tercih edilen ETABS programı ile analiz edilmiştir (ETABS 2003). Bina analizinde üç farklı zemin profili (ZC, ZD, ZE), üç farklı yükleme koşulunda (1.4G+1.6Q; G+Q+E_x, G+Q+E_y) ve iki farklı temel modellemesi (ankastre çözüm, Winkler metodu) olmak üzere toplamda 18 adet analiz yapılmıştır.

Sonlu elemanlar metodunu kullanan programlar yapı–zemin etkileşiminin detaylı olarak modellenebilmesine imkân verse de uygulamada bina analizlerinde temel modellemesi yapılırken Winkler metodu veya ankastre çözüm dikkate alınmaktadır.

Ankastre çözümde yapı–zemin etkileşimi dikkate alınmamaktadır. Ankastre çözümde kolon, perde gibi düşey taşıyıcı elemanlar temele temas eden konsol mesnet gibi düşünülmektedir. Ankastre çözümde zemin yatak katsayısına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Winkler yönteminde temelin altındaki zemin bir grup yay tarafından temsil edilmektedir. Temeli temsil eden her bir yay birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır. Analizler sırasında yay sabitlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yay sabiti olarak zemin yatak katsayısı değeri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada her bir zemin profili (ZC, ZD, ZE) için zemin yatak katsayısı değerleri sırasıyla 90000, 36000 ve 9000 kN/m³ alınmıştır. Bu değerler SPT-N değeri kullanılarak Denklem 2 (Scott 1984) üzerinden hesaplanmıştır.

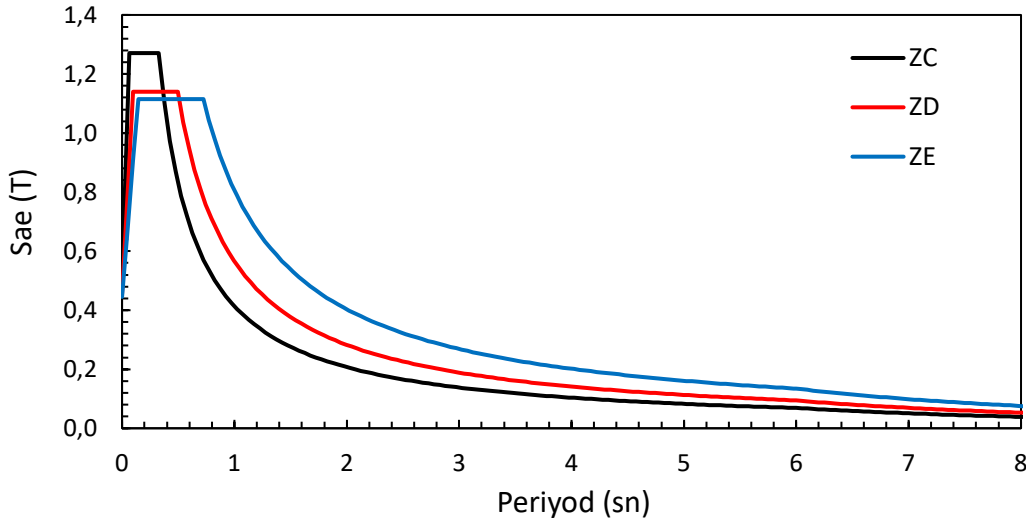
$$k = 1800 \cdot N \quad (kN/m^3) \quad (2)$$

Analizlerde TBDY (2018)'de tanımlanmış olan etkin kesit rijitlikleri dikkate alınmıştır. Analizler sonucunda elastik tasarım spektrum eğrileri, bina periyodu, katlara gelen deprem kuvvetleri, katlarda oluşan yatay deplasmanlar, kesme kapasitesi, perde iç kuvvetleri, zeminde oluşan gerilmeler ve oturmalar incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ankastre çözüm ve Winkler metodu karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1) Elastik Tasarım Spektrum Eğrileri ve Periyotlar

Analiz edilen yapıya ait yatay elastik tasarım ivme spektrum eğrileri (enlem: 36.198535; boylam: 36.159735) zemin sınıflarına göre Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: Zemin sınıflarına göre elastik tasarım ivme spektrumları
Figure 2: Elastic design acceleration spectra according to soil classes

T_A ve T_B köşe koordinat değerleri incelendiğinde en büyük ivme değerine ZC zemin sınıfında ulaşılmaktadır. İvme değerleri ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe azalmaktadır. Bununla birlikte T_A ve T_B köşe koordinatları arasındaki fark ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe açılmaktadır. Tünel kalıp sistemli yapılarda tüm duvarlar taşıyıcı olduğu için yapı periyodları (T), çerçevesiz yapılara göre çok daha küçük olmaktadır. Analiz edilen yapıya ait periyod değerleri ve bu değerlere karşılık gelen yatay elastik tasarım ivmeleri Tablo 4'te verilmiştir. Tünel kalıp sistemlerde genelde 1. mod burulma modu olmaktadır. Taban kesme kuvvetinin hesabında X ve Y yönlerindeki periyod değerleri dikkate alınmıştır.

Tablo 4'te zemin sınıflarına bağlı olarak hem ankastre analiz hem de Winkler metodu ile analizinden elde edilen periyotlar, yatay elastik tasarım spektral ivme değerleri, taşıyıcı sistem davranış katsayıları (R) ve azaltılmış tasarım spektral ivme değerleri verilmiştir.

Winkler yöntemi kullanılarak yapılan analizlerde yatak katsayısının değişimine bağlı olarak bina periyodunda farklılıklar oluşmuştur. Zemin sınıfı ZC'den ZE'ye doğru değiştirildikçe, zemin yatak katsayısı değeri azalmaktadır. Zemin yatak katsayısı değeri azaldıkça da bina periyodu ZC'den ZE'ye x-yönünde %37,5, y-yönünde %45,3 artmaktadır. Analizlerde kullanılan bina Winkler metodu yerine ankastre çözüm ile analiz edildiğinde bina periyodu değişmektedir. Ankastre çözümden elde edilen bina periyotları zemin sınıflarından bağımsızdır ve tüm zeminler için aynı değeri ($T_x=0,340$, $T_y=0,291$) vermektedir. Ankastre çözümden elde edilen bina periyotları Winkler metodundan elde edilen bina periyotlarına göre daha düşük

çıkılmaktadır. İki farklı şekilde analiz sonucu elde edilen bina periyotları arasındaki fark ZC sınıfı zeminden ZE sınıfı zemine gittikçe artmaktadır. Örneğin, X yönü dikkate alındığında ZC zemin için %27, ZD zemin için %41, ZE zemin sınıfı için ise %75 seviyelerine kadar fark çıkmaktadır. Periyotlardaki bu değişim azaltılmış tasarım deprem ivmelerini de arttırmaktadır. Öyle ki ZE zemin sınıfında ivme artışı %33 seviyesine kadar çıkmaktadır. Bu sonuç 8 katlı olan bu tür bir tünel kalıp sistemde yapı temel etkileşiminin analizde dikkate alınmasının daha ekonomik sonuçları olacağını göstermektedir.

Tablo 4: Zemin sınıflarına göre periyotlar ve tasarım ivme değerleri
Table 4: Periods and design acceleration values according to soil classes

Zemin Sınıfı	Periyotlar (sn)			T_A	T_B	$S_{aex}(T) / S_{aey}(T)$	$R_{ax}(T) / R_{ay}(T)$	$S_{aRx}(T) / S_{aRy}(T)$
	Burulma	X-yönü	Y-yönü					
ZC	0.511	0.432	0.382	0.065	0.326	0.958/1.084	6.00/6.00	0.160/0.181
ZC-Ank	0.378	0.340	0.291	0.065	0.326	1.218/1.271	6.00/5.63	0.203/0.226
ZD	0.589	0.479	0.436	0.099	0.496	1.140/1.140	5.88/5.58	0.194/0.204
ZD-Ank	0.378	0.340	0.291	0.099	0.496	1.140/1.140	4.90/4.55	0.233/0.250
ZE	0.759	0.594	0.555	0.145	0.723	1.115/1.115	5.38/5.19	0.207/0.215
ZE-Ank	0.378	0.340	0.291	0.145	0.723	1.115/1.115	4.15/3.91	0.269/0.285

$S_{ae}(T)$: Yatay elastik tasarım spektral ivme,

$S_{aR}(T)$: Azaltılmış tasarım spektral ivme ($S_{aR}(T)=S_{ae}(T)/R_a(T)$)

$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$, $T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

$R_a(T)=R/I$, ($T>T_B$), $R_a(T)=D+(R/I-D)T/T_B$, ($T \leq T_B$)

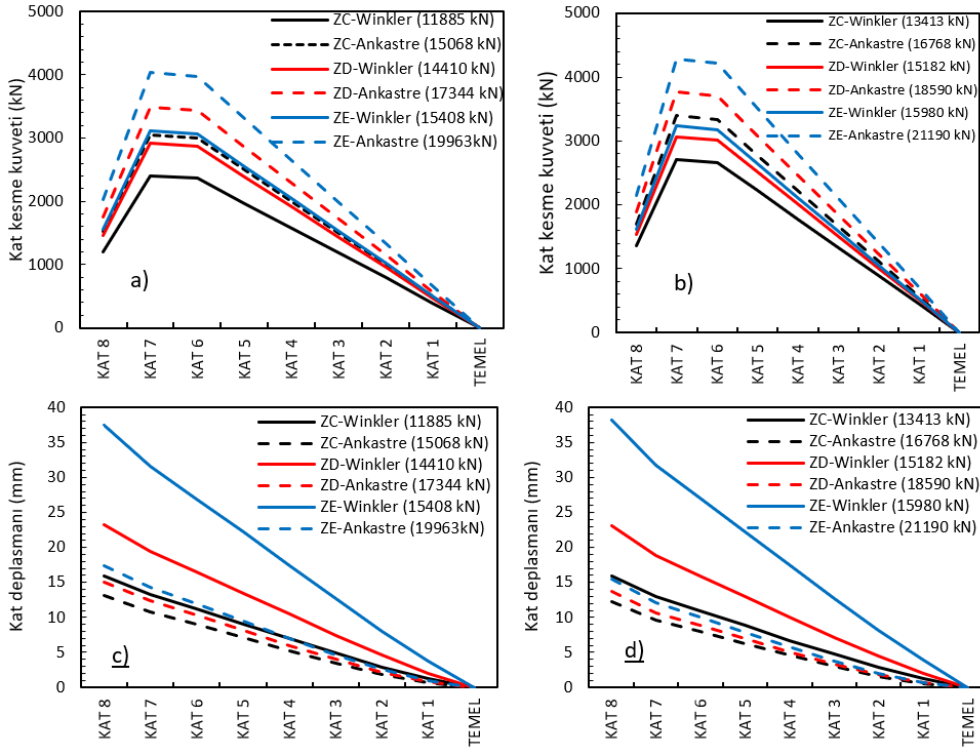
D: Dayanım fazlalığı katsayısı ($D=2.5$ (A13) TBDY 2018 Tablo 4.1)

3.2) Kat Kesme Kuvvetleri ve Kat Deplasmanları

Analiz sonucunda her bir zemin sınıfı için elde edilen deprem kuvvetleri ve kat deplasmanları her iki yön için de Şekil 3'te sunulmuştur.

Deprem kuvvetleri karşılaştırıldığında Winkler metodu ile yapılan analizlerde ZD ve ZE zemin sınıfları için katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin birbirine yakın olduğu, fakat ZC zemin sınıfına kıyasla büyük olduğu görülmektedir. ZD ve ZE zemin sınıflarında periyod değişmektedir. Periyod değerine bağlı olarak R değerleri ve dolayısıyla $S_{aRx}(T) / S_{aRy}(T)$ değerleri de değiştiği için yapıya deprem kuvvetleri yakın olarak etki etmektedir. Tablo 4'ün incelenmesinden de görülebileceği gibi X yönü için periyotlardaki değişim %24 iken $S_{aRx}(T)$ değeri ZD zemin sınıfı için 0.194, ZE zemin sınıfı için 0.207 (aradaki fark %7) olmaktadır. İki zemin sınıfı için toplam deprem kuvvetleri arasındaki fark da %7 olmaktadır. Ayrıca, zemin sınıfı kötüleştikçe deprem kuvvetlerinin arttığı da görülmüştür. Yapıya etkiyen toplam deprem kuvvetleri de her iki yön için ayrı ayrı Şekil 3'te sunulmuştur. 8'inci kat asansör makina dairesi ve merdiven boşluğunun üzerini kapatan kat olduğu için tip kata göre daha küçük bir alandır. Bu sebeple 7'nci kattan sonra deprem kuvveti azalmaktadır.

Deprem kuvvetindeki artış ile paralel olarak yapıda meydana gelen deplasmanlar da artmıştır. Ankastre çözüm ve Winkler metodu ile yapılan analizler sonucunda elde edilen kat deplasmanları arasında fark fazla olmaktadır. Ayrıca, Winkler metodu ile yapılan analizlerde kat deplasmanları Ankastre çözümden daha büyük çıkmaktadır. Bu durum Winkler metodu ile yapılan analizlerde temeldeki dönmelerin serbest olması sebebi ile meydana gelmektedir. Oysaki ankastre çözüm ile yapılan analizlerde temel ankastre olarak tanımlandığı için dönme meydana gelmemekte böylece üst yapı etkilenmemektedir. Kat deplasmanları arasındaki fark zemin sınıfı kötüleştikçe giderek artmaktadır. Örneğin, Winkler yöntemine göre x-yönündeki en büyük kat deplasmanı (8'inci Kat için) ZC, ZD ve ZE sınıfı zeminlerde sırasıyla 15.9 mm, 23.3 mm ve 37.5 mm'dir. Ankastre çözüm için 8'nci kat deplasmanları ZC, ZD ve ZE sınıfı zeminlerde sırasıyla 13.3 mm, 15.1 mm ve 17.4 mm'dir.



Şekil 3: Kat kesme kuvvetleri a) x-yönü, b) y-yönü ve kütle merkezi deplasmanları c) x-yönü, d) y-yönü
 Figure 3: Floor earthquake forces a) x-direction, b) y-direction and center of mass displacements c) x-direction, d) y-direction

Winkler metodu, zayıf zeminlerde ankastre çözüme göre daha büyük kat deplasmanları ve deprem kuvvetleri üretmektedir. Bu fark, Winkler metodunda temel dönmelerinin serbest olmasından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak bu durum zemin sınıfı kötüleştikçe artmaktadır. Bu yüzden tünel kalıp sistemlerde yapı-zemin etkileşimi dikkate alınması gerekmektedir.

3.3) Kesme Kapasitesi

TBDY (2018)'de yerinde dökme betonarme binaların tasarımı için kurallar 7'nci bölümde anlatılmıştır. Perde kesitlerinin kesme dayanımının, (V_r), hesaplanması için verilen formül Denklem 3'te sunulmuştur. Burada A_{ch} kesit brüt beton alanını, f_{ctd} betonun tasarım çekme dayanımını, ρ_{sh} perde yatay donatı hacimsel oranını (min 0.0025), f_{ywd} ise donatı çeliğinin tasarım akma dayanımını ifade etmektedir. Denklem 4'te ise TS500'e göre eğik çatlama dayanımı sunulmuştur. Bu denklemde donatı bulunmadan kesitin çatlama dayanımı hesaplanmaktadır. Yine TBDY (2018)'de Denklem 1a ve Denklem 1b'de verilen her iki şartın sağlanması durumunda ρ_{sh} yatay donatı oranının minimum 0.002 olarak alınabileceği belirtilmiştir. Tünel kalıp sistemli binalarda bu iki şart sağlandığı için yatay donatı oranı ρ_{sh} minimum 0.002 olarak alınabilmektedir.

$$V_r = A_{ch} (0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{ywd}) \quad (3)$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d \quad (4)$$

Analiz modeli tip kat planı dikkate alınarak TBDY (2018)'de verilen perde kesme dayanımı (minimum yatay donatı oranı $\delta_{sh} = 0.0020$ kabul edilerek) ve TS500'de verilen eğik çatlama dayanımı ile yapıya etkiyen toplam deprem kuvvetleri her iki yön için ayrı ayrı olmak üzere Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Zemin sınıflarına göre deprem kuvvetleri ve perde kesme dayanımları
 Table 5: Earthquake forces and shearwall shear strengths according to soil classes

Zemin Sınıfı	Perde kesme dayanımı, V_r (kN)		Deprem Kuvveti, EQ (kN)		Oran V_r / EQ	Beton eğik çatlama dayanımı, V_{cr} (kN)	$\Sigma A_g / \Sigma A_p$	$V_t / \Sigma A_g \leq 0.5 f_{ctd}$
	X yönü	Y yönü	X yönü	Y yönü				
ZC	33413	49570	11880	13410	2.81/3.70	17599/26114	0.0033/0.0049	54.85/41.73
ZD	33413	49570	14401	15166	2.32/3.27	17599/26114	0.0033/0.0049	66.49/47.19
ZE	33413	49570	15402	15971	2.17/3.10	17599/26114	0.0033/0.0049	71.11/ 9.69

Deprem kuvvetleri ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe artmaktadır. Örneğin X yönündeki deprem kuvveti ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe % 30 seviyelerinde artmıştır.

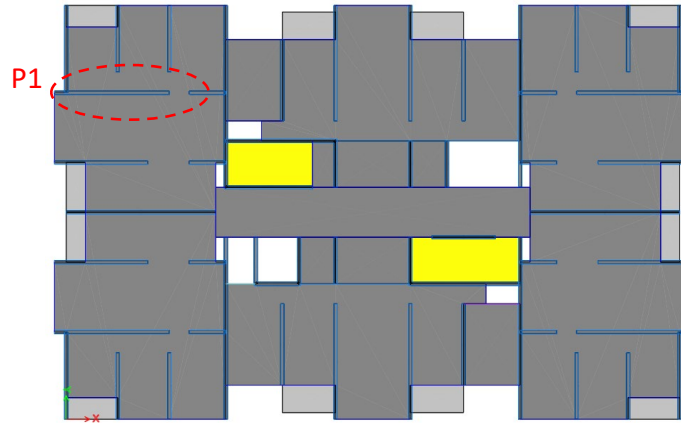
Tablonun incelenmesinden de görülebileceği gibi perde içinde minimum yatay donatı kabulü yapılsa bile sistemde gelen deprem kuvvetinin çok çok üzerinde bir kesme kapasitesi vardır. Hatta sadece betonun kesme kuvveti altında eğik çatlama dayanımı V_{cr} dikkate alındığında bile gelen deprem kuvvetinin üzerinde dayanım olduğu görülmektedir.

Zemin-yapı etkileşiminin orta yükseklikteki binaların sismik tepkisini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Bu yüzden, deprem kuvvetlerinin dağılımı değişmekte ve yapısal davranışı etkilemektedir. Zemin-yapı etkileşimi, yapıların sismik performansını ve güvenliğini belirlemede kritik bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Hokmabadi ve diğ. 2013).

Yapılan bir çalışmaya göre, perde eğilme davranışını belirleyen yükseklik/uzunluk>2 şartı sağlanmış olmasına rağmen perdelerde eğilme göçme modunun hakim olmadığı, beklenenin tam aksine davranışa kesme göçme modunun hakim olduğu belirtilmiştir (Mohsenian ve Di-Sarno 2024). Perdelerin eğilme perdesi olarak donatılabilmesi için gerekli olan yükseklik/uzunluk>2 şartı TBDY (2018)'de de aynıdır. Eğilme perdesi olma şartını sağlasa ve bu şarta uygun olarak eğilme etkilerine göre donatılsa bile perdelerde göçme modunun eğilme değil kesme olabileceği unutulmamalıdır.

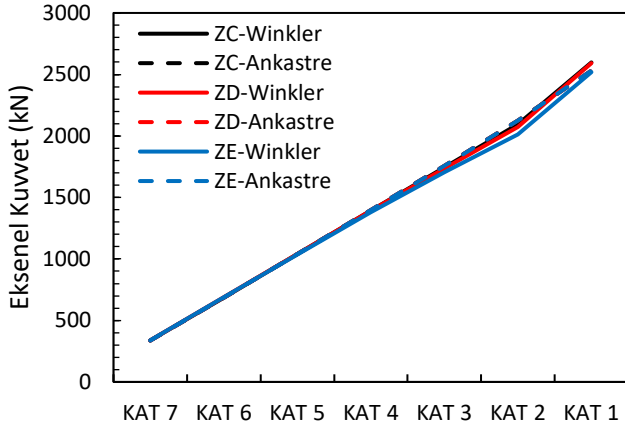
3.4) Perde Duvar İç Kuvvetleri

Analizler neticesinde zemin sınıfları ve modelleme şekline göre perde iç kuvvetlerinde meydana gelen değişimler elde edilmiştir. Örnek olarak seçilen perde tip kat planı üzerinde işaretlenerek Şekil 4'te sunulmuştur.

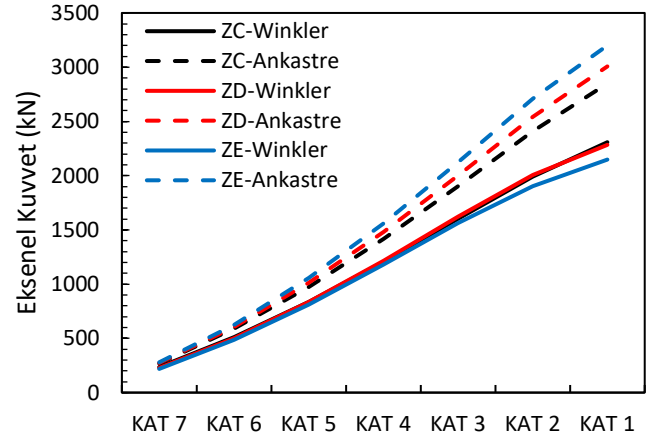


Şekil 4: P1 Perdesinin planda gösterimi
 Figure 4: Plan representation of P1 Shearwall

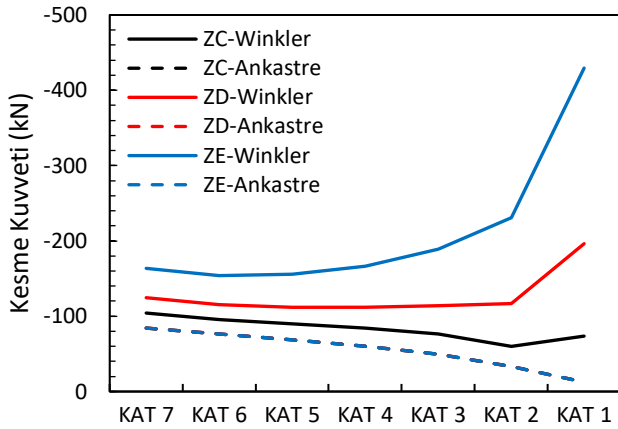
Seçilen perdeye ait faktörlü düşey yükler (1.4G+1.6Q) ve düşey yükler ile X yönü depremin ortak etkisi (G+Q+EX) altındaki aksel yük, kesme kuvveti ve moment değişimi Şekil 5'te sunulmuştur. 8'inci kat asansör dairesi olduğundan ve P1 perdesi 8'inci katta devam etmediğinden dolayı, kesit tesirleri 7'nci kata kadar sunulmuştur.



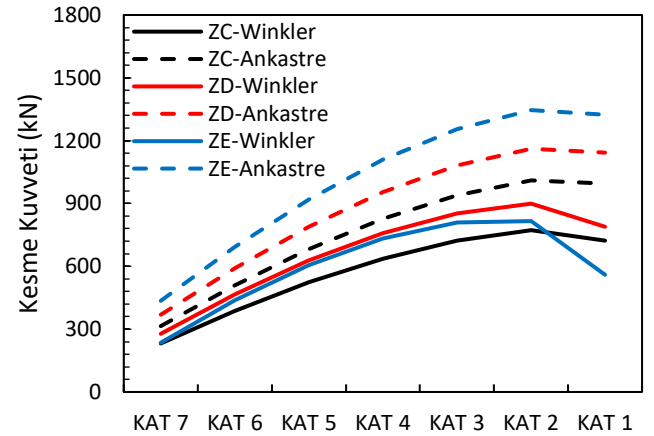
a) Eksenel yük değişimi (1.4G+1.6Q)



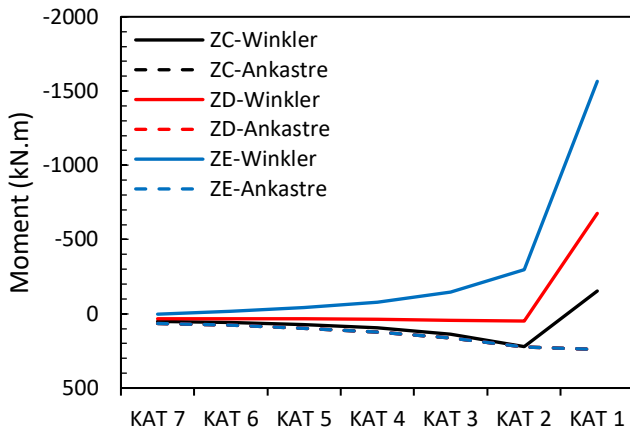
b) Eksenel yük değişimi (G+Q+EX)



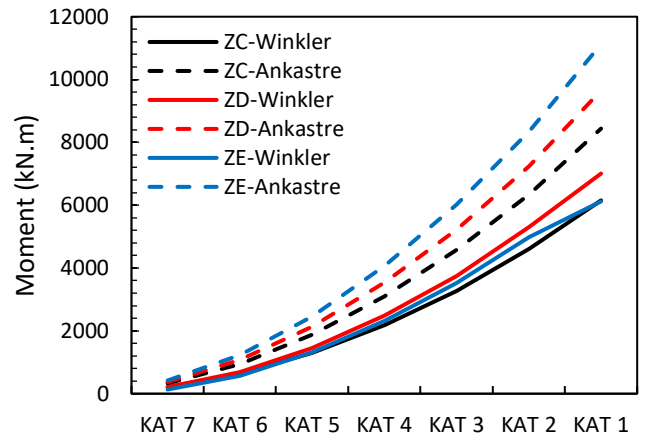
c) Kesme kuvveti değişimi (1.4G+1.6Q)



d) Kesme kuvveti değişimi (G+Q+EX)



e) Moment değişimi (1.4G+1.6Q)



f) Moment değişimi (G+Q+EX)

Şekil 5: P1 perdesi kesit tesirleri değişimi
Figure 5: Internal forces of P1 Shearwall

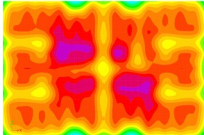
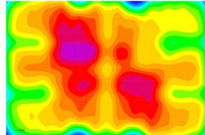
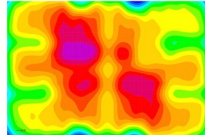
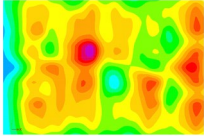
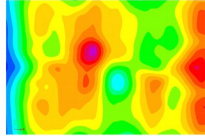
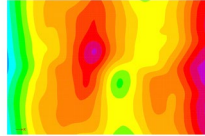
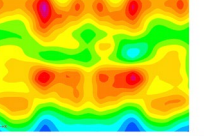
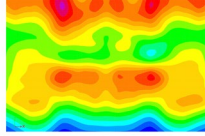
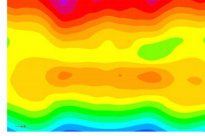
Winkler ve Ankastre çözümde 1.4G+1.6Q yükleme koşulunda zemin sınıfının ve dolayısı ile zemin yatak katsayısının değişimi P1 perdesine gelen eksenel kuvvetlerde ihmal edilebilir seviyede değişikliğe sebep olmuştur (Şekil 5a). Bu durum düşey yükler ve deprem etkisinin ortak etkisi (G+Q+EX) dikkate alındığında farklılık göstermektedir. Temellerin zemin seviyesinde ankastre kabul edilmesi ile elde edilen eksenel yük değerleri, yapı – temel etkileşiminin dikkate alındığı Winkler yöntemi ile yapılan modellerden daha fazla çıkmıştır. 1.4G+1.6Q yükleme koşulunda tüm yerel zemin sınıfları için Winkler yöntemi Ankastre temele göre daha büyük kesme kuvveti ve moment değerleri vermektedir. Bu durum, Winkler yönteminde yapı-zemin etkileşiminin dikkate alınmasından ve temel altında meydana gelen oturmalarından kaynaklanmaktadır. Fakat, kesme kuvveti ve moment değerleri hem düşey yük hem de yatay yük etkisi altında (G+Q+EX) ankastre kabul ile yapılan analizlerde daha fazla olmuştur (Şekil 5). Bunun nedeni ise bina periyodu ve burulma değerlerinin Winkler yönteminde daha büyük olmasına rağmen, Ankastre çözümde perde-temel arasındaki zorlanmanın (dönme olmaması nedeniyle) fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Winkler metodu, yapı-zemin etkileşimini dikkate alarak daha büyük eksenel yükler ve momentler üretmektedir. Ancak, ankastre çözümde dönme olmaması nedeniyle düşey ve yatay yüklerin etkisi altında daha büyük kesme kuvveti ve momentler oluşmaktadır.

3.5) Zemin gerilmesi ve oturmalar

Temel tabanında oluşan gerilmeler ve oturmalar; Ankastre temel çözümünde zemin olmadığından dolayı, sadece Winkler temel analizinden elde edilmişlerdir (Tablo 6). Radye temelin altındaki gerilme üst yapıdan gelen statik (G+Q) ve dinamik (düşey ve yatay deprem yükü, G+Q+E_x, G+Q+E_y) yükler altında oluşur. Yine bu yükler altında zemin özelliklerine bağlı olarak oturmalar meydana gelir. Bu oturmaların izin verilen limitler dahilinde olması gereklidir. Zemin sınıfına bağlı olarak statik ve dinamik yükler altında oluşan zemin gerilmeleri Tablo 6'da, zeminde meydana gelen oturmalar ise Tablo 7'de verilmiştir.

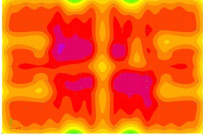
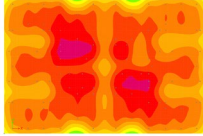
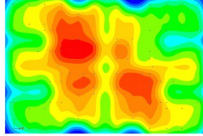
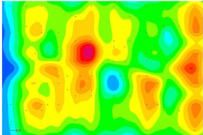
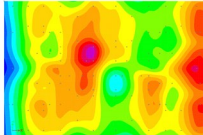
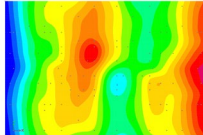
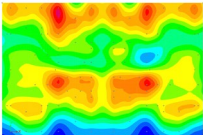
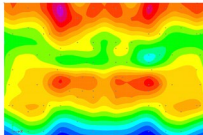
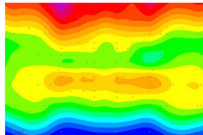
Tablo 6: Statik ve dinamik yükler altında zemin gerilmeleri
Table 6: Base pressures under static and dynamic loads

ZC	ZD	ZE
$\sigma_{max (G+Q)} = 127.5 \text{ kN/m}^2$ 	$\sigma_{max (G+Q)} = 112.8 \text{ kN/m}^2$ 	$\sigma_{max (G+Q)} = 102.0 \text{ kN/m}^2$ 
$\sigma_{max (G+Q+Ex)} = 245.3 \text{ kN/m}^2$ 	$\sigma_{max (G+Q+Ex)} = 215.8 \text{ kN/m}^2$ 	$\sigma_{max (G+Q+Ex)} = 161.9 \text{ kN/m}^2$ 
$\sigma_{max (G+Q+Ey)} = 245.3 \text{ kN/m}^2$ 	$\sigma_{max (G+Q+Ey)} = 215.8 \text{ kN/m}^2$ 	$\sigma_{max (G+Q+Ey)} = 176.6 \text{ kN/m}^2$ 

Zemin yatak katsayısı azaldıkça temel tabanında oluşan gerilmeler de azalmış buna karşılık oturmalar artmıştır. Düşey yükler altında ZC, ZD ve ZE zeminleri için zeminde oluşan maksimum gerilmeler sırası ile 127.5 kN/m², 112.8 kN/m² ve 102.0 kN/m² olarak elde edilmiştir. Düşey yük ve depremin ortak etkisi altında ise x ve y yönleri için sırası ile 245.3 kN/m² (ZC), 215.8 kN/m² (ZD), 161.9 kN/m² (x) – 176.6 kN/m² (y) (ZE) mertebelerindedir.

Oturmalar incelendiğinde ise zemin yatak katsayısı azaldıkça (ZC'den ZE'ye doğru) oturmaların arttığı görülmektedir. Düşey yükler altında ZC zemin sınıfında 1.5 mm olan oturma miktarı ZE zemin sınıfında 12 mm mertebelerine ulaşmıştır. Deprem yüklemesi altında bile (G+Q+E_y) radye temel altındaki en büyük oturma değeri 20 mm olmaktadır. Benzer durum düşey yükler ile deprem etkisinin de dikkate alındığı kombinasyonda da görülmektedir. Kumlu zeminlere oturan radye temeller için izin verilebilir oturma değeri 50 mm olduğundan (EN 1998-1 2004), bina oturma şartını sağlamaktadır.

Tablo 7: Statik ve dinamik yükler altında zeminde meydana gelen maksimum oturmalar
Table 7: Maximum settlements under static and dynamic loads

ZC	ZD	ZE
$\delta_{max (G+Q)} = 1.5 \text{ mm}$ 	$\delta_{max (G+Q)} = 3.3 \text{ mm}$ 	$\delta_{max (G+Q)} = 12.0 \text{ mm}$ 
$\delta_{max (G+Q+E_x)} = 2.9 \text{ mm}$ 	$\delta_{max (G+Q+E_x)} = 6.2 \text{ mm}$ 	$\delta_{max (G+Q+E_x)} = 18 \text{ mm}$ 
$\delta_{max (G+Q+E_y)} = 2.9 \text{ mm}$ 	$\delta_{max (G+Q+E_y)} = 6.2 \text{ mm}$ 	$\delta_{max (G+Q+E_y)} = 20.0 \text{ mm}$ 

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada deprem gibi dinamik yatay yükler altında oldukça iyi davranış gösteren, taşıyıcı sistemi tünel kalıp sistem olan 8 katlı bir yapı farklı zemin tipleri dikkate alınarak hem Winkler metodu hem de ankastre çözüm ile modellenmiş ve analiz edilmiştir. Zemin sınıfı olarak ZC, ZD ve ZE sınıfları ve sırasıyla bu sınıflara karşılık gelen 90000 kN/m³, 36000 kN/m³ ve 9000 kN/m³ yatak katsayıları dikkate alınmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- S_{Ds} değeri ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe azalmaktadır.
- ZC'den ZE zemin sınıfına doğru gidildikçe köşe koordinatları olan T_A ve T_B arasındaki fark açılmaktadır. ZE zemin sınıfları üzerine yapılacak yapıların maksimum ivmeye maruz kalma ihtimali diğer zemin sınıflarına göre daha fazladır.
- Winkler metoduna göre modelleme ve analiz yapıldığında zemin sınıfı kötüleştiğinde yapı periyodunda artış meydana gelmiştir. Winkler metodu ile çözümde ZE zemin sınıfında periyot değeri %75 daha fazla çıkmıştır. Periyottaki değişim deprem kuvvetlerini etkilemektedir. Bununla birlikte ankastre çözüm ile yapılan analizlerden elde edilen bina periyodu daha düşük çıkmaktadır.

- Azaltılmış tasarım ivme değerleri dikkate alındığında Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R), değerindeki değişimden dolayı yapıya etkileyen en büyük ivme ZE zemin sınıfında olmuştur. Bunu sırasıyla ZD ve ZC zemin sınıfları izlemektedir.
- Deprem kuvvetleri ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe artmaktadır. Örneğin X yönündeki deprem kuvveti ZC zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gittikçe % 30 seviyelerinde artmıştır.
- Ankastre çözüm ile yapılan tüm analizlerde azaltılmış tasarım ivme değerleri yapı-temel birlikte olan modellerden daha fazla olmuştur. Bu sebeple yapı-temel birlikte çözümün deprem kuvvetleri açısından daha ekonomik çözüm verdiği söylenebilir. Buna karşılık yapı-temel birlikte çözümde temeldeki oturma ve dönmeler analizde dikkate alındığı için deprem kuvvetleri daha az olmasına rağmen deplasmanlar daha fazla olmaktadır. Daha gerçekçi deplasman ve davranışın elde edilmesi için yapı-temel etkileşiminin dikkate alındığı Winkler metodu, Pseudo Eşlenik metod gibi yöntemlerle yapı analizinin gerçekleştirilmesi daha doğru olacaktır.
- TBDY (2018)'de verilen perdelerin kesme güvenliği (V_r) formülüne göre perdelerin deprem doğrultusuna paralel boyutları dikkate alınarak minimum yatay donatı oranı kabulü ile yapılan hesapta tüm zemin sınıflarında perdelerin kapasiteleri gelen deprem kuvvetlerinin üzerindedir. Bu durum tünel kalıp sistemlerin deprem etkisinde neden iyi performans gösterdiği sorusuna ışık tutmaktadır. TS500'de verilen ve donatının bulunmadığı Eğik Çatlama Dayanımı (V_{cr}), değeri bile deprem kuvvetinin üzerinde kalmaktadır.
- Modelleme yöntemine göre deprem kuvvetlerinin farklılık göstermesi taşıyıcı sistemi oluşturan perdelerde oluşan iç kuvvetleri de etkilemektedir. Düşey yükler altında elde edilen aksel yük değerlerindeki değişim tüm modellerde ihmal edilebilir seviyede iken kesme kuvveti ve moment değerleri tüm modellerde kolonların temel seviyesinde ankastre kabul edilmesi ile yapılan analizlerde daha fazla çıkmıştır.
- Zeminde oluşan gerilme değerleri ZC zemin sınıfından ZE gittikçe azalmaktadır. ZC zemin sınıfında, düşey yükler altında oluşan gerilmeler ZE zemin sınıfına göre %25 daha fazladır. Deprem durumunda ise bu artış %50'ye kadar çıkmaktadır.
- Zeminde meydana gelen oturma değerleri ZC zemin sınıfından ($\delta_{max (G+Q)} = 1.5$ mm) ZE zemin sınıfına ($\delta_{max (G+Q)} = 12$ mm) gittikçe artmaktadır.

KAYNAKLAR

Aval S.B.B., Asayesh M.J., 2017. Seismic performance evaluation of asymmetric reinforced concrete tunnel form buildings, *Structures*, 10, 157–169, <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2017.03.005>.

Balkaya C., Kalkan E., 2002. Tünel Kalıp ile İnşa Edilen Yapıların Deprem Yükleri Altındaki Davranışları, ECAS2002 Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Balkaya C., Kalkan E., 2003a. Estimation of fundamental periods of shear-wall dominant building structures, *Earthq Eng Struct Dyn.*, 32(7),985-998.

Balkaya C., Kalkan E., 2003b. Nonlinear seismic response evaluation of tunnel form building structures, *Comput Struct.*, 81(3),153-165.

Balkaya C., Kalkan E., 2004. Seismic vulnerability, behavior and design of tunnel form building structures, *Eng Struct.*, 26(14), 2081-2099.

Chaudhary A.D., 2017. Study of tunnel formwork system & comparative analysis with conventional formwork, *Int. J. Sci. Eng. Res.*, 8(5), 1281-1286.

El-saad M.N.A., Salama M.I., 2017. Estimation of period of vibration for concrete shear wall buildings, *HBRC journal*, 13(3):286–290.

EN 1998-1, 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, European Standard, rue de Stassart, Brussels.

ETABS, 2003. Computers and Structures Inc. Berkeley, CA.

Goel R.K., Chopra A.K., 1998. Period formulas for concrete shear wall buildings, *Journal of Structural Engineering*, 124(4), 426-433.

Guzel Y., Güzel F., 2024. Considerations of Design Response Spectrum Involving Site Effect: Application to the Kocaeli Region, Türkiye, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 40-57.

Hadzima-Nyarko M., Ademović N., Koković V., Lozančić S., 2022. Structural dynamic properties of reinforced concrete tunnel form system buildings, *Structures*, 41, 657-667.

Hokmabadi A.S., Fatahi B., Samali B., 2013. Seismic response of superstructure on soft soil considering soil-pile-structure interaction. In 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering: Challenges and Innovations in Geotechnics, *ICSMGE 2013*.

Kalkan E., Yüksel S.B., 2008. Pros and cons of multistory RC tunnel-form (box-type) buildings, *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 17(3),601-617.

Korkmaz H., 2006. Antakya'da zemin özellikleri ve deprem etkisi arasındaki ilişki, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(2),49-66.

Lee L., Chang K., Chun Y., 2000. Experimental formula for the fundamental period of RC buildings with shear-wall dominant systems, *The Structural Design of Tall Buildings*, 9(4),295-307.

Mohsenian V., Di-Sarno L., 2024. Numerical analysis of potential failure modes in shear walls of the tunnel form concrete system: Performance-based approach, *Eng Struct.*, 303,117494.

Mohsenian V., Gharaei-Moghaddam N., Moghadam A.S., 2024. Evaluation of slab-wall connections in tunnel form concrete structures: A multi-level approach based on seismic demand and capacity, *Eng Fail Anal.*, 156,107833.

Mohsenian V., Nikkhoo A., Hejazi F., 2019. An investigation into the effect of soil-foundation interaction on the seismic performance of tunnel-form buildings. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 125:105747.

Mohsenian V., Nikkhoo A., Rostamkalaee S., Moghadam A.S., Hejazi F., 2021. The seismic performance of tunnel-form buildings with a non-uniform in-plan mass distribution, *Structures*, 29, 993-1004.

Mylonakis G., Nikolaou S., Gazetas G., 2006. Footings under seismic loading: Analysis and design issues with emphasis on bridge foundations, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 26(9),824-853.

Olgun M., Fidan B., Yenginar Y., 2019. Model Studies of Lateral Soil Pressure on Drilling Piles in Dry and Saturated Sands, *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 56(4),280-286. <https://doi.org/10.1007/s11204-019-09603-9>.

Özer Ö., Yüksel B., 2021. Comparison of the effect of foundation analysis methods on structural analysis results of tall buildings, *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 5(1),106-112, <https://doi.org/10.35860/iarej.799055>.

Özkan İ., Yenginar Y., Ecemiş A.S., 2023. Analysis of raft foundation on sandy soils by Winkler and Pseudo-coupled methods, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2),675-688, <https://doi.org/10.31796/ogummf.1224081>.

Scott R.F., 1984. Foundation analysis, Prentice Hall International., London: Prentice Hall International.

Soğancı A.S., Orman A., 2024. The Influence of Polypropylene Fiber on High and Low Plasticity Clay, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 178-187, <https://doi.org/10.47112/neufmbd.2024.41>.

Soğancı A.S., Yenginar Y., Orman A., 2023. Geotechnical Properties of Clayey Soils Stabilized with Marble Dust and Granulated Blast Furnace Slag, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 27(11), 4622-4634, <https://doi.org/10.1007/s12205-023-0384-6>.

Soğancı A.S., Yenginar Y., Özkan İ., Güzel Y., Özdemir A., 2024. Waste Management of Red Mud and Fly Ash to Utilize in Road Subgrade Material, *Sustainability*, 16(7),2987, <https://doi.org/10.3390/su16072987>.

Stewart J.P., Seed R.B., Fenves G.L., 1999. Seismic soil-structure interaction in buildings. II: Empirical findings, *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 125(1), 38-48.

TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>.

Yenginar Y., Fidan B., Olgun M., 2024. Effect of pile geometry and soil saturation degree on point bearing capacity for bored piles in sands, *Konya Journal of Engineering Sciences*, 12 (2), 307–325, <https://doi.org/10.36306/konjes.1398634>.

Yenginar Y., Mobark A.A.A.M., Olgun M., 2021. Investigating the construction parameters of deep mixing columns in silty soils, *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 5(3), 464-474, <https://doi.org/10.35860/iarej.978978>.

Yenginar Y., Olgun M., 2023. Optimizing installation parameters of DM columns in clay using Taguchi method, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 82(4),145, <https://doi.org/10.1007/s10064-023-03168-6>.

Yenginar Y., Olgun M., 2024. Uçucu Kül Katkısının Derin Karıştırma Kolonlarının Sıkışabilirliğine Etkisi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 139-152, <https://doi.org/10.47112/neufmbd.2024.38>.

Yenginar Y., Özkan İ., 2023. Local site conditions and hydromechanical effects in service life of cantilever retaining walls, *Eng Fail Anal.*, 153, 107536. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107536>.

Yuksel S.B., Kalkan E., 2007. Behavior of tunnel form buildings under quasi-static cyclic lateral loading, *Structural Engineering and Mechanics*, 27(1), 99.

Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z., 2005. The finite element method set, Its Basis and Fundamentals, Sixth Edition, Elsevier, 2005.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı (Deprem Verisi-TDVM, Deprem Tehlike Haritası-TDTH kullanımı)

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): A.S.E., Y.Y., İ.Ö.
- Literatür araştırması (*Literature research*): A.S.E.
- Veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): A.S.E.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): A.S.E.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): A.S.E., Y.Y.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): A.S.E., Y.Y., İ.Ö.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): A.S.E., Y.Y., İ.Ö.



Request Application for Needs and Living Supplies after the Earthquake

Nurettin Bas ¹ and Onder Yakut ¹

¹ Kocaeli University, Technology Faculty, Department of Information Systems Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

ORCID: 0009-0001-6785-6087, 0000-0003-0265-7252

Keywords

Disaster management, Earthquake, Humanitarian needs and aids, Logistics process, Web app

Highlights

- * Web-based application development for post-disaster humanitarian needs
- * Sharing information about aids with the teams on duty
- * Providing support through needs analyses

Aim

This study aims to ensure that the humanitarian needs and demands for living materials that arise after a disaster are distributed equally and proportionately by coordinating with public institutions and organizations, the private sector, non-governmental organizations and philanthropists

Location

This study has implemented in Türkiye

Methods

A web-based application has been developed that will facilitate the precautions to be taken against disasters, help the aid activities to be carried out to reach their goals, and help disaster volunteers and field personnel to keep track of their work

Results

The study revealed a potential relationship between pre-earthquake crustal deformation and ionospheric changes, providing insights into earthquake prediction. Further research and the development of comprehensive models are essential to harness the full potential of ionospheric changes as precursors to earthquakes

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Bas N., Yakut O., 2024. Request Application for Needs and Living Supplies after the Earthquake, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 587-609, <https://doi.org/10.46464/tdad.1499265>.

Manuscript

Research Article

Received: 11.06.2024

Revised: 11.08.2024

Accepted: 12.08.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1499265



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Onder Yakut

Email: onder.yakut@kocaeli.edu.tr

Product Category	Product	Amount	History	Priority Status
Basic Need	Water-1.5 lt	50 Pieces	25.04.2024	High
Basic Need	Water-1.5 lt	10 Pieces	25.04.2024	High
Basic Need	Water-1.5 lt	10 Pieces	25.04.2024	High
Basic Need	Water-1.5 lt	10 Pieces	25.04.2024	High
Personal Needs	Men's Shoes	2 Pieces	29.04.2024	High
Personal Needs	Women's Shoes	1 Piece	01.05.2024	High
Personal Needs	Men's Clothing	1 Piece	01.05.2024	High
Basic Need	Dry Food Box	1 Box	01.05.2024	High
Land Transportation	Transfer Outside the Province	1 Piece	02.05.2024	High
Container	Container House	1 Package	04.01.2024	High

Figure

Designated list of requests for humanitarian assistance



Deprem Sonrasında İhtiyaç ve Yaşam Malzemeleri Talep Uygulaması

Nurettin Baş¹ ve Önder Yakut¹

¹ Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, 41001 Kocaeli, Türkiye
ORCID: 0009-0001-6785-6087, 0000-0003-0265-7252

ÖZET

Ülkemiz, dünya deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer almaktadır. Birçok bölgeyi etkileyen geniş çaplı doğal afetlerin meydana geldiği ülkemizde dayanışma ve yardımlaşma gereksinimi çok yüksektir. Bu çalışmada, afet sonrasında oluşan acil durum ve yardım faaliyetlerinin koordineli şekilde yürütülmesini, yardımlaşma faaliyetlerinin hedefine ulaşmasını ve afet gönüllüsü olarak çalışan kişilerin ve sahada görevli personellerin işlerini takip etmede kolaylık sağlayan bir web tabanlı uygulama geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, afet sonrası oluşan insani ihtiyaçların ve yaşam malzemesi taleplerinin kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör, sivil toplum örgütleri ve yardımseverler ile koordinasyon sağlanarak eşit ve orantılı bir şekilde dağıtılmasını sağlamaktır. Ayrıca, geliştirilen web tabanlı uygulama sayesinde yardım bölgelerinin belirlenmesi ve ihtiyaç analizlerinin yapılması kolaylaştırılmaktadır. Afetlere karşı dirençli hale gelmek ve yaşanan afetler sonrasında insani yardım operasyonlarının koordinasyonunu düzenlemek için yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması Afet ve Acil Durum Müdürlüğü koordinesinde yürütülecek çalışmalara destek olması amacıyla geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler

Afet yönetimi, Deprem, İnsani ihtiyaçlar ve yardımlar, Lojistik süreci, Web uygulaması

Öne Çıkanlar

- * Afet sonrası insani ihtiyaçlar için web tabanlı uygulama geliştirme
- * Yardımlara yönelik bilgilerin görevli ekiplerle paylaşılması
- * İhtiyaç analizleri ile yardımların sağlanması

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 11.06.2024
Düzeltilme: 11.08.2024
Kabul: 12.08.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1499265

Sorumlu yazar

Önder Yakut
Eposta:
onder.yakut@kocaeli.edu.tr

Request Application for Needs and Living Supplies after the Earthquake

Nurettin Bas¹ and Onder Yakut¹

¹ Kocaeli University, Technology Faculty, Department of Information Systems Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye
ORCID: 0009-0001-6785-6087, 0000-0003-0265-7252

ABSTRACT

Our country is located on the Alpine-Himalayan belt, one of the world's earthquake zones. The need for solidarity and assistance is very high in our country, where major natural disasters affect many regions. In this study, a web-based application has been developed that facilitates the coordinated execution of emergency and relief activities after the disaster, the achievement of the target of the relief activities and the follow-up of the work of the people working as disaster volunteers and the personnel working in the field. This study aims to ensure that the humanitarian needs and demands for living materials that arise after a disaster are distributed equally and proportionately by ensuring coordination with public institutions and organizations, the private sector, non-governmental organizations and philanthropists. In addition, the web-based application developed makes it easier to determine aid areas and conduct needs analysis. In order to become resilient to disasters and to organize the coordination of humanitarian aid operations after disasters, the aid market needs request web application has been developed to support the work to be carried out under the coordination of the Disaster and Emergency Directorate.

Keywords

Disaster management, Earthquake, Humanitarian needs and aids, Logistics process, Web app

Highlights

- * Web-based application development for post-disaster humanitarian needs
- * Sharing information about aids with the teams on duty
- * Providing support through needs analyses

Manuscript

Research Article

Received: 11.06.2024
Revised: 11.08.2024
Accepted: 12.08.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

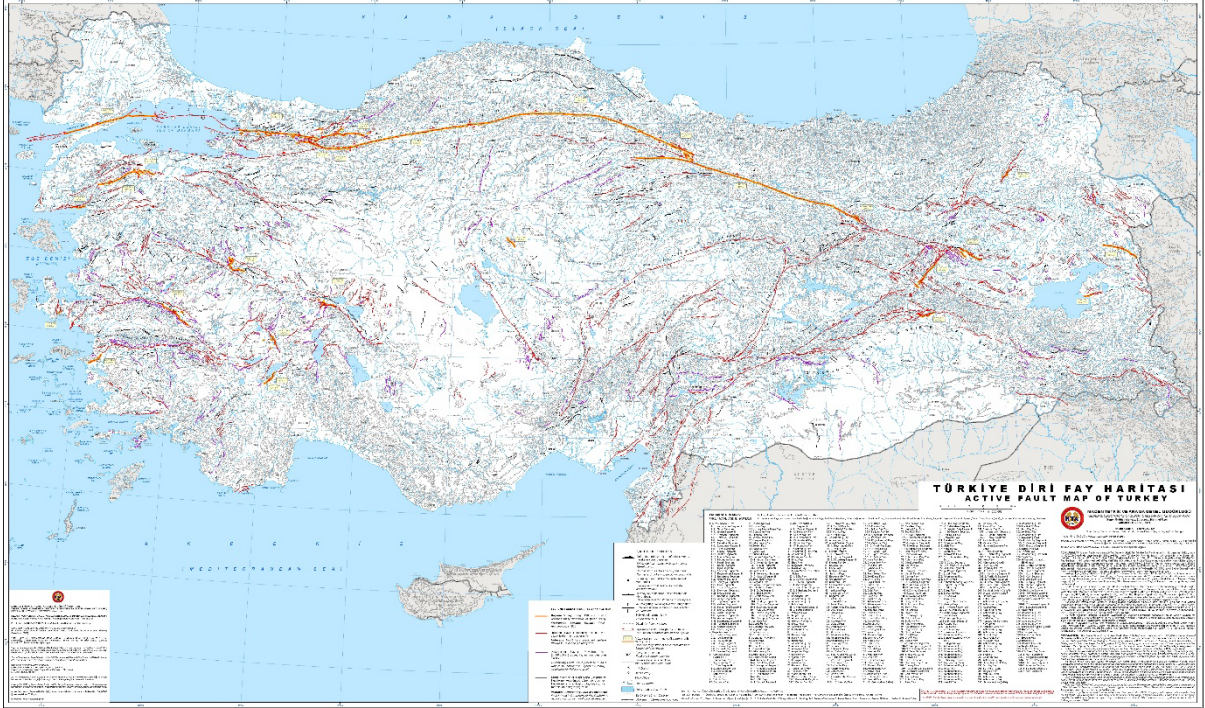
10.46464/tdad.1499265

Corresponding Author

Onder Yakut
Email:
onder.yakut@kocaeli.edu.tr

1. GİRİŞ

Yer kabuğunda oluşan kırılmalar sonucu ortaya çıkan enerjinin sismik dalgalar şeklinde yayılmasıyla yüzeydeki kayalar ve toprakların titreşimine deprem denilmektedir (AFAD 2019). Ülkemizin jeolojik yapısı ve jeodinamik konumundan dolayı aktif fay hatlarının varlığı sebebiyle 20-30 yıllık periyotlarda büyük ölçekli depremler olmakla beraber, potansiyel riskler taşımakta ve tehlike oluşturmaktadır. Fay hatlarının bazıları, özellikle Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) gibi büyük magnitüdü depremler üretebilen önemli (Şekil 1) aktif görülen hatlar, Türkiye'nin deprem riski altında olduğunu ve önleyici tedbirlerin alınması gerektiğini belirtmektedir (Emre ve diğ. 2013).



Şekil 1: Türkiye diri fay haritası (Emre ve diğ. 2013)
Figure 1: Active fault map of Türkiye (Emre et al. 2013)

Son olarak Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde yaşanan deprem felaketleri, birçok bölgede yıkıma ve can kayıplarına neden olmuştur. Deprem afeti sonrası bölge halkının yaşam koşulları oldukça zorlaşmıştır. Bölgede insani yardım hizmetlerinin karşılanmasında, ihtiyaç sahiplerinin tespit edilmesinde ve lojistik desteğin yürütülmesinde yaşanan sıkıntıların yanı sıra olumlu/olumsuz bilgi paylaşımları sonucu hırsızlık, yağma gibi sorunların meydana geldiği gözlemlenmektedir (Yıldırım 2023). Afetin yol açtığı yıkımların ardından, yardım hizmetlerinin etkili bir şekilde yönetilmesi ve dağıtılması önemli bir süreçtir. Bu süreçte, ihtiyaç sahiplerinin tespiti ve yardımların zamanında dağıtılması etkili bir koordinasyon ve planlama gerektirir (AFAD 2014). Deprem sonrası ihtiyaç sahiplerinin tespit edilmesi, ihtiyaç duyulan yardımların belirlenmesi, afet sonrası hizmetlerin etkili bir şekilde sunulması ve afetzedeye vatandaşlarımıza destek olunması kriz oluşmasını engelleyecektir.

Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının geliştirilmesiyle afet sonrası ihtiyaç duyulan insani yardım malzemelerinin belirlenmesi, yardımların en hızlı şekilde ihtiyaç sahiplerine ulaştırılması hedeflenmiştir. Uygulamanın kullanımı sonucunda, talep edilen ihtiyaç verileri toplanıp analiz edilerek uygun yardımın sağlanması kolaylaştırılacaktır. İnsani yardım lojistik süreçlerinin daha etkin şekilde yönetilmesi ve koordine edilmesi amacıyla yapılacak olan bu web tabanlı uygulamada;

- Alan adı alınması,
- Sunucu oluşturulması,
- Kullanıcı dostu bir arayüz tasarlaması,
- Veri gizliliği sağlanması,
- İhtiyaç sahiplerinin hızlı ve doğru tespit edilmesi,
- İhtiyaçlarının karşılanması,
- Duyuruların takip edebilmesi,
- Kolay kayıt ve talep oluşturulması,
- Yardımseverlerin bağışlarının en uygun hale getirilmesi,
- Yardımların eşit ve etkin bir şekilde dağıtılması,

hedeflenmektedir.

Afet sonrası insani yardımın tespiti, lojistiğinin daha hızlı ve etkin bir şekilde yürütülmesini amaçlayan bu web tabanlı uygulama "www.yardimmarketi.com" internet sitesi ile ilişkilendirilerek, bu site üzerinden elde edilen verilerin işlenmesi ve analizi yapılarak faaliyet gösterecektir. Bu yönüyle, afet yönetiminde destekleyici bir araç olması hedeflenmiştir. Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının kullanımıyla; afetzedelerin ihtiyaç taleplerini iletmesine, yardımseverlerin ise ihtiyaç talepleri hakkında bilgi almasına ve yardımlarını kolaylıkla ihtiyaç sahiplerine ulaştırmalarına olanak sağlanmaktadır.

2. LİTERATÜR

Dünyada ve ülkemizde meydana gelen felaketlerin çoğalması sebebiyle insani yardım süreçlerini planlamak ve felaketlerle mücadele etmek amacıyla insani yardım lojistiği alanında yüksek lisans ve doktora düzeyinde çalışmalar ve araştırmalar yapılmıştır. Ülkemizde, Mermertaş (2024) tarafından yapılmış güncel araştırmada, insani yardım lojistiği çalışmaları Tablo 1'de olduğu gibi özetlenmiştir.

Tablo 1: İnsani yardım lojistiği çalışmaları
Table 1: Construction IT logistics lights

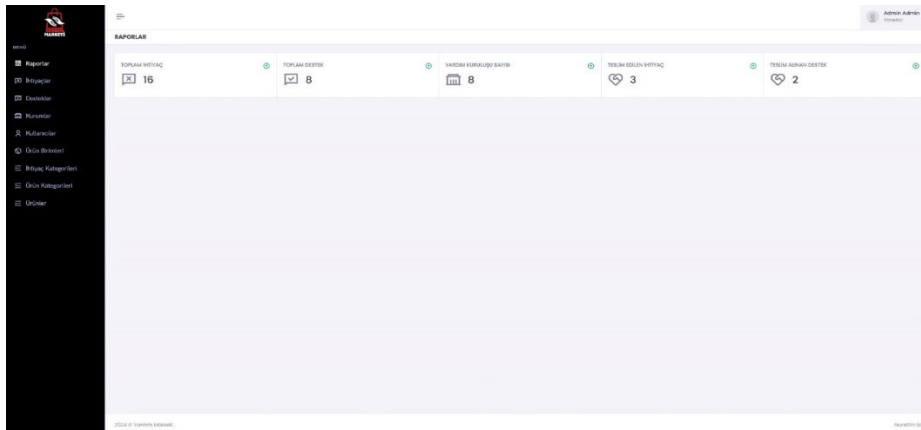
Kaynak	Konu	Çalışma Türü	Alan
Soyöz (2024)	Afet lojistiğinde beş seviyeli, çok dönemli ve çok ürünlü tam sayılı bir model önerisi ve vaka çalışması	Doktora	Endüstri Mühendisliği
Sarıkaya (2023)	Afet lojistiğinde Türk Kızılay'ının rolü: Deprem felaketleri örneği	Yüksek Lisans	İşletme
Mutlu (2023)	İnsani Yardım Lojistiğinde Şehir İçi Dağıtım Planlama	Yüksek Lisans	İşletme
Sümer (2023)	İnsani yardım lojistiği: Ankara'nın Çankaya ilçesindeki mahallelere COVID-19 aşısının dağıtılması	Yüksek Lisans	İşletme
Karayün (2022)	İnsani yardım lojistiğinde gıda ve beslenme ürünlerine yönelik yapay sinir ağları temelli dinamik malzeme ihtiyaç planlaması	Doktora	İşletme
Ekmekci (2022)	İnsani yardımların dağıtımına ilişkin üç aşamalı optimizasyon modeli önerisi ve Konya ilinde bir uygulama	Doktora	İşletme
Kula (2022)	Afet öncesi zarar azaltma faaliyetlerinin insani yardım lojistiğindeki etkisinin en iyileme kullanılarak incelenmesi	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği
Agha (2022)	The contribution of skills of humanitarian logistics workers to logistics performance in disaster relief	Yüksek Lisans	İşletme
Yılmaz (2021)	İnsani yardım lojistiğinde dağıtım merkezi yer seçimi ve İstanbul uygulaması	Doktora	Endüstri Mühendisliği
Ayvazoğlu (2021)	İnsani yardım lojistiği planlama süreci için bir model ve takip sistemi önerisi: Hatay ili örneği	Doktora	Kamu Yönetimi
Öztürkel (2021)	Afet yönetimi, afet lojistiği ve insani yardım lojistiği alanında yapılan tez çalışmalarının bibliyometrik analizi	Yüksek Lisans	İşletme
Temiz (2021)	İnsani yardım lojistiğinde tesis yer seçimi ve rotalama problemi için bir matematiksel model önerisi	Yüksek Lisans	İşletme
Çetinkaya (2019)	A novel model for humanitarian logistics: hot meal delivery aftermath of an earthquake in Istanbul	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği
Çaylak (2019)	İnsani yardım lojistiğinde sivil-asker iş birliği performansı kapsamındaki lojistik becerilerin değerlendirilmesi	Yüksek Lisans	Kamu Yönetimi
Dindarık (2019)	Mültecilerin yaşadıkları bölgelere yönelik Kızılay'ın gıda ve insani yardım lojistiği: Suriyeliler örneği	Yüksek Lisans	Lojistik
Becerikliler (2017)	Afet ve insani yardım lojistiği	Yüksek Lisans	Kamu Yönetimi
Kavlak (2016)	Intermodal freight transportation in humanitarian logistics	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği
Ergin (2016)	Afet lojistiğinde depo yeri seçim probleminin optimizasyon ve kümeleme teknikleri ile çözülmesi	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği
Uslu (2016)	Afet sonrası insani yardım lojistiğinde stokastik talepli çok depolu araç rotalama problemi: Ankara ili örneği	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği
Başkaya (2015)	Prepositioning of relief items in humanitarian logistics considering lateral transshipment opportunities	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği
Özkapıcı (2015)	An intermodal humanitarian logistics model based on maritime transportation for relief item distribution in Istanbul	Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği

Afet sonrası kriz yönetimi ve insani yardım lojistiği çalışmaları neticesinde ihtiyaçların tespit edilmesi ile ilgili Tablo 1’de yer alan literatürdeki çalışmalar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan incelemelerde elde edilen değerlendirme sonucuna göre afet sonrası insani yardım ve ihtiyaç taleplerinin tespit edilmesi konusunda analiz yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. İhtiyaç taleplerinin tespiti konusunda eksiklerin giderilmesi için yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması planlanarak hayata geçirilmiştir.

3. YÖNTEM

Türkiye’de deprem felaketi sonrası insani yardım konusunda takip edilmesi ve talep oluşturulması amacıyla yapılan yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması, Afet ve Acil Durum Müdürlüğü koordinesinde yürütülecek çalışmalara destek olması amacıyla geliştirilmiştir.

Geliştirilen web tabanlı uygulama sayesinde insani yardım konusunda gerekli ihtiyaçların çıkarılması, talep oluşturulması, insani yardım lojistiğinin sağlanması, yapılan işlemlerin takip edilmesi ve ekiplerin koordinasyonunun sağlanması tek bir uygulama çatısı altında toplanmıştır. AFAD, Sivil toplum kuruluşları, Kamu kurumları ve diğer kuruluşlar geliştirilen web tabanlı uygulamayı kullanarak kendilerine yetki verilmiş yönetim paneline erişim sağlayabilmektedir. Yönetim panelini kullanarak, bölgedeki afet/depremzedelerin ihtiyaçlarını liste şeklinde görüntüleyerek kendi iş planlamalarını yapabilmektedir. Ayrıca, web tabanlı uygulama içinde bilgilere erişim sağlayacak olan kurum ve kuruluşların veriye erişim yetkisi ve yöntemi düzenlenebilmektedir. Uygulamaya girilen veriler kademeli olarak ülke geneli, bölge geneli, il geneli, ilçe geneli olarak belirlenmiştir. Uygulama aracılığıyla afet bölgesindeki personellere gerekli bilgi paylaşımı hızlı ve doğru bir şekilde yapılmaktadır. Böylece, afet/depremzedelere insani yardımın iletilmesindeki zaman kaybı azaltarak verilen hizmet en kısa sürede ihtiyaç sahiplerine ulaştırılmaktadır. Web tabanlı uygulama kullanılarak afet bölgesindeki ekiplerin koordinasyonunun daha sağlıklı, güvenilir ve hızlı olması sağlanmaktadır. Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına Şekil 2’de gösterilen web sitesi üzerinden erişilerek ihtiyaç/destek talepleri oluşturulmaktadır.



Şekil 2: Web sitesi admin panel ekranı
Figure2: Website admin panel screen

Web tabanlı uygulama farklı donanım özelliklerine sahip cihazlara duyarlı bir web arayüzüne sahiptir. Bu sayede hem mobil cihazlarda hem tabletlerde hem de masaüstü bilgisayarlarda düzgün görüntülenmekte ve kullanılmaktadır. Bu şekilde, kullanılacak cihazlardan bağımsız olarak uygulamadaki arayüzlere erişim imkânı sağlanmıştır. Geliştirilen web tabanlı uygulamanın yönetim paneli kullanılarak verilen hizmetler aşağıda belirtilmiştir:

- Destek kayıtları oluşturmak,
- Destekte bulunanları en yakın yardım noktalarına yönlendirmek,
- İhtiyaç taleplerinin kayıtlarını oluşturmak,
- Kamu kurum ve kuruluşlarına doğru bilgi aktarımını sağlamak,
- Kurum/Kuruluşlara yönetim yetkisi vermek,
- Mükerrer taleplerin engellenmesi sağlamak,
- Olası afetlere karşı yardım planı yapılmasına kolaylık sağlamak,
- Sosyal medyada oluşan bilgi kirliliğini önüne geçmek,
- Sivil toplum kuruluşlarının kayıtlarını tutmak,
- Türkiye coğrafi alanlarının koşullarına göre ihtiyaçların belirlenmesine katkı sağlamak,
- Yardımların eşit dağıtılmasına olanak tanımak,
- Yardım taleplerini planlı ve doğru bir şekilde toplamaya yardımcı olmak.

Afet bölgesine yardımların yapılabilmesi ve bölgedeki ihtiyaçların belirlenmesi için kullanıcıların kullanıcı kayıt formunu kullanarak yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına üye olması gerekmektedir. Kullanıcıların, kullanıcı kayıt formuna girmiş olduğu; İsim, Soy İsim ve T.C. Kimlik Numarası bilgilerini kullanarak Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü sistemi üzerinden, kimlik tespiti arayüzü aracılığıyla, geçerlilik kontrolü yapılmaktadır. Kimlik kontrolü sonucu geçerli kimlik bilgisine sahip olan kullanıcıların e-posta adreslerine doğrulama e-postası gönderilmektedir. Kullanıcı, e-posta adresine gelen doğrulama e-postasındaki bağlantıyı kullanarak kullanıcı hesabını aktif etmiş ve sisteme kaydını tamamlamış olmaktadır. Kullanıcı yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına oturum açtıktan sonra, kolayca ve hızlı bir şekilde yardım faaliyetlerine katılabilmekte, ihtiyaçlar listesini ulaşabilmekte, ekiplerin koordinasyonuna ve insani yardım lojistiğine katkı sağlayabilmektedir.

3.1) İhtiyaç Talebi Ekranı

Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması, afet/depremedelerin acil ihtiyaçlarını bildirebilecekleri ve yardım alabilecekleri bir platform sağlamaktadır. Şekil 3'teki ekran afet/depremedelerin ihtiyaçlarını yönetmek ve koordinasyonun sağlanması için kullanılmaktadır. Yaşanan bir afet sonrası ihtiyaç talebi genellikle yaşam malzemeleri, barınma ve ulaşım ihtiyaçlarından oluşmaktadır.

Şehir	İhtiyaç Kategorisi	Ürün Kategorisi	Ürün	Miktar	Tarih	Öncelik Durum	Onay Durum	Teslim Durum	Eylem
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-1.5 Lt	50 Adet	25.04.2024	Uzun	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-1.5 Lt	10 Adet	25.04.2024	Uzun	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Çanakkale	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-1.5 Lt	10 Adet	25.04.2024	Uzun	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Çanakkale	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-1.5 Lt	10 Adet	25.04.2024	Uzun	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Erişek Ayakkabı	2 Adet	25.04.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Kodin Ayakkabı	1 Adet	01.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Erişek Kıyafet	1 Adet	01.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Hatay	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Kuru Gıda Kolisi	1 Kolisi	01.05.2024	Uzun	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Kocaeli	Ulaşım İhtiyacı	Kara Ulaşım	8 Dişina Nakil	1 Adet	02.05.2024	Uzun	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]
Adıyaman	Barınma İhtiyacı	Konteyner	Konteyner Ev	1 Paket	04.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	[İzle] [Sil] [Yeni]

Şekil 3: İhtiyaç listesi ekranı
Figure 3: Requirement list screen

İhtiyaç listesinin doğru ve planlı bir şekilde belirlenmesi, afet sonrası afet bölgesinde iyileşme sürecini hızlandırarak bölge halkının bir an önce normal yaşamlarına dönmelerine destek sağlamaktadır. Şekil 3'te gösterilen İhtiyaç Talebi Ekranındaki bilgiler kullanılarak eldeki kaynakların doğrudan ve hızlı bir biçimde iletilerek iyileşme sürecinin yönetilmesine olanak tanınmaktadır. Afetzedelerin, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasında oturum açtıktan sonra ihtiyaç taleplerini isterlere uygun girmeleri sonucunda, yardım ekipleri hızlıca bu talepleri web tabanlı uygulama üzerinden belirlemekte ve planlı bir şekilde taleplerin yerine getirilmesi için gerekli eylemleri başlatmaktadır.

Formdaki (Şekil 3) ihtiyaç kategorileri (barınma, ulaşım, yaşam malzemeleri), ürün kategorileri (kişisel ihtiyaçlar, sağlık, temel ihtiyaçlar) gibi ayrıntılı seçenekler, yardım sağlayacak kuruluş ile gönüllülere, afetzedelerin kendilerine özgü ihtiyaçlarını daha açık bir biçimde belirleme ve bu ihtiyaçlara uygun yardım olanağı sağlamayı mümkün kılmaktadır.

3.2) Destek Talebi Ekranı

Doğal afetler, maddi, manevi kayıplara ve insanlar üzerinde psikolojik hasara neden olmaktadır. Doğal afet sonucunda zarar gören insanların eski gündelik yaşamlarına geri dönmeleri için destek olmak vatandaşlık görevlerimizdendir. Bu sebeple, deprem sonrası farklı bölgelerde bulunan ve doğal afetlerden etkilenmeyen insanlar; yardım kuruluşları ve kamu kurumları vasıtasıyla yardım desteğinde bulunmak için devreye girerek barınma, gıda, su, tıbbi yardım vb. temel ihtiyaçların karşılanması yanı sıra, psikososyal destek ve yeniden yapılanma sürecinde de destek sağlamalıdır (AFAD 2023).

Verilen destekler afetzedelerin hayata yeniden uyum sağlamalarına ve normal yaşam koşullarına geri dönmelerine yardımcı olmaktadır. Yardımda bulunacak kişi, kurum ve kuruluşlar afetzedelere yardım etmek amacıyla bölgenin ihtiyaçlarına uygun olarak destek taleplerini en yakın yardım kuruluşlarına ulaştırabilmektedir. Şekilde 4'te örnek olarak gösterildiği gibi bir kuruluş, afet bölgesinde temel yaşam malzemesi ihtiyacını kendi belirlediği miktarda talep edilen ürünü en yakın yardım kuruluşunu seçerek bağış yapmaktadır.

DESTEK DÜZENLE

İhtiyaç Kategorisi *	Ürün Kategorisi *		
Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç		
Ürün *	Miktar *		
Su-15 Lt	5000 Adet		
Açıklama *			
Firmamızdan su desteği sağlamak istiyoruz.			
Teslimat Tipi *	Teslimat ili *		
Merkeze Elden Teslim	Kocaeli		
Bir teslimat grubu seçin			
#	Kurum İsmi	Telefon	Adres
<input checked="" type="radio"/>	Kocaeli AFAD	(262)321-1029	Ataevler, Sapanca Yolu Cd. No:90 K1, 41180 Kartepe/Kocaeli
<input type="radio"/>	Kocaeli Belediyesi	[Redacted]	Karabaş Mah. Salim Deriyoğlu Cad. No:80 41040 İzmit / Kocaeli
<input type="button" value="Destek Ekle"/>			

Şekil 4: Destek giriş ekranı
Figure 4: Support login screen

Çevrimiçi sistemler, yardımseverlere yaptıkları bağışların ne şekilde kullanıldığını, hangi alanlara yönlendirildiğini izleme imkânı vermektedir. Yapılan bağışların kayıt altında alınmasını isteyen yardımseverlere, çevrimiçi ortamda her zaman erişebilecekleri bilgiler sistem tarafından sunulmaktadır. Bu kayıtlar aynı zamanda, yardımı dağıtacak kuruluşlara ve afet yönetimi kurumlarına şeffaflık ve kolaylık sağlamaktadır. Böylelikle, kaynakların etkin şekilde kullanılması ve ihtiyaçların doğru şekilde dağılımı sağlanmaktadır.

Afet bölgesine gelen planlı ve ihtiyaca uygun yardımlar, sahada aktif olarak bulunan destek ekip personeli tarafından Şekil 5'teki destek teslim alma arayüzünü kullanarak teslim alınmaktadır. Daha sonra bu yardımların ihtiyaç sahiplerine ulaştırılması süreci destek ekip personelleri ve yardımseverler tarafından web tabanlı ihtiyaç talep uygulaması kullanılarak takip edilebilmektedir.

Kullanıcı İsim Soyisim :	Nurettin
Kullanıcı Ülke :	Türkiye
Kullanıcı İl :	Kocaeli
Kullanıcı İlçe :	İzmit
Kullanıcı Adres :	[Redacted]
Kullanıcı Telefon :	[Redacted]
İhtiyaç Kategorisi :	Yaşam Malzeme İhtiyacı
Ürün Kategorisi :	Hayvan Mamaları
Ürün :	Kedi Maması (Yavru) 15 kg
Birim :	Kilo
Miktar :	50ç
Açıklama :	[Redacted]
Teslimat Tipi :	Elden Teslim
Teslimat Kurumu :	Kocaeli AFAD
Teslimat Adresi :	Ataevler, Sapanca Yolu Cd. No:90 K:1, 41180 Kartepe/Kocaeli
Teslimat Telefon :	(282)321-1029
Tarih :	30.05.2024
Onay Durumu :	Onaylandı
Teslim Durum :	Teslim Alındı (Kocaeli AFAD Kocaeli - 21.07.2024 21:12)

Şekil 5: Destek teslim alma ekranı
Figure 5: Support pickup screen

3.3) İhtiyaç Teslim Ekranı

Afet/depremezdelere talepleri doğrultusunda tedarik edilip hazırlanan ihtiyaç malzemelerinin koordinasyon merkezinde/merkezlerinde hazır bulundurulması ve ihtiyaç bildirilen adrese/adreslere teslim işlemi destek personeli tarafından yapılmaktadır. Ekipler, afet bölgesindeki mağduriyet yaşayan insanların taleplerini belirlemek ve bu taleplere uygun olarak kaynakları yönlendirmek için önemli bir rol oynamaktadır. Acil ihtiyaçların temin edildiği yer, ihtiyaçların kategorisi, ihtiyaçların içeriği, ürün miktarı, öncelik durumu ve teslim durumu gibi bilgilerin takip edilerek en kısa sürede afetzedelere teslimi için organize olmuş bir plan çerçevesinde gösterildiği ihtiyaç teslim ekranı Şekil 6'da verilmiştir.

İhtiyaçların belirlenmesi aşamasında veri kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması, kaynakların doğru yerlere yönlendirilmesi için toplumsal katılımın sağlanması önem taşımaktadır (Çınar ve Mutlu 2020). Bu nedenle, afetzedelerden gelen ihtiyaç taleplerinin organize edilmesinde ihtiyaç teslim ekranı etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

Öncelik durum analizi, acil ihtiyaçların analiz edilerek belirlenmesine ve ihtiyaçların öncelik durumuna göre sıralanmasına yardımcı olurken, aynı zamanda kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesine ve dağıtılmasını sağlamaktadır. Böylece, kriz durumlarında veya acil durumlarda koordinasyon merkezlerinin hızlı ve etkili bir eylem planıyla harekete geçmesini ve etkin bir yanıt verme süresini sağlamaktadır.

İHTİYAÇLAR

Ara: Arayın...

Şehir	İhtiyaç Kategorisi	Ürün Kategorisi	Ürün	Miktar	Tarih	Öncelik Durum	Onay Durum	Teslim Durum	Eylem
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Termal İhtiyaç	Su-1.5 Lt	50 Adet	25.04.2024	Yüksek	Onaylandı	Teslim Edildi	
Çanakkale	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Termal İhtiyaç	Su-1.5 Lt	10 Adet	25.04.2024	Yüksek	Onaylandı	Bekleniyor	
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Erkek Ayakkabı	2 Adet	28.04.2024	Orta	Onaylandı	Bekleniyor	
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Kadın Ayakkabı	1 Adet	01.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	
Hatay	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Termal İhtiyaç	Kuru Gıda Koli	1 Koli	01.05.2024	Yüksek	Onaylandı	Bekleniyor	
Kocaeli	Ulaşım İhtiyacı	Kara Ulaşım	İl Digna Nakil	1 Adet	02.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	
Adıyaman	Barınma İhtiyacı	Konteyner	Konteyner Ev	1 Paket	04.05.2024	Orta	Onaylandı	Bekleniyor	
Adıyaman	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Sağlık	Raporlu ilaçlar	1 Adet	04.05.2024	Yüksek	Onaylandı	Bekleniyor	
Kocaeli	Barınma İhtiyacı	Çadır	Çadır 5 kişilik	1 Paket	28.05.2024	Orta	Onaylandı	Bekleniyor	
İstanbul	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Termal İhtiyaç	Su-1.5 Lt	10 Adet	04.05.2024	Yüksek	Onaylandı	Bekleniyor	

Öncelik 1 2 Sonraki

Şekil 6: İhtiyaç teslim ekranı
Figure 6: Requirement delivery screen

İhtiyaçlar, Tablo 2'deki gibi yüksek, orta ve düşük olarak kademelendirilerek önceliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, öncelik durumu analizi bilgileriyle birleştirilerek acil ihtiyaçların karşılanması için kullanılmaktadır. Bu sayede, önemli kaynakları etkin bir şekilde kullanıma hazır halde tutma ve acil durumlarda öncelikli olarak planlı bir şekilde kaynakların dağıtımına olanak tanımaktadır.

Tablo 2: Öncelik durumu analiz bilgileri
Table 2: Priority status analysis information

İhtiyaç	Öncelik Durumu
Sağlık	Yüksek
Gıda	Yüksek
Barınma	Orta
Kıyafet	Orta
Ulaşım	Düşük

Yüksek öncelikli ihtiyaçlar; gıda ve sağlık sorunları mağduriyetlerini gideren durumları temsil etmektedir. Orta öncelikli ihtiyaçlar ise barınma, tuvalet, kıyafet, battaniye gibi ele alınması gereken ihtiyaçları belirlemektedir. Düşük öncelikli ihtiyaçlarsa genellikle daha uzun vadeli çözümler gerektiren, acil durum belirtmeyen ihtiyaçlardır.

Destek verilen bölgedeki ihtiyaçların karşılanması, o bölgedeki görevli destek personeli tarafından yapılmaktadır. Destek personeli sorumluluğundaki teslimat, ihtiyaç sahibine yapıldıktan sonra Şekil 7'de gösterildiği gibi "Teslim Edildi" butonu aktif olmaktadır. Teslimata, ihtiyaç sahibine teslim eden destek personeli "Teslim Edildi" onayını vermektedir. Teslimatı, teslim görevinin atandığı destek personeli dışında farklı bir destek personeli tamamlayamamaktadır. Böylece, teslimatın güvenliği ve teslim sürecinin tamamlanması kontrol altına alınmaktadır.

İHTİYAÇ DETAY	
Kullanıcı İsim Soyisim :	Cihan
Kullanıcı Ülke :	Türkiye
Kullanıcı İl :	Kocaeli
Kullanıcı İlçe :	Körfez
Kullanıcı Adres :	Haciosman mah.
Kullanıcı Telefon :	(541) [REDACTED]
İhtiyaç Kategorisi :	Yaşam Malzeme İhtiyacı
Ürün Kategorisi :	Kişisel İhtiyaç
Ürün :	Erkek Ayakkabı
Birim :	Adet
Miktar :	2
Açıklama :	Kocaeli Körfez de deprem zedeyim benim için 43 numara erkek ayakkabısı ve oğlum için 25 numara erkek ayakkabısı ihtiyacım var
Teslim Yeri :	Adresime Gelsin
Tarih :	28.04.2024
Onay Durumu :	Onaylandı
Teslim Durum :	Teslim Edildi

Şekil 7: Aktif ihtiyaç teslim buton ekranı
Figure 7: Active need delivery button screen

4. BULGULAR

Afet yönetim sürecinde, insani yardım kuruluşlarının kapasitelerinin yeterli olduğu fakat yönetim ve koordinasyon yönünden eksikler olduğu görülmektedir (Güner 2022). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) kapsamında, bilişim altyapısına yönelik olarak ilgili bakanlıklar ve taşra teşkilatlarınca kullanılmak üzere Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES) tasarlanmıştır. Coşkun (2021) tarafından yapılan çalışmada, yazılım bileşeninin modülleri kapsamında "Olay Komuta Sistemi", "Mekânsal Bilgi Sistemi" ve "İyileştirme Sistemi" bölümleri bulunmaktadır. Bu makalede, afetzedelerin temel ihtiyaçlarını karşılamak ve kolay ulaşılabilirliği sağlamak amacıyla tasarlanan "Yardım Marketi" isimli uygulamanın tasarımı ve işlevleri sunulmaktadır. Uygulama deprem sonrası acil/temel ihtiyaçlarının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.

Çalışma kapsamında önerilen uygulama sayesinde afet bölgesinde afetten hemen sonra, afetzedelerin ihtiyaç talep girişlerinin zaman kaybetmeden alınması sağlanmaktadır. Böylece, uzman ekiplerin sahaya ulaşmasından hemen önce hazırlıklarını yaparken/planlarken afet bölgesiyle ilgili bilgiler elde etmesi sağlanmaktadır. Bu bilgiler, afet bölgesindeki yaşanan durumla ilgili yetkililere ön değerlendirme yapma fırsatı sunmaktadır. Böylelikle, bölgeye gidecek uzman ekiplere ait ekipmanların tespit edilmesine ve hazırlanmasına yardım sağlanmaktadır. Önerilen uygulamanın kullanılmasıyla, afet bölgesindeki afetzedelerin ihtiyaçlarının hızlıca tespit edilmesi, önceliklendirilmesi, tedarik edilmesi ve bir an önce teslimatların başlanmasına olanak tanınmaktadır.

6 Şubat Kahramanmaraş depremi geniş çaplı bir alanı etkilediği için mağduriyetlerin belirlenmesinde zaman kaybı ve koordinasyon eksikliği krizlere neden olmuştur (Demir 2023). Bu nedenle, tekrar zafiyet yaşanmaması için önlem alınması gerekmektedir. Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasıyla insanların mağduriyetlerini giderebilmesi için su, gıda, barınma ve tıbbi yardım gibi ihtiyaç talepleri yerine getirilebilecektir. Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması, afet ve acil müdahale gerektirecek bölge/bölgelere yapılacak insani yardımların planlı bir şekilde ihtiyaç analizini yapılmasını sağlayarak ihtiyaçların kategorisi, türü, içeriği, miktarı, öncelik durumu, teslimat durumu ve afet yönetim süreci içinde kimin/kimlerin koordinasyonunda olacağını düzenlemekte, kontrol edilmekte ve tüm bu sürecin takibini sağlamaktadır.

Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının temel özellikleri aşağıda listelenmiştir;

- **Kullanıcı Arayüzü:** Geliştirilen web tabanlı uygulama kullanıcıların kolayca erişebileceği ve kullanabileceği kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir.
- **Acil Durum Bildirimi ve Yardım Talebi:** Kullanıcılar, web tabanlı uygulama vasıtasıyla deprem sonrası acil durum yardım bildirimini yapabilmekte ve acil yardım talebinde bulunabilmektedir.
- **Bilgi Depolama ve Analiz:** Geliştirilen web tabanlı uygulama kullanıcıların sağladığı bilgileri depolamakta ve analiz için bilgileri afet yönetim merkezi tarafından erişilebilmektedir. Aynı zamanda, bu bilgiler kullanılarak ilgili kurum/kuruluşlara sağlıklı bilgi paylaşımı yapılabilmektedir.
- **Veri Güvenliği ve Gizliliği:** Geliştirilen web tabanlı uygulama kullanıcıların sağladığı verileri güvenli ve gizliliğe dikkat ederek kayıt altına almaktadır. Web tabanlı uygulama, Model, View ve Controller (MVC) olarak adlandırılan birbirine bağlı üç mantıksal öğeden oluşan bir yazılım çerçevesi mimarisine sahiptir. MVC çerçeve mimarisi, kullanıcıların kimliklerinin doğrulanmasını, yetkilendirilmesini ve kullanıcılara ait bilgilerin yüksek düzeyde güvenliğinin sağlanmasını bir standart olarak zorunlu hale getirerek yazılım geliştirilmesine olanak tanımaktadır.
- **Performans ve Kullanılabilirlik:** Geliştirilen web tabanlı uygulamanın performansı ve kullanılabilirliği göz önünde bulundurularak masaüstü, tablet ve mobil cihazlarla ve farklı platformlarla çalışması sağlanmıştır. Web tabanlı uygulama HTML5'in getirmiş olduğu standartlar ve yeniliklerle oluşturulmuştur. HTML5, farklı cihaz ve platformlarda çalışan web tabanlı uygulamalar oluşturmak için güçlü ve çok yönlü standartlara sahip bir web teknolojisidir. HTML5, web tabanlı uygulamaların daha iyi performans göstermesini sağlamaktadır. Ayrıca, web tabanlı uygulama duyarlı bir web tasarımına sahiptir. Web sayfalarındaki içeriğin kullanılan herhangi bir cihazın ekran çözünürlüğüne otomatik olarak düzenleme oluşturarak web sayfasının içeriğinin ilgili cihaza uyumlu bir tasarımda görüntülenmesini sağlamaktadır.

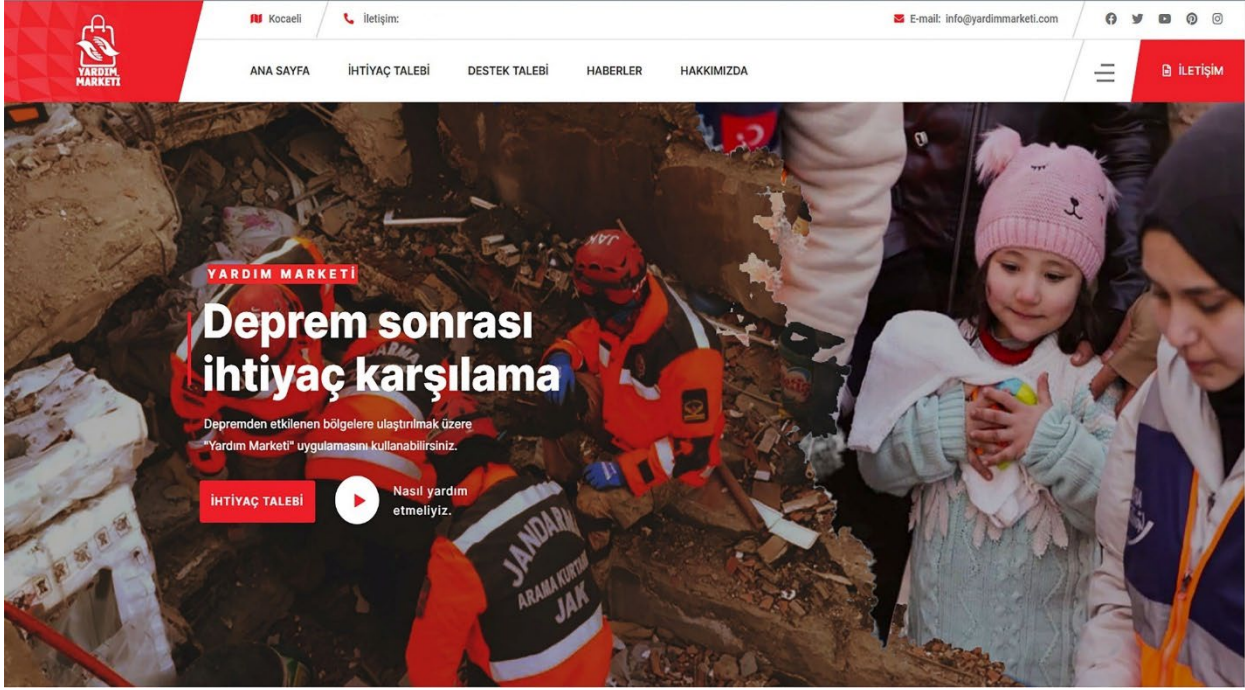
Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması, kullanıcı ihtiyaçlarını üst düzeyde karşılama için gerekli fonksiyonların ve özelliklerin yerine getirilmesinin sağlanması amacıyla yukarıdaki temel özellikleri yerine getirecek şekilde geliştirilmiştir.

4.1) Sistem ve Yazılım Mimarisi

Afet sonrası insani ihtiyaç ve destek talebi isteklerine ait kayıtların doğru bir şekilde tutulması karmaşık ve duyarlı bir sürecin kusursuz şekilde yönetmeyi gerektirmektedir. Bu nedenle, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması, afetten etkilenen insanlara yardım ulaştırmak ve afet bölgesindeki sorunlara çözüm sunmak için hızlı ve güvenilir bir şekilde hizmet sunmak amacıyla web uygulaması çerçevesi olarak Laravel mimarisi kullanılmıştır. Laravel, etkili bir söz dizimine ve MVC mimarisine sahip PHP tabanlı web siteleri ve web uygulamaları oluşturulmasını sağlayan kullanımı kolay bir web çerçevesidir.

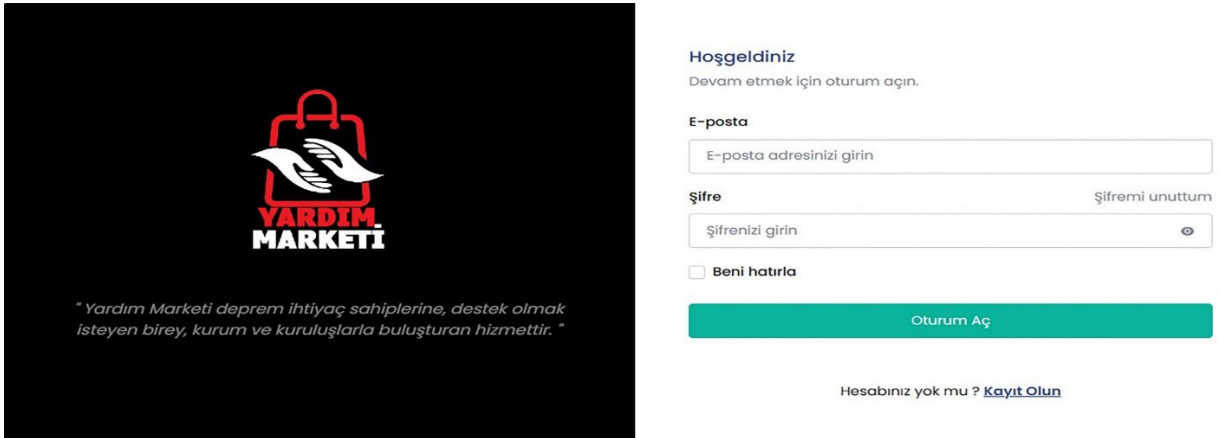
4.2) İhtiyaç Belirleme

Afet/depremedelerin olası afet durumundan sonra yetkili kurum/kuruluşlara ihtiyaçlarını iletebilmesi için öncelikle Şekil 8'deki "www.yardimmarketi.com" web sayfasına giriş yapması gerekmektedir.



Şekil 8: Web sitesi ekranı
Figure 8: website screen

Açılan web sayfasında "ihtiyaç talebi" bağlantısına tıklanarak Şekil 9'da gösterilen oturum açma ekranına yönlendirme yapılmaktadır. Kullanıcılar, Şekilde 9'daki web sayfasında daha önceden bir hesaba sahipse sistemde oturum açmaktadır. Kullanıcılar, eğer bir hesaba sahip değilseler yeni bir hesap oluşturarak kullanıcı kayıtlarını yapmaktadır.



Şekil 9: İhtiyaç talebi kayıt ol ekranı
Figure 9: Need request registration screen

Kullanıcıların, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasında yeni bir hesap oluşturmak için Şekil 10'daki ihtiyaç talebi bireysel kayıt web sayfasını kullanmaktadır. Kullanıcılar, Şekil 10'daki kullanıcı kayıt formundaki gerekli alanları istenilen şekilde doldurduktan sonra "Kayıt Ol" butonu vasıtasıyla kullanıcı kaydını tamamlanmaktadır.

YardıM MARKETİ

"YardıM Marketi deprem ihtiyaç sahiplerine, destek olmak isteyen birey, kurum ve kuruluşlarla buluşturan hizmettir."

Kayıt Ol

Kullanıcı Tipi *
Bireysel

İsim *
İsim

Soyisim *
Soyisim

E-posta *
E-posta

Parola *
Parola

T.C. Kimlik No *
T.C. Kimlik No

Doğum Tarihi *
gg.aa.yyyy

Cinsiyet *
Cinsiyet

Telefon *
(xxx)xxx-xxxx

İl *
İl Seçiniz

İlçe *
İlçe Seçiniz

Adres *
Adres

Kayıt Ol

Bir hesabınız var mı? [Giriş Yap](#)

Şekil 10: İhtiyaç talebi bireysel kayıt ol ekranı
Figure 10: Need request individual registration screen

Kullanıcılar, Şekil 10'daki kullanıcı kayıt formunu doldurduktan sonra, kullanıcıların kimlik bilgilerinin doğruluğu kontrol edilmektedir. Kullanıcı kimlik bilgilerinin doğrulanması işlemi Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü sistemi üzerinden yapılmaktadır.

Kullanıcı geçerli bir kimlik bilgisine sahip ise kullanıcının e-posta adresine Şekil 11'deki gibi doğrulama e-postası gönderilmektedir. Kullanıcı, Şekil 12'deki gibi posta kutusuna gelen doğrulama e-postasına onay verdikten sonra, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına oturum açabilmektedir. Geliştirilen prosedür sayesinde kullanıcıların kimlik bilgilerinin doğruluğunun teyit edilmesi, sahte girişlerin önüne geçilmesi ve oluşacak bilgi kirliliği ortadan kaldırması sağlanarak gerekli güvenlik önlemleri alınmaktadır.



Şekil 11: İhtiyaç talebi kayıt onay ekranı
Figure 11: Need request registration confirmation screen



Şekil 12: İhtiyaç talebi E-posta onay ekranı
Figure 12: Requirement request E-mail confirmation screen

Kullanıcılar, Şekil 10'daki kullanıcı kayıt formunu doldurduktan sonra "Kayıt Ol" butonuna tıkladığında Şekil 11'deki web sayfasıyla karşılaşmaktadır. Şekil 11'deki web sayfası kullanıcıların ekranında açık kalarak kullanıcının e-postasına doğrulama e-postasının tekrar gönderilmesine olanak sağlamaktadır. Kullanıcıların e-posta adresine sistem tarafından gönderilen doğrulama e-postasının içeriği Şekil 12'de gösterilmektedir. Kullanıcılar, Şekil 12'deki doğrulama e-postasının içeriğindeki onay bağlantısını kullanarak kayıt işlemini tamamlamaktadır.

Şekil 13: Bireysel ihtiyaç talep oluşturma ekranı
Figure 13: Individual needs request creation screen

İhtiyaçlar kategorisi sekmesi ile afet/depremzedeler ihtiyaçlarını yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına girerek talepte bulunmaktadır. Bu talepler yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasını kullanan ve gerekli yetkilere sahip kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından liste şeklinde görüntülenmektedir. Talepler listesindeki ihtiyaçlar yardım kuruluşlarına ve yardımda bulunacak hayırseverlerin bilgisine sunulmaktadır. Böylece, afet bölgesindeki afetzedelerin ihtiyaçları bir bütün olarak ana kategori başlıkları halinde destek sürecine kolaylık sağlamaktadır. Örnek bir senaryo olarak Şekil 13'te gösterilen afetzedenin su ihtiyacı talebini yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına kayıt işlemi örneklendirilmektedir. Kullanıcıların, ihtiyaç taleplerini iletebilmeleri için yapacakları işlemler aşağıda verilmektedir.

- **İhtiyaç kategorisi:** İlk önce talep edilen ürünün kategorisinin seçilmesi gerekmektedir. Su ihtiyacının talep edilebilmesi için "Yaşam malzeme ihtiyacı" kategorisi seçilmelidir.
- **Ürün kategorisi:** Yaşam malzemesinin hangi tür ürün kategorisinde olduğunu belirtmektedir.
- **Ürün:** Talep edilen ürünün türünü belirtmektedir. Örneğin, su ihtiyacı için 5 L veya 2.5 L boyut bilgisini belirtmektedir.
- **Açıklama:** Talep edilen ürün ile ilgili ve talebin istenmiş nedeniyle alakalı açıklayıcı bilgi girilmesi sağlanmaktadır.
- **Teslimat:** Talep edilen ürünün nasıl teslim edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Burada, "Adrese Teslim" veya "Merkezden Teslim" gibi seçenekler mevcuttur. Merkeze teslim seçeneğinde talep edilen ürünün bağlı bulunduğu şehirdeki yardım noktalarından teslim alınacağı anlamına gelmektedir. Adrese teslim seçeneğinde ise talep edilen ürünün yardım merkezlerinden teslim alma imkânı olmayan afetzedeler için destek ekiplerince düzenlenecek organizasyon süreciyle teslimatın yapılacağı belirtilmektedir.

İhtiyaçlarını, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasını kullanarak oluşturulan başvurular Şekil 14'teki gibi gösterilmektedir. Afetzedelerin ihtiyaç talepleri web sayfasında liste şeklinde yer almaktadır. Bu web sayfasından ihtiyaç talepleriyle ilgili başvuru tarihi, öncelik durumu, onay süreci gibi bilgilere ulaşılmaktadır.

No.	İhtiyaç Kategorisi	Ürün Kategorisi	Ürün	Miktar	Tarih	Öncelik Durum	Onay Durum	Teslim Durum
1	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-5 Lt	5 Adet	25.07.2024	Yüksek	Onaylandı	Bekleniyor

Şekil 14: Bireysel ihtiyaç talepleri liste ekranı
Figure 14: Individual needs requests list screen

4.3) Destek Talebi Oluşturma

Afet koordinasyon merkezinin kontrolündeki yetkilendirilmiş kişi, kurum ve kuruluşlar geliştirilen web uygulamasını kullanarak afetzedelerin ihtiyaç taleplerine ulaşmakta ve bu talepleri karşılamak için gerekli tedarik stratejilerini belirlemektedir. Böylelikle, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması kullanılarak afet/depremezdelere yapılacak yardımlar kabul edilmektedir.

Şekil 15: Destek talep oluşturma ekranı
Figure 15: Support request creation screen

Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına ait Destek Düzenleme web sayfası Şekil 15'te gösterilmektedir. Bu web sayfasında, ihtiyaç talepleri ana başlıklar halinde listelenerek kategorik bir yapıda kullanımı kolay bir şekilde gösterilmektedir. Destek sağlamak için aşağıda belirtilen adımları sırasıyla takip etmek gerekmektedir.

- **İhtiyaç kategorisi:** Afet/depremezdelere destek olmak için hangi tür ihtiyaçların karşılanmasına yardımcı olunacağını belirlediği bölümdür.
- **Ürün Kategorisi Belirleme:** Seçilen ihtiyaç kategorisine uygun olan ürün kategorisini belirtmektedir.
- **Ürün Seçimi:** Her bir ürün kategorisi içinden hangi ürünlerin (gıda, su, konteyner gibi) karşılanacağını belirlediği alandır.
- **Açıklama Ekleme:** Destek talebiyle, hangi ihtiyaçların karşılanacağı ve nasıl yardım edileceği belirtilmektedir.
- **Teslimat Tipi Seçimi:** Destek olarak sağlanacak ürünlerin teslim şeklini belirtmektedir. Teslim tipi olarak afet koordinasyon merkezinde toplanmak üzere kargoyla gönderi yapılmakta ya da teslimat doğrudan ihtiyacın talep edildiği bölgeye kargoyla yapılmaktadır.
- **Teslimat İli Belirleme:** Destek talebinin uygun olan yardım merkezlerine veya koordinasyon noktalarına yönlendirilmesi yapılmaktadır.
- **Kurum Bilgisi:** Destek talebinin teslim edileceği yer belirttikten sonra bölgedeki yardım kuruluşları ve afet koordinasyon merkezleri listelenmektedir. Bu listeden kurum seçimi veya merkez seçimi yapılmasıyla teslimatın güvenilirliği artırılmakta ve iletişim kurmak için bilgiler elde edilmektedir.

No.	İhtiyaç Kategorisi	Ürün Kategorisi	Ürün	Miktar	Tarih	Onay Durum	Teslim Durum	Eylem
1	Barınma İhtiyacı	Konteyner	Konteyner Ev	50 Paket	04.05.2024	Onay Bekliyor	Bekleniyor	Düzenle Sil Yenile

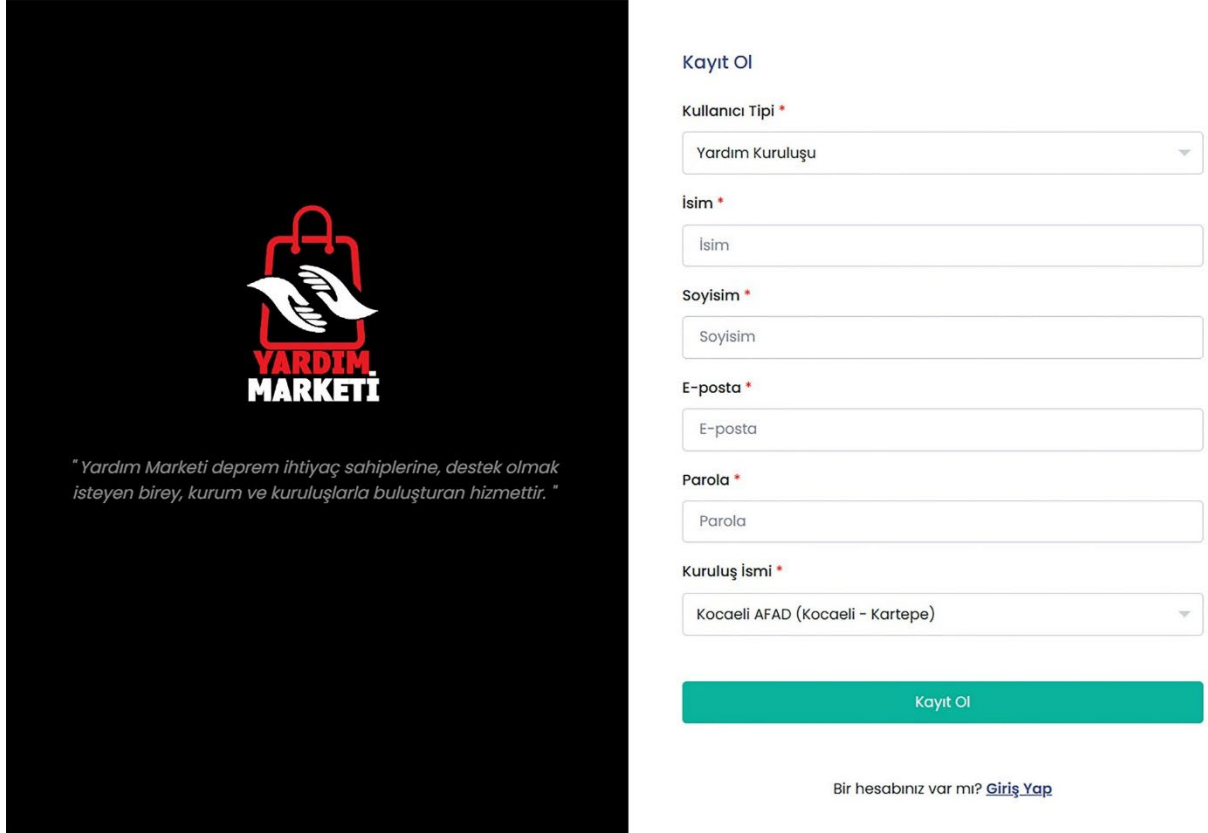
Şekil 16: Destek talep liste ekranı
Figure 16: Support request list screen

Destek sağlamak için belirtilen adımlar sırasıyla takip edildikten sonra ihtiyaç talebine yapılan destekler Şekil 16'daki gibi Destekler web sayfasından görüntülenmektedir. Destekler web sayfasında yapılan her bir desteğin durumu, destek veren ve bağış yapan kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından takip edilmektedir.

4.4) Yardımların Karşlanması

Yaşanan afetlerden sonra afet bölgesinde bulunan afet/depremezdelere sağlık gıda, barınma kıyafet ve ulaşım gibi temel yaşam ihtiyaçlarını karşılamak aciliyet arz etmektedir. Afet bölgesinde, hastalıkların önlenmesi, yaralıların tedavisi, afetzedelerin barınma, gıda ve giysi ihtiyaçlarının karşılanması için hızlı ve koordineli bir müdahale imkânı gerekmektedir. Olağanüstü hallerde, toplumun dayanışması ve devletin etkili afet ve kriz yönetimi önemli hale gelmektedir. Acil durumda hızlı, kolay ve etkili bir şekilde yardımların sağlanması, kriz sonrası toparlanma sürecini kısaltarak normal hayata dönüşü hızlandırmaktadır.

Afet bölgesindeki ihtiyaçların analiz edilmesi, ihtiyaçların planlanması, yardımların afetzedelere ulaştırılması ve afetzedelere destek olunması için saha destek personeli yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına Şekil 17'deki gibi kayıt yapmaktadır. Saha destek personeli Şekil 17'deki web sayfasını kullanarak; kullanıcı tipi olarak yardım kuruluşu seçmekte, kendi kimlik bilgisini girmekte ve ilgili bölgede faaliyette bulunan yardım kuruluşunun adını seçerek yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasına kullanıcı kaydını tamamlamaktadır.



Kayıt Ol

Kullanıcı Tipi *

YardıM Kuruluşu

İsim *

İsim

Soyisim *

Soyisim

E-posta *

E-posta

Parola *

Parola

Kuruluş İsmi *

Kocaeli AFAD (Kocaeli - Kartepe)

Kayıt Ol

Bir hesabınız var mı? [Giriş Yap](#)

Şekil 17: Yardım kuruluşu yeni personel kayıt ekranı
Figure 17: Charity organization new personnel registration screen

Saha destek personeli yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasında oturum açtıktan sonra bağlı bulunduğu afet bölgesine ait ihtiyaçları adrese göre listeleyebildiği web sayfası Şekil 18'de gösterilmektedir. Saha destek personeli bu listeyi kullanarak öncelik durumuna göre acil ihtiyaçları karşılayabilmektedir. Bu listede, başvuru yapan afetzedelerin ihtiyaç taleplerine ait detayları görebilmekte ve gerektiğinde tüm bilgilere erişebilmektedir. Görevli saha destek personeli bu listeyi kullanarak afetzedelerden gelen talepler hakkında bilgi sahibi olmakta ve hangi ihtiyaç taleplerinin karşılanabilir olduğunu belirlemektedir.

Şehir	İhtiyaç Kategorisi	Ürün Kategorisi	Ürün	Miktar	Tarih	Öncelik Durum	Onay Durum	Teslim Durum	Eylem
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-15 lt	50 Adet	25.04.2024	Yüksek	Onaylandı	Teslim Edildi	
Çanakkale	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-15 lt	10 Adet	25.04.2024	Yüksek	Onaylandı	Yüklenildi	
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Erkek Ayakkabı	2 Adet	28.04.2024	Orta	Onaylandı	Yüklenildi	
Kocaeli	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Kişisel İhtiyaç	Kadın Ayakkabı	1 Adet	01.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	
Kotay	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Kuru Gıda Koli	1 Koli	01.05.2024	Yüksek	Onaylandı	Yüklenildi	
Kocaeli	Uygun İhtiyacı	Kara Uygun	İ Depno Halkı	1 Adet	02.05.2024	Orta	Onaylandı	Teslim Edildi	
Adıyaman	Barınma İhtiyacı	Koruyucu	Koruyucu Ev	1 Paket	04.05.2024	Orta	Onaylandı	Yüklenildi	
Adıyaman	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Sağlık	Raporlu İlaçlar	1 Adet	04.05.2024	Yüksek	Onaylandı	Yüklenildi	
Kocaeli	Barınma İhtiyacı	Çadır	Çadır 5 Kişilik	1 Paket	28.05.2024	Orta	Onaylandı	Yüklenildi	
İstanbul	Yaşam Malzeme İhtiyacı	Temel İhtiyaç	Su-5 lt	10 Adet	04.06.2024	Yüksek	Onaylandı	Yüklenildi	

Şekil 18: Yardım listesi ve eylem buton ekranı
Figure 18: Help list and action button screen

İHTİYAÇ DETAY

Kullanıcı İsim Soyisim : Cihan
 Kullanıcı Ülke : Türkiye
 Kullanıcı İl : Kocaeli
 Kullanıcı İlçe : Körfez
 Kullanıcı Adres : Haosman mah.
 Kullanıcı Telefon : (54) XXXXXXXXXX
 İhtiyaç Kategorisi : Yaşam Malzeme İhtiyacı
 Ürün Kategorisi : Kişisel İhtiyaç
 Ürün : Erkek Ayakkabı
 Birim : Adet
 Miktar : 2
 Açıklama : Kocaeli Körfez de deprem zedeğim benim için 43 numara erkek ayakkabısı ve oğlum için 25 numara erkek ayakkabısı ihtiyacım var
 Teslim Yeri : Adresime Gelsin
 Tarih : 28.04.2024
 Onay Durumu : Onaylandı
 Teslim Durum : Yüklenildi Teslim Edildi

Şekil 19: Yardım teslim buton ekranı
Figure 19: Help delivery button screen

Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasını kullanarak afet bölgesine yapılacak olan lojistik faaliyetlerde, yardımların planlı ve güvenli bir şekilde depolara ulaştırılması, depodaki kapasite durumunun dikkate alınarak yardımların depolara eşit bir şekilde dağıtılması, saha destek personeli iş bölümlerinin düzgün yapılması ve bu süreci yöneten, takip eden ve eylemde bulunun ekiplerin tümünün koordineli çalışması göz önüne alınmaktadır. Afetzedeler tarafından talep edilen ihtiyaçların destek sağlayacak aktif saha personeli tarafından afetzedeye teslim edilmesi ve ihtiyacın karşılandığını belirtilmesi Şekil 19'daki web sayfası aracılığıyla yapılmaktadır. Afetzedenin ihtiyaç talebini girerek başlatmış olduğu süreç, yine afetzedenin talep edilen ihtiyacının karşılanmasıyla ve afetzedenin onayıyla tamamlanmış olmaktadır. Böylece, afetzedelere destek sağlayan kişi, kurum ve kuruluşlar afetzedelere olan

katkılarını ve yardımlarını şeffaf bir biçimde kayıt altına alınmış şekilde görebilmektedir. Afet koordinasyon yönetim merkezi bu süreçte yapılan yardımların kaydına erişebilmekte, bu kayıtları inceleyebilmekte, yardımların kimler tarafından yapıldığını, ne tür destek sağlandığını görebilmekte ve yapılan yardım ve desteklerin etkilerini değerlendirme olanağına sahip olmaktadır.

Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının başarı durumu, sürekli olarak kullanıcı geri bildirimleriyle izlenerek geri dönütlerle daha da iyileştirilecektir. Kullanıcı ihtiyaçlarının değişmesiyle yeni özelliklerin web sayfalarına eklenmesi sağlanacaktır. Teknolojik gelişmeler nedeniyle ve kullanıcı geri bildirimlerinin alınması sonucunda sürekli bir şekilde, gerekli güvenlik ve teknik önlemler alınarak yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının geliştirilmesine devam edilecektir.

Çeşitli denemeler sonucunda, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması kullanılarak web sayfalarındaki yapılan işlemlerin özelliği ve başarı durumu Tablo 3'te verilmiştir. Bu başarı durumu, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının ihtiyaç talebi, destek talebi ve ihtiyaçların teslimi gibi üç ana başlık altında toplanmıştır. Her bir başlık altında bu başlıkta yapılan işlemlerin adımları verilmiştir. Bu adımlar yerine getirilirken yerine getirilen özelliklere yer verilmiştir. Her bir adımda belirli hedefe ulaşmak için geçen ortalama süre belirlenmiştir. Böylelikle, yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının çalışma dinamiği ve başarıyı ortaya konmuştur.

Tablo 3: Uygulama başarı durumu
Table 3: Application success status

No	Konu	Adımlar	Öneriler	Özellikler	Zaman
1	İhtiyaç talebi	1- Kayıt ol 2- E-posta onay 3- İhtiyaç talep giriş 4- Onay bekleme	- Kurum sohbet - Coğrafi harita - Konum bilgisi - Grafik raporlama	- Problemi tanımlamak - Bilgi toplamak - Problem analizi etmek - Bilgi paylaşmak - Problemi çözmek - Stres yönetimi - Ekip çalışması	-Kayıt olma (2 dk) - Talep oluşturma (0,21 sn)
2	Destek talebi	1- Kayıt ol 2- E-posta onay 3- Destek talep giriş 4- Onay bekleme			-Kayıt olma (1,5 dk) - Talep oluşturma (0,21 sn)
3	İhtiyaçların teslimi	1- Kayıt ol 2- E-posta onay 3- İhtiyaçları listele 4- Teslim et			-Kayıt olma (1 dk) - Teslim etme (-)

5. SONUÇLAR

Günümüze kadar verilen çoğu eğitim, afet öncesi veya afet sırasında ne yapılması gerektiğine dairdir. Ancak hayatın bir gerçeği, afetlerden sonra gözlerimizi açtığımız dünyanın yine aynı dünya olduğudur. Ne olursa olsun, bu dünyayı güzelleştirmek ve insanların yarasını sarmak bireysel olarak değil hep birlikte bir araya gelerek ortak bir düşünceyle ve eylem planıyla harekete geçerek mümkün kılınabilir. Kahramanmaraş merkezli gerçekleşen ve 11 ilimizi etkileyen depremler sonrası bölgedeki insanların uzun süreli sorunlar yaşaması, geliştirilen web uygulamasının hayata geçirilmesi için temel motivasyon kaynağımız olmuştur. Afetlere karşı alınacak tedbirleri kolaylaştıracak, yapılacak yardımlaşma faaliyetlerini hedefine ulaştıracak, afet gönüllüsü olarak çalışan kişilere ve sahada görevli personele işlerini takip etmede yardımcı olacak bir web tabanlı uygulama geliştirilmiştir.

Ülkemizde ve dünya genelinde birçok işin yürütüldüğü internet ağı, günlük hayatta herkesin kolayca ve hızlı bir şekilde ulaşabileceği bir platform haline gelmiştir. Geliştirilen yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması olası felaketlerden sonra insanların afet ile mücadele eden kurum ve kuruluşlara ulaşabilmeleri için en uygun araçtır. Yardım marketi ihtiyaç talebi web

uygulamasının temel prensibi ihtiyacın kaynağı olan afetzedelerden doğrudan ve gerçek bilgilerin toplanması, bu bilgiler ışığında taleplerin alınması, temin edilmesi, kaynağına teslim edilmesi ve bu sürecin başından sonuna kadar koordine altına alınmasını sağlamaktır. Bilgi kirliliği yaşamadan gerçek ihtiyaç sahiplerinin saptanması ve en kısa sürede ihtiyaçların karşılanması en büyük gayedir. Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması hem afetzedeleri hem yardımda bulunmak isteyen hayırseverleri hem de afetle mücadele eden koordinasyon merkezlerini aynı web platformunda bir araya getirerek, yapılacak yardımları ve eylemleri tek bir yerden planlı ve koordineli bir şekilde yürütülmesine olanak tanımaktadır.

Bu çalışma, afet sonrası afet bölgesinde ortaya çıkan her türlü ihtiyacın detaylı ve eksiksiz bir şekilde kolaylıkla saptanmasını hedeflemiştir. Amaç, her vatandaşın ilgili kurum ve kuruluşlara doğru imkânlarla ulaşmasıdır. Yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulamasının hedefi, doğal afet sonrası afetzedelerin kısa, orta ve uzun vadede ortaya çıkan ihtiyaçlarının, kurum, kuruluşlar ve yardımsever tarafından karşılanmasını sağlamaktır.

Afetlere karşı dirençli hale gelmek adına, yaşanan afetler sonrasında insani yardım operasyonlarının koordinasyonunu sağlamak ve mağdurlara ulaşmayı kolaylaştırmak için yardım marketi ihtiyaç talebi web uygulaması Afet ve Acil Durum Müdürlüğü koordinesinde yürütülecek çalışmalara destek olması amacıyla geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2014. Türkiye Afet Müdahale Planı, Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Planlar/TAMP.pdf.

AFAD, 2019. Deprem nedir? Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/deprem-nedir>.

AFAD, 2023. Kahramanmaraş-Pazarcık'ta Meydana Gelen Deprem Hk. Basın Bülteni-4, Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/kahramanmaras-pazarcikta-meydana-gelendeprem-hk-basin-bulteni4>.

Agha H.M.A., 2022. The contribution of skills of humanitarian logistics workers to logistics performance in disaster relief, Master's Thesis, Ibn Haldun University, School of GraduateStudies, Department of Management, 101 p.

Ayvazoğlu G., 2021. İnsani yardım lojistiği planlama süreci için bir model ve takip sistemi önerisi: Hatay ili örneği, Doktora Tezi, Gümüşhane Üniversitesi. Afet Yönetimi. Ana Bilim Dalı, Kamu Yönetimi, 126 s.

Başkaya S., 2015. Prepositioning of relief items in humanitarian logistics considering lateral transshipment opportunities, Master's Thesis, Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Industrial Engineering Department, 103p.

Becerikli U., 2017. Afet ve insani yardım lojistiği, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalı, Kamu Yönetimi, 107 s.

Çaylak S., 2019. İnsani yardım lojistiğinde sivil-asker iş birliği performansı kapsamındaki lojistik becerilerin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Ana Bilim Dalı, Lojistik Yönetimi Bilim Dalı, Kamu Yönetimi, 179 s.

Çetinkaya N., 2019. A novel model for humanitarian logistics: hot meal delivery aftermath of an earthquake in Istanbul, Master's Thesis, Galatasaray University, Institute of Science and Technology, Department of Industrial Engineering, 146p.

Çınar S., Mutlu H.M., 2020. Afet lojistik sorunları ve temel başarı etkenleri: bir literatür çalışması, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 8(2), 50-69.

Çoşkun A., 2021. Afet yönetimi ve karar destek sistemi (Aydes) üzerine bir çalışma, *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 61-80.

Demir M., 2023. Reflections of Social Media Usage After the 06 February Kahramanmaraş Centered Earthquakes, *Turk Deprem Arastirma Dergisi*, 5(2), 248-269, <https://doi.org/10.46464/tdad.1334129>.

Dindarik N., 2019. Mültecilerin yaşadıkları bölgelere yönelik Kızılay'ın gıda ve insani yardım lojistiği: Suriyeliler örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalı, Kamu Yönetimi, 119 s.

Ekmekci K., 2022. İnsani yardımların dağıtımına ilişkin üç aşamalı optimizasyon modeli önerisi ve Konya ilinde bir uygulama, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, İşletme, 183s.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Elmacı H., Olgun Ş., Şaroğlu F., 2013. Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30. Ankara-Türkiye.

Ergin C., 2016. Afet lojistiğinde depo yeri seçim probleminin optimizasyon ve kümeleme teknikleri ile çözülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, 112 s.

Güner Y., 2022. Afetlerde insani yardım yönetimi üzerine bir model önerisi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 508 s.

Karayün İ., 2022. İnsani yardım lojistiğinde gıda ve beslenme ürünlerine yönelik yapay sınır ağları temelli dinamik malzeme ihtiyaç planlaması, Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Bilim Dalı, İşletme, 164s.

Kavlak H., 2016. Intermodal freight transportation in humanitarian logistics, Master's Thesis, Çankaya University, Institute of Science and Technology, Department of Industrial Engineering, 148p.

Kula A.F., 2022. Afet öncesi zarar azaltma faaliyetlerinin insani yardım lojistiğindeki etkisinin en iyileme kullanılarak incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Endüstri ve Endüstri Mühendisliği, 87s.

Mermertaş F., 2024. İnsani yardım lojistiğine ayrıntılı bir bakış ve bibliyometrik analiz, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 241-264.

Mutlu İ.N., 2023. İnsani Yardım Lojistiğinde Şehir İçi Dağıtım Planlama, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim ve İşlemler Yönetimi Bilim Dalı, İşletme, 99s.

Özkapıcı D.B., 2015. An intermodal humanitarian logistics model based on maritime transportation for relief item distribution in Istanbul, Master's Thesis, Çankaya University, Institute of Science and Technology, Department of Industrial Engineering, 54p.

Öztürkel M., 2021. Afet yönetimi, afet lojistiği ve insani yardım lojistiği alanında yapılan tez çalışmalarının bibliyometrik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı, İşletme, 133 s.

Sarıkaya M., 2023. Afet lojistiğinde Türk Kızılay'ının rolü: Deprem felaketleri örneği, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, İşletme, 138s.

Soyöz H., 2024. Afet lojistiğinde beş seviyeli, çok dönemli ve çok ürünlü tam sayılı bir model önerisi ve vaka çalışması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harekat Araştırması Ana Bilim Dalı, Endüstri ve Endüstri Mühendisliği, 113s.

Sümer E., 2023. İnsani yardım lojistiği: Ankara'nın Çankaya ilçesindeki mahallelere COVID-19 aşısının dağıtılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İşletme, 105s.

Temiz S., 2021. İnsani yardım lojistiğinde tesis yer seçimi ve rotalama problemi için bir matematiksel model önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İşletme, 134 s.

Uslu A., 2016. Afet sonrası insani yardım lojistiğinde stokastik talepli çok depolu araç rotalama problemi: Ankara ili örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, 68 s.

Yıldırım S., 2023. 6 Şubat Kahramanmaraş Depreminin Psikososyal Etkisi ve Depremzedelere Yönelik Sürdürülebilir Müdahalenin Önemi Üzerine Bir Gözlem Araştırması, *Anasay* (24), 133-153.

Yılmaz H., 2021. İnsani yardım lojistiğinde dağıtım merkezi yer seçimi ve İstanbul uygulaması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı, Endüstri ve Endüstri Mühendisliği, 314s.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan veri türü bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): N.B., Ö.Y.
- Literatür araştırması (*Literature research*): N.B., Ö.Y.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): N.B.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): N.B.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): N.B.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): N.B., Ö.Y.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (Writing, editing and checking of manuscript): N.B., Ö.Y.



Artificial Intelligence in Disaster Management: Approaches, Methods and Applications

Cem Angin¹

¹ Ordu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, 52200 Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2813-5586

Keywords

Disaster, Disaster management, Natural disaster, Artificial intelligence, Earthquake

Highlights

- * Artificial intelligence
- * Disaster management
- * Artificial intelligence applications and examples in disaster management

Aim

To reveal the potential of artificial intelligence in disaster management with current applications and examples

Location

--

Methods

A systematic literature approach has been utilized to reveal the applications and methods of artificial intelligence in disaster management

Results

The study concluded that artificial intelligence applications and methods increase the effectiveness and success of disaster management

Supporting Institutions

The author declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The author have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 13.08.2024

Revised: 28.09.2024

Accepted: 18.11.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1532261



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Cem Angin

Email: angin52@gmail.com

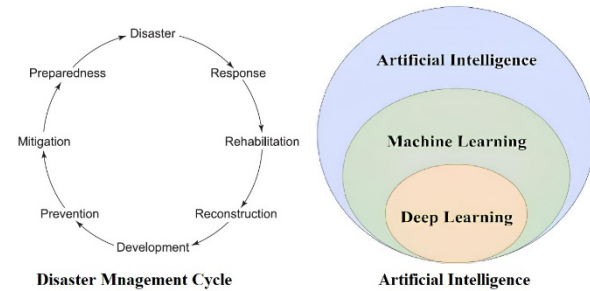


Figure
Disaster management cycle and Artificial Intelligence

How to cite:

Angin C., 2024. Artificial Intelligence in Disaster Management: Approaches, Methods and Applications, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 610-627, <https://doi.org/10.46464/tdad.1532261>.



Afet Yönetiminde Yapay Zekâ: Yaklaşımlar, Yöntemler ve Uygulamalar

Cem Angin ¹

¹ Ordu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, 52200 Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2813-5586

ÖZET

Afet yönetiminde her geçen gün yeni yöntemler, teknikler ve yaklaşımlar geliştirilmektedir. Bu yeni yöntem ve teknikler arasında günümüzde hemen hemen her alanda kendini gösteren yapay zekâ önemli bir konuma erişmiştir. Çalışma buradan hareketle genel olarak afet yönetimi ve afet yönetimindeki yaklaşımları, daha spesifik olarak da afet yönetiminde yapay zekâyı ele almaktadır. Çalışmanın amacı afet yönetiminde yapay zekânın önemini, potansiyelini, dünyadaki güncel gelişmeler ve örnekler eşliğinde ortaya koymaktır. Çalışmanın temel iddiası, yapay zekâ ile birlikte geleneksel afet yönetimi anlayışından yapay zekâ destekli teknolojik afet yönetimi anlayışına doğru bir dönüşüm yaşandığı şeklindedir. Çalışmada afet yönetiminde yapay zekânın güçlü bir potansiyele sahip olduğu, afet yönetiminin her aşamasına uyarlanabilir olduğu, kullanımının giderek yaygınlaştığı ve afet yönetimine güncel bir bakış açısı getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler

Afet, Afet yönetimi, Deprem, Doğal afetler, Yapay zekâ

Öne Çıkanlar

- * Yapay zekâ
- * Afet yönetimi
- * Afet yönetiminde yapay zekâ uygulama ve örnekleri

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 13.08.2024
Düzeltilme: 28.09.2024
Kabul: 18.11.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1532261

Sorumlu yazar

Cem Angin
Eposta:
angin52@gmail.com

Artificial Intelligence in Disaster Management: Approaches, Methods and Applications

Cem Angin ¹

¹ Ordu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, 52200 Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2813-5586

ABSTRACT

In disaster management, new methods, techniques, and approaches are being developed every day. Among these new methods and techniques, artificial intelligence has gained significant importance, making its presence felt in nearly every field today. This study addresses disaster management and its approaches in general, with a specific focus on artificial intelligence in disaster management. The aim of the study is to reveal the importance and potential of artificial intelligence in disaster management with current developments and examples from around the world. The main claim of the study is that with artificial intelligence, there has been a transformation from traditional disaster management understanding to artificial intelligence-supported technological disaster management understanding. In the study, it was concluded that artificial intelligence has a strong potential in disaster management, is adaptable to every stage of disaster management, its use is becoming increasingly widespread and brings an up-to-date perspective to disaster management.

Keywords

Disaster, Disaster management, Natural disaster, Artificial intelligence, Earthquake

Highlights

- * Artificial intelligence
- * Disaster management
- * Artificial intelligence applications and examples in disaster management

Manuscript

Research Article

Received: 13.08.2024
Revised: 28.09.2024
Accepted: 18.11.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1532261

Corresponding Author

Cem Angin
Email:
angin52@gmail.com

1. GİRİŞ

Afetler geçmişten günümüze toplumları her dönem etkilemiş ve sonuçları itibariyle hem büyük acılar yaşatmış hem de önemli deneyimler elde etmesini sağlamıştır. Toplumların yaşadığı bu acılar ve deneyimler bir yandan afet olgusunu kavrama ve anlamlandırma biçimini bir yandan da ona karşı mücadelede izlenen yol, yöntem ve teknikleri değiştirmiştir. Bu durum teknolojinin gelişmesi, bilim ve teknikteki ilerlemeler ve küreselleşmeye bağlı olarak günümüzde çok daha net bir şekilde gözlemlenebilmektedir. İnsanlığın en son geldiği endüstriyel, bilimsel ve teknolojik ilerlemeyi ifade etmek için günümüzde artık “Endüstri 4.0, 4. Sanayi Devrimi, Endüstri 5.0 ya da 5. Sanayi Devrimi” gibi ifadeler kullanılmaktadır. İnsanlık bu aşamaya belirli bir tarihsel süreç içerisinde elde ettiği deneyim ve birikimler ile ulaşmıştır. Kas gücünden makinelere doğru geçişin yaşandığı 18. yüzyıl “Endüstri 1.0”ı (yani 1. Sanayi Devrimi), 19. yüzyılda elektrik enerjisi ve elektrikli motorların üretim süreçlerine dahil edilmesi “Endüstri 2.0”ı, bilgisayar ve internet destekli teknolojilerin tüm dünyaya yayılması ve günlük hayatın bir parçası olması ise 20. yüzyılda “Endüstri 3.0”ı başlatmıştır (Rana ve Sharma 2019). Dolayısıyla insanlığın sosyal, kültürel, ekonomik ve teknolojik evrimsel süreci sürekli olarak bir dönüşüm içerisinde. Bu dönüşüm tüm hızıyla günümüzde de devam etmektedir.

Endüstri 4.0 ilk defa 2011 yılında teknoloji tabanlı endüstriyel bir dönüşüm projesi olarak Almanya’da ortaya koyulmuş ancak zamanla tüm dünya tarafından kabul görerek küresel bir anlayış haline gelmiştir. Endüstri 4.0, akıllı makinelerin, yapay zekânın üretim hatları ve süreçlerine dahil edilmesini ayrıca internet ve destekleyici teknolojilere dayalı en son teknolojik gelişmelerin tümünü ifade etmek için kullanılan bir kavram iken (Alexa ve diğ. 2022), endüstri 5.0 ise yeni bir ekonomik, teknolojik ve toplumsal dönüşüm evresi olarak Avrupa Komisyonu tarafından 2021 yılında açıklanan bir raporla gündeme gelmiştir. Bu rapora göre Endüstri 5.0 ile sanayileşmenin salt verimlilik ve kar güdüsüyle değil dijital ve yeşil dönüşümlere öncülük edecek bir şekilde ilerlemesi ve gelişmesi hedeflenmektedir (European Commission 2021). Endüstri 5.0 sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve insan refahı arasında bir denge olması gerektiğini savunan ayrıca sürdürülebilir, insan odaklı ve dayanıklı bir sanayi anlayışını benimseyen bu yönüyle de “Endüstri 4.0” yaklaşımını tamamlayan bir içeriğe sahiptir (Carayannis ve Joanna Morawska 2022).

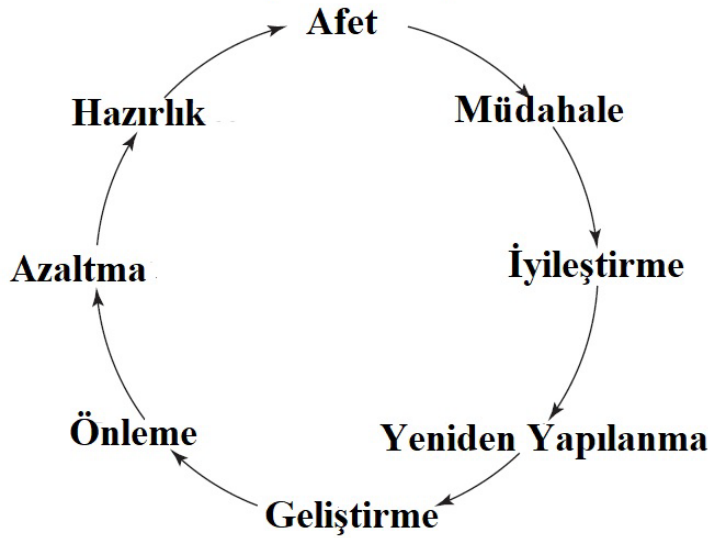
“Endüstri 4.0” kavramı daha çok yapay zekâ, kodlama, otonom robotlar, bilişim, internet teknolojilerine vurgu yaparken, “Endüstri 5.0” sürdürülebilirlik, insan odaklı olma, insan refahı ile teknoloji arasında denge kurma gibi konulara vurgu yapmaktadır (Carayannis ve Joanna Morawska 2022). Ancak görüldüğü üzere her iki dönüşüm sürecinin ortak bileşeni bilgisayar ve internet teknolojilerinin en önemli ürünlerinden biri olan yapay zekâdır. Yapay zekâ günümüzde insanlığın gündelik hayatının adeta ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Eğitim, sağlık, ticaret, sosyal güvenlik, e-ticaret, bankacılık ve finans, otonom araçlar, trafik, insansız hava araçları, yüz tanımlama gibi akla gelebilecek her alanda ve kamu-özel fark etmeksizin her sektörde kullanılabilen işlevsel bir araç durumundadır. Yapay zekânın bu denli işlevsel olması onu birçok alanda kullanılacak eşsiz bir konuma yükseltmiştir. Bu alanlardan biri de afet yönetimidir. Bu çalışma günümüzde tartışmasız bir şekilde son derece önemli ve popüler olan iki temel konuyu yani yapay zekâ ve afet yönetimini bir araya getirmektedir. Çalışma afet farkındalığına, afet yönetimindeki güncel yaklaşımlara ve ayrıca yapay zekânın afet yönetimindeki potansiyeline dikkat çekmektedir. Çalışmanın temel iddiası yapay zekâ ile birlikte geleneksel afet yönetimi anlayışından yapay zekâ temelli teknolojik bir afet yönetimi anlayışına doğru bir dönüşüm yaşandığı şeklindedir. Çalışmada afet yönetiminde yapay zekânın güçlü bir potansiyele sahip olduğu ve yapay zekânın afet yönetimine güncel bir bakış açısı getirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak çalışmada öncelikle afet, afet yönetimi ve afet yönetim döngüsü, yapay zekâ gibi konu açısından önemli görülen temel kavramlara ardından afet yönetimindeki klasik ve modern yaklaşımlara ve son olarak afet yönetiminde yapay zekâ ve uygulamalarına değinilecektir.

2. TEMEL BAZI KAVRAMLAR

Çalışmanın daha iyi anlaşılabilmesi ve bütüncül bir bakış açısı içerisinde değerlendirilebilmesi için afet, afet yönetimi, afet yönetim döngüsü ve yapay zekâ gibi temel kavram setinin kısa ve öz şekilde açıklığa kavuşturulması son derece önemlidir.

Afetler sosyal, ekonomik ve fiziki açıdan kayıplar ortaya çıkaran, gündelik hayatın işleyişini derinden etkileyerek onu sekteye uğratan, acil müdahaleyi gerektiren olağanüstü durumlardır (Büyükkaracıoğlu 2016). Afetlerin bir kısmı doğal nedenlerden (tsunami, yangın, kasırga, deprem, sel gibi) bir kısmı insanlardan (patlama, kaza, yangın gibi) bir kısmı da teknolojik nedenlerden (siber saldırılar, veri ve bilgi hırsızlığı, nükleer santral veya kimyasal kazalar gibi) kaynaklanabilmektedir. Ancak kaynağı her ne olursa olsun afetlerin büyük yıkımlara neden olma potansiyeline sahip olması onlara karşı sürekli hazırlıklı olmayı gerektirmektedir.

Afetlerle mücadele, planlı bir süreci ifade eden afet yönetimi altında gerçekleştirilmektedir. Afet yönetimi, "afetten kaynaklanan zararların önlenmesi veya azaltılması için risk analizi ve zarar azaltma, hazırlık, ilk yardım ve müdahale ile yeniden inşa evrelerini içerecek şekilde geniş kapsamlı olarak afetin yönetilmesi"ne denir (Şahin ve Üçgöl 2019). Afet yönetimi, klasik bakış açısında olduğu gibi sadece afet meydana geldikten sonraki süreci değil aksine afet öncesi, afet anı ve afet sonrasını da dikkate alan bütüncül bir yönetsel anlayışı ifade etmektedir. Afet yönetimindeki bu bütüncül ve geniş bakış açısı afet yönetim döngüsü adı verilen ve birbirini tamamlayan aşamalara dayanmaktadır. Afet yönetim döngüsü kavramsal açıdan ilk kez 1970'li yıllarda ortaya koyulmuş olup, afet öncesi, afet anı ve afet sonrası için neler yapılması gerektiğini gösteren bir tür yol haritası olarak tasarlanmıştır (Coetzee 2010).



Şekil 1: Afet Yönetim Döngüsü (Bhattacharya 2012).
Figure 1: Disaster Management Cycle (Bhattacharya 2012).

Yukarıdaki şekil afet yöntem döngüsünü göstermektedir. Afet yönetim döngüsü afet öncesi (hazırlık, zarar azaltma ve önleme), afet anı (müdahale,) ve afet sonrası (iyileştirme, yeniden yapılanma ve geliştirme) süreçleri kapsayan aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalardan bazıları (örneğin afet öncesinde yer alan hazırlık, zarar azaltma gibi) afetleri en az hasarla atlattırmayı amaçlarken bazıları da (örneğin müdahale, iyileştirme, yeniden yapılandırma gibi) afet sonrası sürecin en iyi ve en kısa sürede toparlamayı amaçlamaktadır. Kısaca bu aşamaları açıklayacak olursak:

- **Müdahale:** Arama, kurtarma, acil yardım gibi afet sonrası müdahaleyi içeren aşamadır. Bu aşamada öncelikli hedef insanların en az zararla afeti atlattığını sağlamaktır.
- **İyileştirme:** Afet sonrası yaşanan tahribatın onarılma aşaması olup, bu aşamada öncelikli hedef yaşamın normalleşmesini ve olağan hale dönmesini sağlamaktır.
- **Yeniden yapılanma:** Toplumsal yaşamın yeniden eski hale gelmesi için afetin yıkıma uğrattığı elektrik, su, altyapı, barınma, ulaşım, gibi asgari ve hayati ihtiyaçların hızlı bir şekilde yeniden inşa edilmesine yönelik aşamadır. Hızlı bir şekilde toplumun afet öncesi hal ve şartlara dönüşünü amaçlayan bu aşama afetin yarattığı tahribatın büyüklüğüne göre uzun bir süreç alabilmektedir.
- **Geliştirme:** Afetler uzun zaman alan kalkınma çabalarına zarar vererek kalkınma sürecini sekteye uğratabilir ve ülkeleri birkaç on yıl geriye götürebilir (Bali 2024). Geliştirme aşaması afet sonrası afet bölgesinin geliştirilmesi ve o bölgenin kalkınması için uygun ve güncel kalkınma politikalarının hayata geçirilmesini içermektedir.
- **Önleme:** Afete bağlı tehlikelerden ve onun olumsuz etkilerinden kaçınıldığı, çeşitli önlemlerin planlandığı aşamadır. Amaç önlemlerinin belirlenmesi ve gerektiğinde hayata geçirilmesidir.
- **Risk ve Zarar Azaltma:** Riskli binaların, deprem bölgelerinin, sel ve taşkın sahalarının tespit edilmesi gibi afet potansiyeline sahip unsurların belirlenmesini ve böylece olası tehlike, zarar ve risklerin minimuma indirilmesini içeren aşamadır.
- **Hazırlık:** Hazırlık planları, acil durum tatbikatı, afet eğitimi, toplumsal farkındalığın artırılması, erken uyarı sistemleri gibi yeni bir afete karşı çeşitli hazırlıkların yapıldığı aşamadır.

Afet yönetim döngüsünün her bir aşaması bir bütünün parçasını oluşturmakta ve birbirlerini tamamlamaktadır. Dolayısıyla etkili ve verimli bir afet yönetimi için her bir aşamanın iyi planlanması ve örgütlenmesi gerekmektedir. Afet yönetiminin döngüsel süreci günümüzde yapay zekâ ile desteklenerek daha da geliştirilip, güçlendirilmektedir.

Çalışma açısından ele alınması gereken bir diğer kavram yapay zekâ kavramıdır. Yapay zekâyı kavramsal olarak ilk kez ortaya koyan kişi John McCarthy'dir. Bilgisayar bilimci olan McCarthy, 1956 yılında düzenlenen bir sempozyumda (Summer Research Project on Artificial Intelligence) ilk kez yapay zekâ kavramını kullanmış olup, bu açıdan yapay zekânın bir bilim dalı olmasını sağlayan ilk ve en önemli adımı atmıştır (Rajaraman 2014). Yapay zekâ tıpkı insanlar gibi öğrenen, düşünen ve insan aklının bilişsel yeteneklerini taklit edebilen bir makinenin var olabileceği düşüncesinin ve cabasının bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Yapay zekâ, antropomorfik zekânın ve düşüncenin insanlara birçok yönden yardımcı olabilecek makinelerle aktarılmasına odaklanan bir bilgi işlem alanıdır (Murugaiah 2021).

3. TARİHSEL AÇIDAN YAPAY ZEKÂ

Tarihsel açıdan yapay zekâ fikrinin ortaya çıkışı ve bu fikrin olgunlaşması 1940'lı yıllara kadar geri girmektedir. Bu dönemde sadece düşünsel ve fikri olarak temelleri ortaya atılmamış aynı zaman da birtakım pratik uygulamalar ve deneysel çalışmalarla yapay zekânın ilkel formları test edilmiştir. Yapay zekâ, bilişsel bir etkinliği yapay sinir ağları ile çeşitli mekanik ve robotik sistemlere yaptırılması düşüncesi ve çabası olarak düşünülebilir. Bu düşünce 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts tarafından yapay sinir ağı üzerine yapılan ilk çalışmanın telif edilmesiyle daha da somut bir hal almıştır. Bu çalışmada yapay bir nöron modelinin çeşitli hesaplamalar yapabildiği ve öğrenme yetisi kazanabileceği ortaya koyulmuştur.

Yapay zekâ konusunda esaslı bir diğer çalışma 1950 yılında Alan Turing tarafından kaleme alınan "Computing Machine and Intelligence" (Turing 1950) adlı çalışmadır. Bu makale ile yapay zekânın temel alt bileşenlerinden olan makine öğreniminin temelleri atılmıştır. Makine öğrenimi, sistemlerin özel olarak programlanmadan çeşitli deneyimlerden hareketle kendi kendilerine öğrenme ve kendilerini geliştirme yeteneği olarak tanımlanabilir (Sarker 2021). Bir yapay zekâ ve bilgisayar bilimi olarak makine öğrenimi, bir makinenin ya da bir bilgisayarın tıpkı insanlar gibi deneyimler elde etmesi, öğrenmesi, kendini geliştirmesi ve performansını arttırması durumudur. Alan Turing, makinelerin düşünme yeteneğini değerlendirmek üzere "Turing Testi"ni ortaya koymuştur. Bu test ile bir kişiye yöneltilen soruların bir insandan mı?

yoksa bir makineden mi? geldiği hususu üzerine yoğunlaşarak bir makinenin insan gibi davranışlar ortaya koyup koyamayacağı tespit edilmeye çalışılmıştır.

1956 yılına gelindiğinde ise yapay zekâ konusunda çok önemli bir ilerleme daha kaydedilmiştir. Dartmouth Yapay Zekâ Yaz Araştırma Projesi Çalıştayının (Summer Research Project on Artificial Intelligence) gerçekleştirildiği 1956 yılında bilgisayar bilimci John McCarthy tarafından ilk kez yapay zekâ kavramı kullanılmış, tanımlanmış ve yapay zekânın bir bilim olması yönündeki ilk adımları atmıştır (Rajaraman 2014). Dolayısıyla McCarthy yapay zekânın bilimsel açıdan kurucu babası, Dartmouth Yapay Zekâ Yaz Araştırma Projesi ise kurucu etkinliği olarak kabul edilebilir. Çünkü yapay zekâ bu etkinlik içerisinde hem ismini hem misyonunu hem de bilimsel kimliğini büyük ölçüde elde etmiştir.

1959 yılında Arthur Samuel tarafından yapay zekânın bir alt kümesi olan makine öğrenimi konusunda önemli bir çalışma yapılmıştır. Samuel bu çalışmada makine öğrenimini tanımlamış ve amacını ortaya koymuştur. Buna göre makine öğrenimini, “bilgisayarlara (açıkça programlanmadan) öğrenme yeteneği kazandıran çalışma alanı” şeklinde tanımlamış ayrıca makine öğreniminin amacını da “gelecekteki bilinmeyen olayları veya senaryoları tahmin etme” şeklinde ortaya koymuştur (Samuel 1959). Görüldüğü üzere Alan Turing'in makine zekasını göstermek için bir ölçüt standardı geliştirmiştir ve bir makinenin bir insan kadar ayırt edilemeyecek şekilde zeki ve duyarlı olduğunu kanıtlamaya çalışmıştır. Arthur Samuel ise makinelerin tıpkı insanlar gibi deneyimleyerek öğrenme yetisi elde edebileceğini ortaya koymuştur.

Joseph Weizenbaum tarafından 1966 yılında ilk yapay zekâ sohbet botu olan “ELIZA” oluşturulmuştur. İnsan ve makine arasında bir iletişim kurma düşüncesinin ürünü ve doğal dil işleme programı olan ELIZA'nın amacı manipülatif bir şekilde kullanıcılarını gerçek bir kişiyle konuştuklarını düşünmelerini sağlamaktı (Weizenbaum 1966). Bilgisayar ve insanlar arasında dil iletişimini sağlamak için oluşturulan ELIZA yapay zekâ araştırma ve geliştirme sürecinin önemli halkalarından biri olmuştur.

Yapay zekânın bugünkü haline ulaşması belirli bir tarihsel sürecin ve birikimin sonucunda gerçekleşmiştir. İkel formdan en gelişkin haline gelene kadarki süreçte birçok araştırma, geliştirme, deney süreçlerinden geçmiş ve yine birçok disiplinin katkısı ve etkisiyle günümüzdeki formuna ulaşmıştır. Ancak hemen belirtmek gerekirse yapay zekâ günümüze kadar sürekli yükselen bir başarı trendiyle gelmemiş, inişli-çıkışlı bir serüvene sahip olmuştur. Yapay zekânın “Altın Çağı” (Golden Age) olarak nitelendirilen 1950'li yıllardan 70'li yılların ortalarına kadar önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu dönemde yapay zekâ bir isme, amaca, misyona, işleve ve bilimsel bir kimliğe sahip olmuştur. Yine bu dönemde yapay zekânın önemli ayırt edici özelliklerinden biri olan akıllı davranışın ikel bileşenlerini gösteren ilk sistemler ortaya koyulmuştur. Ancak yapay zekânın başarılı bu çıkışının ardından bir “Yapay Zekâ Kışı” yaşanmıştır. İlk kez “Yapay Zekâ Geliştirme Derneği” (Association for the Advancement of Artificial Intelligence) tarafından 1984 yılında kullanılan bu kavram, yapay zekâ alanındaki heves, finansman ve ilerlemede önemli bir düşüşün yaşandığı dönemleri ifade etmektedir (Couvart 2024).

1973 yılında ABD Kongresi'nin yapay zekâ araştırmalarına yapılan yüksek harcamaları şiddetle eleştirmeye başlaması, yine aynı yıl İngiliz matematikçi James Lighthill'in, İngiliz Bilim Araştırma Konseyi tarafından kendisine hazırlatılan raporda yapay zekânın istenilen sonuçları veremediğini açıklaması gibi nedenlerle hükümetler üniversitelerde yapay zekâ araştırmalarına verilen desteği sonlandırmıştır (Wooldridge 1996). Bu duruma bağlı olarak yapay zekâ alanında yapılan çalışmalar 1980'li yıllara kadar bir duraklama dönemine girmiştir. Yapay zekânın birinci kışı (AI Winter) şeklinde kavramsallaştırılan bu dönemde yüksek maliyetler, yapay zekâ üzerine yapılan araştırmaların yeterince tatminkâr sonuçlar ortaya koyamaması ve yapay zekâ çalışmaları için yeterli düzeyde fon temin edilememesi gibi nedenlerle bu alanda bir duraklama dönemi yaşanmıştır. Daha sonraki süreçte yapay zekâ

alanında kısa bir toplanma dönemi görülse de 1987-1993 yıllar arasında yeniden bir duraklama dönemi yaşanarak yapay zekâ ikinci kışını yaşamıştır (Germain ve Gernier 2021). Tıpkı ilkinde olduğu gibi bu dönemde de etkili ve yenilikçi çalışmaların ortaya koyulamaması, internetin yükselen bir güç ve araştırma alanı olarak süratle gelişim sağlaması ve teknoloji alanında ilgiyi üzerine çekmesi, yapay zekâya olan inancın giderek azalması ve buna bağlı olarak ona olan desteğin, yatırımların, fonların eksik kalması yapay zekânın ikinci bir kış uykusuna dalmasına neden olmuştur.

Yapay zekâ 90'lı yılların ortalarına doğru yavaş yavaş toparlanmaya başlamıştır. Bu dönemde yapay zekâ programlama dillerinden "Prolog" ve "Lips" sayesinde makineler muhakeme ve karar verme yeteneği kazanmaya başlamıştır. Dönemin en somut gelişmesi IBM tarafından geliştirilen DeepBlue makinesidir. Bu makine, 1997 yılında altı oyunluk bir maçta o zamanki Dünya Satranç Şampiyonu Garry Kasparov'u yenmiş ve yapay zekâya olan umutların yeniden yeşermesine katkıda bulunmuştur. Yapay zekâ 90'lı yılların sonlarına doğru teorik araştırmaların ötesine geçerek günlük hayata, ticari ve endüstriyel ortamlara dahil olmuş, onları etkileyecek şekilde hızlı bir çeşitlenme ve pratik uygulama deneyimi yaşamıştır (Munakata 1994).

2000'li yıllara geldiğinde yapay zekânın artık belli bazı alanlarda varlık gösterme anlayışı terk edilmiş ve akla gelebilecek her alana dahil olma, günlük hayattaki pratik uygulamalara yönelme eğilimi yükselişe geçmiştir. Özellikle yapay zekânın internet ile buluşması 2000'li yılların en ayırt edici özelliği olmuştur. Yapay zekânın alt bileşenleri olan makine öğrenimi ve derin öğrenmenin internet aracılığıyla büyük veriye ulaşabilmesi yaygınlaşmış bu ise yapay zekâ alanında yeni bir dönüm noktası olmuştur. Çünkü internet ile birlikte yapay zekâ için gerekli olan öğrenme algoritmalarını besleyebilecek veri miktarı muazzam seviyelere ve çeşitliliğe erişmiştir. Diğer bir ifadeyle öğrenme algoritmaları 2000'li yıllara girerken yeni değildi, yeni olan onları beslemek için mevcut veri miktarının internetle birlikte katlanarak artmasıdır. Dolayısıyla 2000 yıllarla birlikte yapay zekâ eski yöntemlerden veri odaklı bir yöntemge geçmiş ve devasa veri setlerine sahip olmuştur (Larson 2021). Bunu destekleyen bir diğer gelişme ise yapay zekânın ihtiyaç duyduğu verilerin ve bilgilerin depolanması için gerekli olan disk teknolojisindeki ilerlemeler olmuştur. Başlangıçta basit depolama birimleri olan disketlerden mekanik harddisklere doğru bir gelişim olmuşken 2000'li yıllarla birlikte SATA SSD'lere ve oradan da daha hızlı, dayanıklı, yüksek kapasiteli NVMe Ssd'lere doğru gelişim yaşanmıştır. Görüldüğü üzere internet, depolama teknolojilerinin gelişimi, bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde yapay zekâ 2000'li yıllarda önemli bir gelişim trendi yakalamıştır.



Şekil 2: Yapay Zekâ (Muthukrishnan ve diğ. 2020)
Figure 2: Artificial Intelligence (Muthukrishnan ve diğ. 2020)

Günümüzde yapay zekâyı iç içe geçmiş 3 katmanlı halkalar üzerinden açıklığa kavuşturmak mümkündür. Yukarıdaki şekil genel olarak yapay zekâyı ve onun işleyiş mantığını ortaya koymaktadır. En iç katmanda “Derin Öğrenim (Deep Learning-DL)”, onun bir üst halkasında “Makine Öğrenimi (Machine Learning-ML)” ve en üst katmanda “Yapay Zekâ (Artificial Intelligence-AI)” bulunmaktadır. Bu halkalar yapay zekânın günümüzdeki haline erişerek daha üretken hale gelmesindeki yapı taşlarıdır.

Derin öğrenme ve makine öğrenimi yapay zekânın alt kümeleridir. Makine öğrenimi bir yapay zekâ tekniğini ve derin öğrenme ise daha komplike bir makine öğrenimi tekniğini ifade etmektedir. En popüler yöntemlerden biri olarak makine öğrenimi, genellikle sistemlere, özel olarak programlanmadan otomatik olarak deneyimlerden öğrenme ve geliştirme yeteneği sağlayan temel unsurdur (Sarker 2021). Makine öğrenimi algoritmaları, kalıpları, verileri tanıyarak ve sisteme yeni veriler girildiğinde tahminler yaparak çalışır. Derin öğrenme ise verileri zekice analiz etmek için kullanılabilen yapay sinir ağı kökenli, daha geniş bir makine öğrenimi yaklaşımı ailesinin bir parçası şeklinde tanımlanabilir (Sarker 2021).

Yapay sinir ağları (simüle edilmiş sinir ağları), makine öğreniminin bir alt kümesi ve ayrıca derin öğrenme algoritmalarının da bel kemiği olup, bu ağlar insan beynindeki nöronların birbirlerine sinyal verme işleyişini taklit etmelerinden dolayı "nöral" olarak da adlandırılırlar (IBM Data and AI Team 2023). Makine öğrenimi modelleri bir veya iki hesaplama katmanına sahip daha basit sinir ağları kullanırken, derin öğrenme üçten fazla (yüzlerce hatta binlerce katmana da sahip olabilir) sinir ağları kullanmaktadır (IBM Data and AI Team 2023). Dolayısıyla derin öğrenme makine öğrenimine göre daha karmaşık işleyiş ve süreçlere sahiptir. İnsan beyninin karmaşık karar verme gücünü taklit eden ve bunun için derin sinir ağları adı verilen çok katmanlı sinir ağlarını kullanan, makine öğrenmesinin bir alt kümesi olan derin öğrenme günümüzde yapay zekâ (AI) uygulamalarının çoğuna güç vermektedir (Holdsworth ve Scapicchio, 2024).

Makine öğrenimi ve derin öğrenme arasındaki diğer bazı farklılıklar şu şekildedir (Taye 2023):

- Makine öğrenimi çok az insan müdahalesi ya da insan müdahalesi olmadan otomatik olarak uyum sağlama yeteneğidir. Derin öğrenme ise makine öğrenmesinin bir alt kümesidir ve insan beyninin öğrenme sürecini simüle etmek için yapay sinir ağlarını kullanır.
- Derin öğrenme daha fazla veriye ihtiyaç duyar, yeni durumlara uyum sağlayabilir ve kendi hatalarını düzeltebilir. Makine öğrenmesi ise daha küçük veri setleri üzerinde eğitim yapabilir ancak öğrenmek ve hataları düzeltmek için daha fazla insan müdahalesine ihtiyaç duyar.
- Makine öğrenmesi, verileri kategorize etmek ve özellikleri vurgulamak için insan müdahalesine dayanır. Buna karşın, derin öğrenme sistemi bu özellikleri insan girişi olmadan edinmeyi amaçlar.
- Makine öğrenmesini itaatkâr bir robot gibi çalışır. Verilerdeki desenler analiz edilerek tahminlerde bulunulur. Derin öğrenme ise kendi kendine öğrenen bir robot şeklinde düşünülebilir. Daha karmaşık desenleri öğrenebilir ve bağımsız tahminler üretebilir. Makine öğrenimi, her görev için manuel olarak tasarlanmış belirli bir dünya temsili (özellikler) verildiğinde girdiyi çıktıya eşlemeyi öğrenir.

Makine öğrenimi, günlük hayatta pek çok yerde karşımıza çıkmaktadır. Web sitelerinde karşımıza çıkan öneri algoritmaları, maillerde ya da alışveriş sitelerinde yer alan çoklu filtrelerde, bankacılık hizmetlerinde olası dolandırıcılıkların tespit edilmesinde ayrıca reklam yerleştirme, kredi notu puanlama, borsa tahmini, gen analizi, davranış analizi, hava durumu tahmini gibi birçok alanda yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Tıpkı makine öğreniminde olduğu gibi derin öğrenme de günlük hayatta birçok noktada karşımıza çıkmaktadır. Örneğin sürücüsüz otomobillerin şerit algılamasında, doktorların hastalıklara tanı koymasında, fotoğrafta yer alan kişilerin tespit edilmesinde, e-ticarette en fazla tercih edilen ikili ürünlerin önerilmesinde, tüketici taleplerini karşılamada makine öğreniminden yararlanılmaktadır.

4. AFET YÖNETİMİNDE YAKLAŞIMLAR

Afet ve afet yönetimi konusuna farklı açılardan yaklaşan birçok yaklaşım bulunmaktadır. Çalışmanın bu başlığı altında genel olarak bu yaklaşımlara değinilecektir. Bu yaklaşımlar, teorik ve ampirik çalışma ve araştırmalardan elde edilen bilgilerle afet riskinin, yıkımının nasıl azaltılabileceğini ya da afetlere yüklenen farklı anlamlara nasıl yaklaşılması gerektiğini göstermesi açısından oldukça önemlidir. Diğer yandan afet yönetimine yeni bir bakış açısı getiren ve güncel bir yaklaşım olarak karşımıza çıkan yapay zekâ dışındaki diğer yaklaşımların ortaya koyulması afet yönetiminde gelinen noktayı saptamak adına oldukça gereklidir. Bu şekilde en eski zamanlardan yapay zekânın hâkim olduğu günümüze kadarki süreçte afet yönetimi anlayışındaki değişim ve dönüşümü daha bütüncül olarak değerlendirmek mümkün olacaktır.

Genel olarak afet yönetimine ilişkin yaklaşımlar geleneksel ve modern bakış açıları altında iki ana kategoriye ayrılabilir. Geleneksel bakış açısı daha çok afetin nasıl anlamlandırıldığına, afet karşısında insanların konumuna odaklanmakta ve açıklığa kavuşturmaktadır. Modern yaklaşımlar ise afetler karşısında pasif bir duruş yerine onu anlama, çözümlenme ve yönetebilme düşüncesinin egemen olduğu yaklaşımlardır. Ayrıca modern yaklaşımlar, afet yönetiminde uzman bilgisine ve resmi devlet aygıtlarına öncelik verirken bu sürece halkın, gönüllülerin, sivil toplum kuruluşlarının ve diğer paydaşların katılımının da faydalı olacağını kabul etmektedir (Bennett 2012).

- **Tanrısal Eylem Yaklaşımı:** Geleneksel bakış açısı içerisinde yer alan bu yaklaşım kaderci anlayışa sahiptir. Tanrısal eylem yaklaşımı afeti tanrının bir eylemi olarak görmektedir. Çok eski çağlardan bu yana afetlerden kaynaklanan felaketler karşısında insanlığın çaresizlik içerisinde kaldığı dönemler olmuştur. Kaderci anlayış, afetleri tanrının eylemleri şeklinde anlamlandırmaktadır. Bu yaklaşımda afetler kozmik ya da ilahi bir takdir veyahut insanların yanlışları ve başarısızlıkları için ilahi bir ceza olarak görülmektedir (Chaudhary ve Piracha 2021). İnsanlığın pozitif bilimlerde ilerlemesine ve birçok önemli bilgiye sahip olmasına bağlı olarak bu yaklaşımdan uzaklaşılsa da yakın zamanda yapılan bir araştırmada afetlerin ve ondan kaynaklanan yıkımın (deprem, tsunami, sel gibi) Tanrı'nın bir eylemi olduğu düşüncesinin dünya çapında halen yaygın olduğu ve büyük bir doğal afet meydana geldikten sonra bu inancın güçlendiği tespit edilmiştir (Bentzen 2019).
- **Doğa Olayı Yaklaşımı:** Bu yaklaşım afeti fiziksel bir olgu olarak görmekte ve bir doğa olayı kabul etmektedir. İnsanlığın pozitif bilimlerde önemli ilerlemeler kaydetmesine bağlı olarak doğal afetlerin Tanrı'dan gelen bir mesaj olduğuna yönelik inanç yavaş yavaş gerilemeye başlamıştır (Bentzen 2019). Özellikle 20. yüzyılın başlarında yaygın olarak kabul gören bu yaklaşım bilimsel düşünce ve bilgideki ilerlemeye bağlı olarak, afet algısını doğaüstü paradigmadan doğal fiziksel gerçekliklere doğru değiştirmeye başlamıştır (Chaudhary ve Piracha 2021). Dolayısıyla bu yaklaşımla birlikte afetlerin kaynağı Tanrı'dan "Doğa Ana"ya doğru kaymış, afetleri açıklamak için uzun süredir baskın olan teolojik yaklaşım yerini bilimsel açıklamalara bırakmıştır.
- **Etkileşim Yaklaşımı:** Bu yaklaşım afetleri insan ve doğanın etkileşimine bağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle etkileşim yaklaşımı bir doğa olayının afete dönüşmesinde insanların etki ve katkısına odaklanmaktadır (Weichselgartner ve Bertens 2000).
- **Karmaşık İlişkiler Ağı Yaklaşımı:** Bu yaklaşım afeti ve onun doğurduğu sonuçları sadece insan ya da doğa ile değil birden fazla unsurun (doğa, insan ve sosyal, siyasi, ekonomik faktörler gibi) bir araya gelmesi ve etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık ilişkiler ağı olarak açıklamaktadır. Örneğin bu yaklaşıma göre insanlar yaşadıkları yerlerde çevresel koşulları (küresel ısınma, su kaynaklarının yok edilmesi, yapay yağmur, akarsu güzergahlarının değiştirilmesi, yeşil alanların yok edilmesi gibi) sosyal, siyasi, ekonomik ya da kültürel nedenlerle etkilemekte, olağan işleyişi bozmakta ancak süreç içerisinde bu değişim ve dönüşümlerin sonuçlarını öngörememektedir. Bu ise bir tür kelebek etkisi yaratarak afetleri beraberinde getirmektedir.
- **Risk Yaklaşımı:** Günümüz toplumsal yaşamı sürekli ve birçok risk ile iç içe olması nedeniyle adeta risk toplumu formundadır. Bu yaklaşım, herhangi bir afet olayının kendisinden ziyade onun meydana gelme riskine odaklanma, afetlerin nedenlerini analiz etmekte ve onları azaltmak için afet risklerini minimum seviyede tutmanın yollarını araştırmakta ve ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle bu yaklaşım, afet risklerini tespit ve analiz ederek afetleri azaltmayı amaçlamaktadır. Günümüzde afetin gerçekleşmesinden sonra eyleme geçen müdahale tabanlı klasik afet yönetimi anlayışı yerine afet risklerinin azaltılmasını önceleyen bir anlayış egemendir.

- **Zafiyet (Kırılganlık-Güvenlik Açığı) Yaklaşımı:** Afetler karşısında zafiyet noktalarının neler olduğunu, kırılmalıkların nerelerden kaynaklandığını tespit etmeye çalışan bu yaklaşım yoksulluk, sosyal eşitsizlik, az gelişmişlik, düşük afet duyarlılığı, kaynak yetersizliği, afet sonrası düşük toparlanma kapasitesi gibi birçok unsurun afetler karşısındaki temel kırılmalık gerekçeleri olduğunu belirtmektedir (McEntire ve diğ. 2010). Zafiyet yaklaşımı bu tarz kırılmalıklara sahip sosyal sistemlerin insanları savunmasız hale getirerek afetlere yol açtığını ileri sürmektedir.
- **Dayanıklılık (Direncili Toplum) Yaklaşımı:** Günümüzde afetler toplumları birçok yönden olumsuz etkilemekte ve dirençlerini zayıflatmaktadır. Bu durum dayanıklılık yaklaşımını önplana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım toplumun afet direncinin artırılması ile afetin etkilerinin azaltılması arasında anlamlı bir ilişki kurmakta ve direncili toplum yaratmanın bir toplumun geleceğini korumanın en etkili yolu olduğunu savunmaktadır (Şen 2021). Bu yaklaşım içerisinde afetlere karşı belirli parametrelerden meydana gelen direnç endeksleri (örneğin alt yapı, toparlanma kapasitesi, yeniden inşa süreci, ekonomi gibi) oluşturularak toplumların afetler karşısında dirençleri ölçümlenmektedir (Yang ve diğ. 2020). Endekslerden çıkan sonuçlara göre o toplumun afetlere karşı dayanıklılık seviyesi tespit edilmekte ve o toplum için yapılması gerekenler ortaya koyulmaktadır.
- **Karmaşıklık Teorisi:** Karmaşıklık teorisi, gerçeklerin belirsiz, karmaşık doğasını, düzen ve düzensizliğin bir arada varoluşunu ve birinden diğerine doğru gerçekleşen sürekli dinamik dönüşümleri anlamaya ve açıklamaya çalışır (Morçöl 2012). Karmaşıklık teorisinde çok sayıda unsurun ya da etkenin birçok farklı yolla birbirine bağlı ve birbiriyle etkileşim içinde olması söz konusudur. Bu teori karmaşıklığı tamamen ortadan kaldırmaz, onun yerine sadeleştirerek (minimum bileşen sayısı belirleyerek ya da ne kadar bileşene ihtiyaç duyulacağını göstererek) onu anlayacak ve anlamlandıracak yeni tasarımlar önerir. Günümüzde fen, tıp, mühendislik ve sosyal bilimler olmak üzere birçok alanda faydalanan karmaşıklık teorisinden afetler konusunda da yararlanılmaktadır. Karmaşıklık teorisi açısından afetler, birden fazla bileşenden ve bu bileşenler arasındaki etkileşimlerden ortaya çıkan karmaşık, dinamik ve bağlantılı olaylardır. Bu teori gerek meydana gelirken gerekse meydana geldikten sonra birçok karmaşıklık içeren afetleri sadeleştirerek ve basitleştirerek çözümlenmeyi önermektedir.
- **Hak Temelli Yaklaşım:** Bu yaklaşım afet yönetimi politikalarına insan hakları hedeflerini tanımlamayı amaçlamaktadır. Afet yönetiminde hak temelli yaklaşım, afetten etkilenen insanların hükümetten eşit, adil, şeffaf bir şekilde destek alma hakkının olduğunu ve afet yönetiminde hükümetlerin zorunlu sorumluluklarının bulunduğunu savunmaktadır (Bhattacharya 2012).

Görüldüğü üzere afetleri ve afet yönetimini farklı açılardan değerlendiren birçok yaklaşım bulunmaktadır. Zaman içerisinde ya birbirlerini tamamlayan ya da birbirlerinin yerine geçen bu yaklaşımlar afet yönetimi, afetlerin nasıl anlaşılacağı ya da afete nasıl hazırlanılacağı ve müdahale edileceği konusunda toplumlara rehberlik etmiştir. Afet yönetimi konusundaki bu yaklaşımlar ülkelerin izleyecekleri afet politikaları üzerinde önemli etkilere sahip olmuştur. Yine bu teorik yaklaşımlar dünyanın farklı yerlerinde farklı gerekçelerle karşılık bulmuştur. Örneğin dini eğilimlerin daha yüksek olduğu topluluklarda afetleri kaderci anlayış ile kavramak daha yaygın iken teknolojik olarak ilerlemiş olan toplumlarda afetlere bilimsel gerçeklikler üzerinden yaklaşılması ve afetlerin bu çerçevede açıklanması daha yaygındır. Çalışmanın devam eden başlığında afet yönetiminde güncel bir yaklaşım olarak yapay zekâ ele alınacaktır.

5. AFET YÖNETİMİ VE YAPAY ZEKÂ

Bu başlık altında yapay zekâ ve afet yönetimi gibi tüm dünyada yüksek öneme sahip iki önemli konu bir araya getirilmiştir. Afet yönetiminde yapay zekâdan nasıl yararlanıldığı? Afetlerle mücadelede yapay zekânın nasıl bir potansiyele sahip olduğu? Hangi yapay zekâ uygulamalarının hangi afet türlerinde kullanıldığı? gibi birçok önemli soruya açıklık getirilerek afet yönetiminde yapay zekânın önemine dikkat çekilmiştir.

Afetlerin sosyal ve ekonomik açıdan büyük kayıpları beraberinde getiren ve belirsizlikler içeren yapıları nedeniyle afet yönetiminin her geçen gün önemi daha da artmaktadır. Kamu yönetiminin önemli bir ilgi alanı olan afet yönetimi, günümüzde yeni yaklaşımlar, yöntemler ve uygulamalarla geliştirilip desteklenmektedir. Artık tüm insanlığın günlük hayatının bir parçası haline gelen yapay zekânın afet yönetiminin bir parçası olması da bu sürecin bir uzantısıdır.

Yapay zekâ, tüm dünyada birçok ülke tarafından kamu politikalarının ve afet yönetiminin temel bileşeni olarak ele alınmaktadır.

Afet yönetimi ve yapay zekâ, çok çeşitli şekillerde bir araya gelebilir ve birçok noktada yapay zekâdan önemli faydalar sağlanarak afetten kaynaklanan sorunların çözümüne katkıda bulunulabilir. Örneğin afetlerin önceden tahmin edilmesinde, zararların ve belirsizliklerin tespit edilmesinde, ölçümlenmesinde, hesaplanmasında ayrıca müdahale ve yardımların koordinasyonunda yapay zekâdan aktif şekilde faydalanılmaktadır. Bunun dışında, afet senaryosuna ilişkin durumsal farkındalık oluşturma, müdahale ekiplerinin görevlendirilmesine ilişkin afet yöneticilerine karar desteği sağlama, müdahale ekipleri ile afet yöneticileri arasında bilgi alışverişine destek sunma gibi işlevleri yerine getiren çeşitli yapay zekâ uygulamalarından da yararlanılmaktadır (Simões-Marques ve diğ. 2020). Afet yönetiminde yapay zekânın faydalarını, kullanım alanlarını ve dünyada kullanılan yapay zekâ destekli bazı afet yönetimi uygulama ve örneklerini şu şekilde sıralayabiliriz.

Yapay zekâ karar verme süreçlerini kolaylaştırmaktadır.

Yapay zekâ öncesinde karar alma süreçleri daha çok yöneticilerin bilgi birikimi, deneyim ve tecrübelerine dayanmaktaydı. Yapay zekâ ile birlikte karar vermenin parametreleri, tahmin ve öngörülebilirliğin ilkeleri tamamen değişmiştir. Makine öğrenme ve derin öğrenme, büyük veri sayesinde binlerce senaryo karşısında hangi yönde karar verilmesi gerektiğini dakikalar içerisinde çözümler. Örneğin yapay zekâ bir virüsün yayılımını, salgın afet boyutuna erişim sürecini öngörebilir, farklı modellemeler ve matematiksel hesaplamalarla karar süreçlerini kolaylaştırabilir. Bu yönüyle yapay zekâ afetle ilgili büyük miktarda veriyi daha verimli ve etkili bir şekilde değerlendirerek afet yönetiminde karar vericilerin yükünü hafifletmek noktasında büyük bir potansiyele sahiptir (Sun ve diğ. 2020). Diğer yandan yapay zekâ afet yönetimi kuruluşları tarafından gelecekte alınabilecek kararları, eylemleri, politikaları ve stratejileri tasarlayarak onların daha iyi kararlar almasına, gelecekteki afetlere hazırlanmasına ve mevcut afetlere verimli bir şekilde yanıt vermesine yardımcı olabilmektedir (Karaca 2023).

Yapay zekâ erken uyarı sistemlerinin etkinliğini arttırmaktadır.

Erken uyarı sistemleri, bir afet olayı sırasında veya öncesinde risk altındaki topluluklara ilgili bilgileri alarm veya uyarı olarak etkili ve verimli bir şekilde yaymak için tasarlanmış sistemlerdir (Lamsal ve Kumar 2020). Bu sistemlerin amacı afetlerle ilişkili kayıp ve hasarı en aza indirmektir. Afet, bir tehlike olayı veya hadisesi, bu tehlikeye karşı savunmasızlık koşulları ve tehlikeye başa çıkma kapasitesi veya önlemlerinin yetersizliğinin birleşiminden doğar (Basher 2006). Bu nedenle afet yönetiminin ulusal ve uluslararası düzeyde önemi her geçen gün artmakta, afet yönetiminde yapay zekâ gibi yeni yöntemler, teknikler geliştirilmektedir. 1) Risk bilgisi, 2) izleme ve uyarı hizmeti, 3) yaygınlaştırma ve iletişim, 4) müdahale yeteneği gibi birbiriyle etkileşim halinde olan dört unsurdan oluşan erken uyarı sistemleri günümüzde “doğal jeofiziksel ve biyolojik tehlikeler, karmaşık sosyo-politik acil durumlar, endüstriyel tehlikeler, kişisel sağlık riskleri ve diğer birçok ilgili risk karşısında” aktif şekilde kullanılmaktadır (Basher 2006).

Günümüzde erken uyarı sistemlerinde yapay zekânın kullanılmasıyla birlikte bu sistemlerin etkinliği daha da artmaya başlamıştır. Çünkü yapay zekâ destekli bir platformlar aracılığıyla afetlerin yer, zaman, tarih bilgisini artık tam zamanlı tespit edilebilmektedir. Erken uyarı sistemlerinden gelen bilgilerin dakikalar hatta saniyeler içerisinde analiz edilmesi ve böylece afete ilişkin önemli bilgilerin afet meydana gelmeden önce temin edilmesi yapay zekâ ile mümkün hale gelmiştir. Örneğin Google'ın yapay zekâ araştırma laboratuvarından biri olan DeepMind tarafından geliştirilen GraphCast AI küresel hava tahmini için oluşturulmuş bir yapay zekâ uygulamasıdır. Yapılan testler sonucunda GraphCast AI, saniyeler içerisinde, %90'ın üzerindeki doğruluk payıyla hava tahminlerinde bulunmuş ve bu yönüyle dünyanın önde gelen geleneksel hava tahmin sistemlerinden daha doğru ve hızlı sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür (Sparkes 2023). Dolayısıyla bu tarz yapay zekâ destekli erken uyarı sistemleri

aracılığıyla sel, taşkın, fırtına gibi doğal afetlerin meydana gelmeden önce tespit edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Bir diğer örnek ise acil durumlar, insani krizler, afetler ve felaketler sırasında dijital haritalar, programlar, tahliye rotaları, gösterge paneli talimatları ve tahminleri çizme kapasitesini artırmak için milyarlarca sosyal medya mesajını filtrelemek ve sınıflandırmak üzere oluşturulan "Artificial Intelligence for Digital Response (AIDR)" adındaki yapay zekâ platformudur (Singh 2020). Bilindiği üzere afet ya da kriz durumlarında sosyal medya aracılığıyla üretilen çok fazla veri vardır ve yetkililerin bunlara cevap vermesi oldukça zordur. AIDR ise sosyal medya mesajlarını toplar, sınıflandırır (örneğin tıbbi ihtiyaçlar, barınma, acil yardım, kurtarma ekibi gibi) gösterge haline getirir ve büyük etkileşim alan bölgelere afet müdahalesi yapacak ekipleri yönlendirir (AIDR 2024). Son bir örnek olarak Çin'de geliştirilen ve dünyadaki ilk yapay zekâ destekli deprem izleme sistemi olan "EarthX verilebilir. EarthX, yaklaşan bir depremin tam dalga formu bilgisine erişebilmekte, makine öğrenme yöntemi kullanarak dalga formu verilerini analiz edebilmekte ve doğru sonuçlar üretmeyi sağlamaktadır (EarthX 2020).

Yapay zekâ afet sürecinde teşhis yeteneğini-kabiliyetini arttırmaktadır.

Günümüzde yapay zekâ çeşitli teşhislerin ortaya koyulması süreçlerinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bulaşıcı hastalıkların salgın halini alarak küresel çapta afete dönüşmesini engellemek üzere yapay zekâ yakın bir geçmişte önemli bir sınavdan geçmiştir. Örneğin tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 ile mücadele sürecinde yapay zekâ önemli başarılarla imza atmıştır. Bu kapsamda Covid-19'lu hastaların hızlı ve doğru tanısı için alternatif bir yöntem olarak yapay zekâdan yararlanılmıştır. Covid-19 hastalığının teşhisinde PCR testi ve göğüs bilgisayarlı tomografisi (BT) önemli bir yöntemdir. Ancak testin sonuçlarının çıkmasının ya da tomografi sonuçlarının alınarak yorumlanmasının saatler hatta günler alması afetle mücadele büyük zorluklara neden olmuştur. Bu nedenle daha sonraki süreçte Covid-19 açısından pozitif olan hastaları hızla teşhis etmek için göğüs BT bulgularını klinik semptomlar, maruz kalma öyküsü ve laboratuvar testleriyle entegre etmek için yapay zekâ algoritmaları kullanılmıştır. Yapılan bir araştırmada 279 hastadan oluşan bir test grubunda, yapay zekânın koyduğu teşhisin kıdemli bir radyologla karşılaştırıldığında eşit duyarlılığa sahip olduğu görülmüş, yine bir başka araştırmada ise radyologların negatif olarak sınıflandırdığı 25 hasta için yapay zekâ 17'sine Covid-19 teşhisi koymuş ve böylece %70'e yakın doğruluk payı ile gerçekçi değerlendirmelerde bulunmuştur (Mei ve diğ. 2020). Görüldüğü üzere yapay zekâ olası bir afet karşısında çeşitli teşhisler ortaya koyarak afet yönetimini daha sürdürülebilir hale getirebilmektedir.

Yapay zekâ afet yönetiminde hasar tespiti ve müdahalede kullanılmaktadır.

Afet sonrası sürecin en önemli bileşenlerinden biri de hasar tespiti. Hasar tespiti afetin ortaya çıkardığı yıkım ve zararın tespit edilmesi, yardım kaynaklarının doğru bir şekilde yönlendirilmesi, önceliklerin belirlenmesi gibi süreçleri içermekte olup, toparlanma ve afet öncesi duruma dönülmesinde kilit bir rol oynamaktadır. Günümüzde yapay zekâdan hasarların tespiti ve müdahale süreçlerinde aktif bir şekilde yararlanılmaktadır. Örneğin binaların durumu, hasarlarının tespiti gibi konularda yapay zekâ destekli "xView2" adlı sistem kullanılmaktadır. Bu sistem uydu görüntülerinden faydalanarak afet bölgelerindeki bina, altyapı hasarını belirlemekte ve az, orta, çok hasarlı gibi sınıflara ayırarak hem hasarın hesaplanması hem öncelikli bölgelerin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Yine benzer şekilde afet bölgesindeki yolları belirlemek, onların durumları hakkında bilgiler üretmek ya da sokak ağlarının haritalarını çıkarmak için yapay zekâdan faydalanılmaktadır. Örneğin bu kapsamda 2008 yılında "DeepGlobe Road Extraction Challenge" adıyla bir yarışma düzenlenmiş ve yarışma sonunda önemli çalışmalar ortaya koyulmuştur (DeepGlobe 2018). Bu sayede yapay zekâ aracılığıyla olası bir afet durumunda müdahale, tahliye, yardım ve sevkiyat için hangi yol güzergahlarının kullanılabileceğini tespit etmek mümkün hale gelmiştir.

Yapay zekâ iletişim ve bilgilendirme süreçlerini güçlendirmektedir.

Afet yönetimi sürecinde taraflar arasında iletişimin sağlanması, kesintisiz şekilde doğru verilerin temin edilmesi son derece önemli olup, yapay zekâ bu konuda da önemli bir boşluğu doldurmaktadır (Partigöç 2022). Afet sürecinde vatandaşların güvenli bölgeleri ve yardım noktalarını öğrenebilmesi ya da hayatta kalabilmek için gerekli bilgileri temin edebilmesi hayati öneme sahiptir. Bu süreçte vatandaşların sağlıklı bir şekilde yetkili makamlara ulaşması, yardım-destek talep etmesi ve resmi makamların da bunlara geri dönüş sağlaması gerekmektedir. Afet anında ya da sonrasında yaşanan olağanüstü durumların getirdiği aşırı yoğunluğa bağlı olarak iletişim kanallarında tıkanıklıklar oluşabilmektedir. Bu ve benzeri sorunların yaşanmasını önlemek için günümüzde afet yönetiminin iletişim kanadına yapay zekâ, sanal temsilciler, acil durum yardım sohbet robotları ve “chatbotlar” aracılığıyla önemli bir destek sağlamaktadır. Örneğin yapay zekâ destekli, bulut bilişim tabanlı bir yapıya sahip olan “SPeCECA” acil durum yardımı için kullanılan ve giderek yaygınlaşan bir sohbet robotudur (Ouerhani ve diğ. 2020). Bir diğer örnek sağlık alanında kullanılan tele-sağlık sunumu için diyaloga dayalı yapay zekâ destekli “MedBot”lardır. Covid-19 salgınının yoğun şekilde yaşandığı dönemde, hastaların tedavileri, sağlık hizmet bilgileri için konuşmaya dayalı yapay zekâ tabanlı bir uygulama (diyalog botu Aapka Chikitsak) kullanılmış, fiziksel olarak bir hastaneye gitmek zorunda kalmadan destekleyici bakım almaları sağlanmıştır (Bharti ve diğ. 2020). Görüldüğü üzere yapay zekâ, afet iletişimini ve koordinasyonunu optimize ederek afet yönetiminde önemli bir rol üstlenecek potansiyele sahiptir.

Yapay zekâ afet bilincine ve direncine katkı sunmaktadır.

Afet bilincinin ve afetlere karşı direncin artırılmasında eğitsel faaliyetler ve programlar son derece önemlidir. Afet duyarlılığı ve bilinci toplumsal olarak ne kadar yaygınlaştırılabilirse o ölçüde afet yönetimi başarılı yürütülebilmektedir. Afetlere hazırlıklı olmak ve afet direncini arttırmak için günümüzde yapay zekâ destekli bireysel ve toplumsal düzeyde eğitim programlarından faydalanılmaktadır. Bu eğitimlerde afetlere karşı nasıl hazırlanılması gerektiği, zorluklarla mücadele yöntemleri, resmi birimlerle iletişim kurma, güvenli bölgeye ulaşım, hayatta kalma becerileri gibi birçok konuda bilgi sunulmaktadır. Yapay zekâ bir yandan bireysel ve toplumsal bazda gerçekleştirilen bu eğitim süreçlerinden elde edilen çok büyük miktardaki veriyi analiz ederek bireysel, toplumsal ve ülkesel bazda yapılması gerekenleri, eksiklikleri tespit etmekte diğer yandan da yeni stratejilerin oluşturulmasına destek sağlamaktadır.

Yapay zekâ ve diğer yenilikçi teknolojiler afet yönetiminde yeni gelişmeler, stratejiler, imkanlar sağlamaktadır.

Yapay zekâ yenilikçi teknolojilere adapte olma potansiyeli ile birlikte afet yönetimi de dahil olmak üzere birçok konuda ve alanda üst düzey imkân ve faydalar sağlamaktadır. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik, nesnelerin interneti, dijital ikiz gibi teknolojiler afet yönetiminde son dönemde ön plana çıkan ve yapay zekâ ile olumlu iş birliği gerçekleştirebilen yenilikçi teknolojilerdir.

- **Sanal Gerçeklik (VR: Virtual Reality):** Bilgisayarların gerçek dünyayı simüle ettiği sanal bir ortamdır.
- **Artırılmış Gerçeklik (AR: Augmented Reality):** Gerçek hayattaki görüntülerin ve ortamın bilgisayar tarafından zenginleştirilmesi ve interaktif hale getirilmesidir.
- **Karma Gerçeklik (MR: Mixed Reality):** Fiziksel yani gerçek ve dijital ortamları birbirine bağlamayı amaçlayan teknoloji şeklinde tanımlanabilir.
- **Nesnelerin İnterneti (IoT: Internet of Things):** İnternet aracılığıyla nesnelerin birbirleriyle eş zamanlı bilgi ve veri alışverişinde bulunabilmesini sağlayan bir teknolojidir.
- **Dijital İkiz (DT: Digital Twin):** Kişilerin, nesnelerin, olayların, durumların sanal ortama aktarılarak onlar hakkında detaylı bilgiler (kullanım ömrü, dayanıklılık, davranış kalıpları vb.) sunmaktadır.

Yapay zekâ VR, AR, MR gibi çok çeşitli işitsel, görsel, duyuşsal ve etkileşimli deneyimleri ortaya koyabilen teknolojilerle bir araya gelerek son derece gerçekçi simülasyonların oluşmasını sağlayabilmektedir. Bu tarz yapay zekâ destekli görselleştirme teknolojileri ile oluşturulan simülatif tatbikatlar, eğitimler ve programlar (örneğin askeri eğitimler, doğal afet tatbikatları gibi) katılımcılara gerçek duruma benzer bir ortam sağlarken kurumları ise gerçek tatbikatların yüksek maliyetlerinden, zorlu ve karmaşık organizasyon süreçlerinden ve diğer sınırlılıklardan (yer, zaman, süre, katılımcı gibi) kurtarmaktadır (Li ve diğ. 2022).

Afet yönetiminde daha eski dönemlerde uydu sistemleri, televizyon, radyo, telsiz, SMS uygulamaları gibi klasik teknolojiler kullanılmaktayken günümüzde nesnelere interneti, dijital ikiz gibi yeni teknolojiler kullanılmaktadır (Partigöç 2022). Örneğin, algılama ve veri işleme yeteneğine sahip, birbirleri ve internet ile haberleşebilen cihazların oluşturduğu bir ekosistem olan nesnelere internetinden, afet sonrası etkilerin azaltılmasında, afet bölgesi ve afetten etkilenenler hakkında hızlı ve doğru bilgi sahibi olmada, kurtarma personeli, ekipman, araçlar vb. kaynakları daha etkin bir şekilde yönetmede yararlanılabilmektedir (Küçük ve diğ. 2019). Benzer şekilde bir nesnenin, mekânın, sistemin, yerleşim yerinin çok yönlü sanal karşılığının oluşturulmasını ifade eden dijital ikiz teknolojisi, oluşturacağı afet modülleri sayesinde kentsel mekanları çok yönlü haritalama, verilerden hareketle deprem risk haritası ve acil durum müdahale planları oluşturma gibi önemli işlevleri yerine getirmektedir.

Görüldüğü üzere yapay zekâ, sanal gerçeklik, nesnelere interneti, dijital ikiz gibi yenilikçi teknolojiler afet planlarını değerlendirme, afet hazırlıklarını çeşitlendirme ve geliştirme, yeni mücadele yöntemleri oluşturma, afet yöneticilerini, çalışanlarını, toplumu eğitime, afet bilincini yaygınlaştırma, hasar tespit, risk ve veri analizi gerçekleştirme, erken uyarıda bulunma, afetler hakkında daha iyi fikir sahibi olma, afetlerle mücadeleyi daha etkin hale getirme gibi birçok imkân ve fırsat sunmaktadır.

6. SONUÇ

Bu çalışma günümüzün en önemli ve popüler konularından olan yapay zekâ ve afet yönetimini bir araya getirmektedir. Afet yönetiminde yapay zekânın rolü, işlevi, fayda ve potansiyeline odaklanılan bu çalışmada yapay zekânın nasıl afet yönetiminin kapasitesini artırdığı gösterilmiştir. Çalışmada önemli bazı sonuçlar elde edilmiş olup, bunlardan bazıları şu şekildedir.

Çalışmadan elde edilen ilk ve en kapsamlı sonuç yapay zekânın, doğal afetleri henüz gerçekleşmeden tahmin etme, erken uyarı bilgisi sağlama, olasılıkları hesaplama, alternatif senaryolar oluşturma, yapay zekâ destekli eğitimler ve simülasyonlar ile afet bilincinin gelişmesine ve afetlere karşı direncin oluşumuna katkıda bulunma, veri ve risk analizi gerçekleştirme, karar verme süreçlerine destek olma gibi birçok yetkinliği sayesinde afet yönetimine çok önemli ve çok yönlü katkılar sunarak afetleri yönetme kapasitesini artırmasıdır.

Çalışmadan çıkan bir diğer sonuç yapay zekâ, afet öncesi (hazırlık, zarar azaltma ve önleme), afet anı (müdahale) ve afet sonrası (iyileştirme, yeniden yapılanma ve geliştirme) süreçleri kapsayan, tüm aşamalarda varlık gösterebilen bir yapıya sahip olmasıdır. Örneğin afet simülasyon eğitimleriyle afete hazırlığa, erken uyarı sistemleriyle müdahaleye, hasar tespit platformlarıyla da iyileştirme ve yeniden yapılanma konusuna destek olmaktadır.

Yine çalışmada yapay zekânın gelişmiş birçok teknolojik yenilikle bir araya gelebilme ve bu bileşimin getirilerini afet yönetimi de dahil olmak üzere birçok farklı alana ve konuya yansıtılma potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Hava tahminleri ya da hasar tespiti için dron teknolojilerine, simülatif eğitim programları oluşturmak için VR, AR, MR teknolojilerine, veri ve risk analizi için erken uyarı sistemlerine adapte olabilmektedir. Dolayısıyla afet yönetimi ve yapay zekâ çok çeşitli şekillerde bir araya gelebilmektedir. Bu birliktelik afet yönetimi açısından birçok noktada önemli faydalar, deneyimler ve birikimler sağlamaktadır.

Son olarak çalışmada, yapay zekânın tek bir afet türüne yönelik değil birçok afet türüne yönelik (deprem, sel, salgın hastalık gibi) etkinlik gösterebildiği, yine çalışma içerisinde yer verilen afet yaklaşımlarından hareketle yapay zekânın afet yönetimine “teknolojik temelli (yapay zekâ destekli) afet yönetimi yaklaşımı” şeklinde yeni bir anlayış getirdiği, ayrıca yapay zekâ, afet yönetiminde ihtiyaç duyulan çok büyük miktardaki veriyi çok kısa sürede işleyerek anlamlı ve faydalı bilgiye çevirme potansiyeline sahip olduğu, bunun yanında yapay zekânın afet yönetiminde etkili karar vermeyi mümkün kılarak afet yönetiminin işleyişini kolaylaştırdığı görülmüştür.

Yapay zekâ uygulama ve yöntemleri afet yönetiminde birçok başarılı sonuç elde edilmesine, sayısız fırsat ve kolaylıklar sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Bu duruma bağlı olarak afet yönetiminde pratik yapay zekâ uygulamaları her geçen gün daha da artırılmakta ve geliştirilmektedir. Bu potansiyelin farkında olan ülkeler ve firmalar ise yapay zekâ alanına büyük miktarlarda yatırım yapmakta ve fon ayırmaktadır. Dolayısıyla yapay zekâ sadece afetler konusunda değil daha birçok alan ve konuda insan hayatının bir parçası olmaya devam edecek niteliktedir. Bu açıdan yapılması gereken, yapay zekâ alanında eğitim programlarının yaygınlaştırılması, ar-ge çalışmalarının geliştirilmesi, gerekli fon desteğinin sağlanması, ulusal ve uluslararası iş birliğine gidilmesidir.

KAYNAKLAR

AIDR, 2024. AIDR: Artificial Intelligence for Digital Response, Erişim adresi: <https://aidr.qcri.org/>.

Alexa L., Pîslaru M., Avasilcai S., 2022. From Industry 4.0 to Industry 5.0: An Overview of European Union Enterprises, (In: Sustainability and Innovation in Manufacturing Enterprises, Editor: A. Draghici, L. Ivascu), 221-231.

Bali R., 2024. Disaster Management Cycle, *Asian Journal of Geographical Research*, 7(1), 85-93.

Basher R., 2006. Global Early Warning Systems for Natural Hazards: Systematic and People-Centred, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364(1845), 2167-2182.

Bennett S., 2012. Innovative Thinking in Risk, Crisis and Disaster Management, Gower Publishing Limited, Farnham, 287 p.

Bentzen J., 2019. Acts of God? Religiosity and Natural Disasters Across Subnational World Districts, *The Economic Journal*, 129(622), 2295–2321.

Bharti U., Deepali B., Batra H., Lalit S., Lalit S., Gangwani A., 2020. Medbot: Conversational Artificial Intelligence Powered Chatbot for Delivering Tele-Health after COVID-19. 2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), 10-12, June 2020, New Jersey-USA, Erişim Adresi: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9137944>.

Bhattacharya T., 2012. Disaster Science and Management. Tata McGraw Hill Education Private Limited, New Delhi, India, 184 p.

Büyükkaracığan N., 2016. Türkiye'de Yerel Yönetimlerde Kriz ve Afet Yönetim Çalışmalarının Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 12, 195-219.

Carayannis E., Joanna Morawska J., 2022. The Futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as Driving Forces of Future Universities, *Journal of the Knowledge Economy*, 13, 3445-3471.

Chaudhary M., Piracha A., 2021. Natural Disasters - Origins, Impacts, Management, *Encyclopedia*, 1(4), 1101-1131.

Coetzee C., 2010. The Development, Implementation and Transformation of the Disaster Management Cycle. Master's Thesis, North-West University Master's Thesis. Potchefstroom, 131 p.

Couvat E., 2024. A Historical Overview of AI Winter Cycles, Erişim Adresi: <https://www.perplexity.ai/page/History-of-AI-A8daV1D9Qr2STQ6tgLEOtqi>.

DeepGlobe, 2018. DeepGlobe-CVPR18, Erişim adresi: <http://deepglobe.org/challenge.html>.

EarthX, 2020. EarthX: The First Earthquake Monitoring System Driven by AI. Erişim adresi: <https://en.ustc.edu.cn/info/1007/1158.htm>.

European Commission, 2021. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry, Publications Office of the European Union, <https://doi.org/10.2777/308407>.

Germain M.-L., Gernier R.S., 2021. Expertise at Work: Current and Emerging Trends, Palgrave Macmillan, Cham, 254 p.

Holdsworth J., Scapicchio M., 2024. What is Deep Learning? Erişim adresi: <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>.

IBM Data and AI Team, 2023. AI Versus Machine Learning Versus Deep Learning Versus Neural Networks: What's the Difference? Erişim adresi: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>.

Karaca M., 2023. Yapay Zekâ Tabanlı Stratejik Afet Yönetimi: Verilerin Tam Kullanımı. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(4), 1312-133.

Küçük K., Bayılmış C., Sönmez A., Kaçar S., 2019. IoT Teknolojilerini Kullanan Afet Sonrası Yönetim Sistemi, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 298-305.

Lamsal R., Kumar T., 2020. Artificial Intelligence and Early Warning Systems, (In: AI and Robotics in Disaster Studies, Editor: T. Kumar, S. Keshav, Palgrave Macmillan, Singapore, 267p.), 13-32.

Larson E., 2021. How AI Changed: In a Very Big Way, Around the Year 2000 (Podcast), Erişim adresi: <https://mindmatters.ai/2021/12/how-ai-changed-in-a-very-big-way-around-the-year-2000/>.

Li N., Sun N., Cao C., Hou S., Gong Y., 2022. Review on Visualization Technology in Simulation Training System for Major Natural Disasters, *Natural Hazards*, 112, 1851-1882.

McEntire D., Colleen Gilmore C., Peters E., 2010. Addressing Vulnerability Through an Integrated Approach, *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 1(1), 50-64.

Mei X., Lee H.-C., Diao K.-Y., Bin L., Liu C., 2020. Artificial Intelligence Enabled Rapid Diagnosis of Patients with COVID-19, *Nature Medicine*, 26, 1224-1228.

- Morçöl G., 2012. A Complexity Theory for Public Policy. Routledge, New York, 324 p.
- Munakata T., 1994. Commercial and Industrial AI. *Communications of the ACM*, 37(3), 23-26, <https://doi.org/10.1145/175247.175248>.
- Murugaiah S., 2021. Artificial Intelligence's Impact on Our Everyday Lives, (In: Learning Outcomes of Classroom Research, Editor: J. Karthikeyan, S.H. Ting, N. Yu-Jin, Nuovo Publication, New Delhi, 463 p.), 1-11.
- Muthukrishnan N., Maleki F., Ovens K., Reinhold C., Forghani B., Forghani R., 2020. Brief History of Artificial Intelligence, *Neuroimaging Clinics of North America*, 30(4), 393-399.
- Ouerhani N., Maalel A., Ghéze H., 2020. SPeCECA: A Smart Pervasive Chatbot for Emergency Case Assistance Based On Cloud Computing, *Cluster Computing*, 23, 2471–2482.
- Partigöç N.S., 2022. Afet Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Kullanımının Rolü, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 15(4), 401- 411, <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1067831>.
- Rajaraman V., 2014. JohnMcCarthy: Father of artificial intelligence, *Resonance Journal of Science Education*, 19, 198-207.
- Rana G., Sharma R., 2019. Emerging Human Resource Management Practices in Industry 4.0, *Strategic HR Review*, 18(4), 176-181.
- Samuel A.L., 1959. Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3), 210-229.
- Sarker I., 2021. Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions, *SN Computer Science*, 2(160), 1-21.
- Simões-Marques M., Correia A., Nunes I., 2020. Design of Disaster Management Intelligent System: A Review of the Applied UCD Methods, Advances in Human Factors and Systems Interaction Conference, 16-20 July 2020, Florida-USA, Erişim Adresi: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-51369-6>.
- Singh A., 2020. Introduction: Enhancing Capacity to Manage, (In: AI and Robotics in Disaster Studies, Editor: T. Kumar, K. Sud, Singapore, 263 p.), 1-10.
- Sparkes M., 2023. DeepMind AI Predicts the Weather, *New Scientist*, 260(3465), 9.
- Sun W., Bocchini P., Davison B., 2020. Applications of Artificial Intelligence for Disaster Management, *Natural Hazards*, 103, 2631-2689.
- Şahin Ş., Üçgül İ., 2019. Türkiye’de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği, *Afet ve Risk Dergisi*, 2(1), 43-63.
- Şen G., 2021. An Overview of Disaster Resilience, *Turkish Journal of Health Science and Life*, 4(3), 106-115.
- Taye M., 2023. Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions, *Computers*, 12(5), 1-26.
- Turing A.M., 1950. Computing Machinery and Intelligence, *Mind*, LIX(236), 433-460, <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.

Weichselgartner J., Bertens J., 2000. Natural disasters: Acts of God, Nature or Society? On the Social Relation to Natural Hazards (In: Risk Analysis II, Editor: C. Brebbia, Southampton, 584 p.), 85-94.

Weizenbaum J., 1966. ELIZA: A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine, *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45.

Wooldridge M., 1996. A Brief History of Artificial Intelligence: What It is, Where We Are and Where We Are Going?, Flatiron Books, New York, 272 p.

Yang Y., Guo H., Chen L., Xiao L., Mingyun G., Pan W., 2020. Multiattribute Decision Making for the Assessment of Disaster Resilience in the Three Gorges Reservoir Area, *Ecology & Society*, 25(2), 1-14.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan veriler açık kaynaklı birincil ve ikincil kaynaklardan elde edilmiş olup, herhangi bir kurum veya kuruluşun ayrıca bir veri talep edilmemiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Herhangi bir çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): C.A.
- Literatür araştırması (*Literature research*): C.A.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): C.A.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): C.A.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): C.A.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): C.A.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): C.A.



The Experiences of Volunteer Teachers in Regions Affected by the February 6 Earthquakes

Gizem Yıldız Baklavacı ¹ and Ahmet Faruk Levent ²

¹ Marmara University, Institute of Educational Sciences, 34744 Istanbul, Türkiye

² Marmara University, Atatürk Faculty of Education, 34744 Istanbul, Türkiye
ORCID: 0009-0005-6815-2646, 0000-0003-3429-6666

Keywords

Disaster, Earthquake, the February 6 Earthquakes, Teacher, Education

Highlights

- * Volunteer teachers after the earthquake
- * Education after the earthquake
- * Return to normal after the earthquake

Aim

Examining the experiences and opinions of volunteer teachers who participated in activities in earthquake zones

Location

This study has implemented in a field area İstanbul-Türkiye

Methods

The research is qualitative research and was conducted with phenomenology design

Results

In the post-earthquake, volunteer teachers made significant contributions to the continuation of education of earthquake students and their return to normal life

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 27.08.2024

Revised: 05.10.2024

Accepted: 09.10.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1538913



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Ahmet Faruk Levent

Email: faruk.levent@marmara.edu.tr

-
- Volunteer Teachers' First Impressions in the Earthquake Zone
 - Volunteer Teachers' Impressions After Returning from the Earthquake Zone
 - Reasons for Volunteer Teachers to Go to the Region
 - Conditions in the Earthquake Zone
 - Volunteer Teachers' Activities in the Earthquake Zone
 - Problems in Education in the Earthquake Region
 - Situation of Earthquake Survivor Students
 - What the Government Should Do About Earthquakes
 - What to do for Teachers About Earthquakes
-

Figure
Themes Obtained in the Research

How to cite:

Yıldız Baklavacı G., Levent A. F., 2024. The Experiences of Volunteer Teachers in Regions Affected by the February 6 Earthquakes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 628-648, <https://doi.org/10.46464/tdad.1538913>.



6 Şubat Depremlerinden Etkilenen Bölgelere Giden Gönüllü Öğretmenlerin Deneyimleri

Gizem Yıldız Baklavacı ¹ ve Ahmet Faruk Levent ²

¹ Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 34744 İstanbul, Türkiye

² Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, 34744 İstanbul, Türkiye
ORCID: 0009-0005-6815-2646, 0000-0003-3429-6666

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, 6 Şubat depremleri sonrası deprem bölgelerinde arama, kurtarma, yardım ve eğitim faaliyetlerine katılan gönüllü öğretmenlerin deneyim ve görüşlerinin incelenmesidir. Araştırma nitel bir araştırma olup, fenomenoloji deseni ile yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubunu depremden sonra bölgeye gönüllü olarak gitmiş olan öğretmenler oluşturmaktadır. Araştırma verileri içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre gönüllü öğretmenler bölgeye vardıklarında üzüntü, acı ve korku hissetmiş; büyük bir yıkımla karşılaştıklarını dile getirmişlerdir. Büyük depremler sonrasında eğitimde hasarlı okul binaları ve öğretmen eksikliği gibi sorunlar yaşanırken, okulların normal hayata geçiş ve çocukların güvenliği açısından çok önemli olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca katılımcılar, öğretmenlere yönelik afet yönetimi eğitimlerinin yaygınlaştırılması, gönüllü eğitim kuruluşlarının desteklenmesi ve okullarda kriz müdahale ekiplerinin kurulması önerilerinde bulunmuşlardır.

Anahtar kelimeler

Afet, Deprem, 6 Şubat Depremleri, Öğretmen, Eğitim

Öne Çıkanlar

- * Deprem sonrası gönüllü öğretmenler
- * Deprem sonrası eğitim
- * Deprem sonrası normale dönüş

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 27.08.2024
Düzeltilme: 05.10.2024
Kabul: 09.10.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1538913

Sorumlu yazar

Ahmet Faruk Levent

Eposta:

faruk.levent@marmara.edu.tr

The Experiences of Volunteer Teachers in Regions Affected by the February 6 Earthquakes

Gizem Yıldız Baklavacı ¹ and Ahmet Faruk Levent ²

¹ Marmara University, Institute of Educational Sciences, 34744 İstanbul, Türkiye

² Marmara University, Atatürk Faculty of Education, 34744 İstanbul, Türkiye
ORCID: 0009-0005-6815-2646, 0000-0003-3429-6666

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the experiences and opinions of volunteer teachers who participated in search, rescue, relief and education activities in earthquake zones after the February 6 Earthquakes. The research is qualitative research and was conducted with phenomenology design. The study group of the research consists of teachers who voluntarily went to the region after the earthquake. The research data were analyzed by content analysis. According to the findings of the study, volunteer teachers felt sadness, pain and fear when they arrived in the region and expressed that they encountered great destruction. While problems such as damaged school buildings and lack of teachers were experienced in education after major earthquakes, it was stated that schools were very important for the transition to normal life and the safety of children. Participants also suggested that disaster management training for teachers should be expanded, volunteer training organizations should be supported, and crisis intervention teams should be established in schools.

Keywords

Disaster, Earthquake, the February 6 Earthquakes, Teacher, Education

Highlights

- * Volunteer teachers after the earthquake
- * Education after the earthquake
- * Return to normal after the earthquake

Manuscript

Research Article

Received: 27.08.2024
Revised: 05.10.2024
Accepted: 09.10.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1538913

Corresponding Author

Ahmet Faruk Levent

Email:

faruk.levent@marmara.edu.tr

1. GİRİŞ

Türkiye’de 1900-2023 yılları arasında can kaybına veya hasara neden olan 269 deprem olmuş, bunlardan 20’si 7 şiddetinin üzerinde gerçekleşmiştir. 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye saati ile 04:17’de ve 13:24’te Kahramanmaraş’ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 7.7 ve 7.6 büyüklüğünde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli iki deprem, can kaybı ve ağır hasar bakımından ülkemizde meydana gelmiş en büyük depremdir. Bu iki büyük deprem sonucunda 50 binden fazla insan hayatını kaybetmiş, yarım milyondan fazla bina hasar görmüş, iletişim ve enerji altyapısı zarar görmüştür (SBB 2023).

Afet; toplum için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı kesintiye uğratan olaylardır (AFAD 2014). Deprem, sel ve kaza gibi travmatik sonuçları olan olaylar, toplum içinde geniş bir kitlenin psikolojik ve ekonomik olarak etkilenmesine yol açmaktadır (Bullock ve diğ. 2016). Bu kitle içinde en çok etkilenen grup çocuklardır (Danışman ve Okay 2017).

UNICEF (2013), “Çocuk Dostu Afet Yönetimi ve Müdahale Rehberi” hazırlanmasını önermektedir. Bu rehber, çocukların savunmasızlığı, afetlerde özel sorunları, çocuk koruma ve sağlık sorunları, su ve sanitasyon, gıda ve beslenme, barınma ve eğitim sorunları gibi genel hususları içermelidir. 1923 Büyük Kanto Depreminin ardından Japon Millî Eğitim Bakanlığı, hayatta kalma, kahramanlık ve trajik fedakârlık hikayelerini toplatmış ve bunları eğitim materyali olarak kullanmıştır (Borland 2006).

Depremler sonrası okullar hızlı bir şekilde yeniden yapılanmaya ve rutine dönüşe odaklanır (Mutch 2014). 6 Şubat depremleri sonrasında da bölgede okulların ivedilikle açılması için büyük gayret sarf edilmiştir. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB); arama kurtarma faaliyetlerine katılım, psikolojik destek hizmetleri ve yardımların dağıtılması için bölgede çalışmalar yürütmüştür. 10 Şubat 2023 tarihinde MEB Deprem Sonrası Psikolojik Destek Eylem Planı paylaşılmıştır. 71 ilde Deprem Psikoeğitim Programları uygulanmış olup depremden etkilenen 10 ilde 2.700.000 öğrenci ve veliye psikososyal destek hizmeti verilmiştir (MEB 2023). Ayrıca Öğretmen Bilişim Ağı (ÖBA) üzerinden, en az 47 461 öğretmen “Afet Sonrası Destek Becerilerinin Geliştirilmesi” seminerinden yararlanmışır (ÖBA 2023).

Afetlerle ilgili toplumda bilgi eksikliğini gidermek ve sahip olunan kaynakları tespit edebilmek için eğitim çalışmaları önemli bir yer tutar (Brasini ve diğ. 2020). Afet eylem planı yapmak ve toplumla birlikte hareket etmek gibi öneriler okulların yeniden inşasında gerekli olup; eğitimde deprem sonrası iyileşme ve dayanıklılığın sevgi ve özenle sağlanabileceği belirtilmektedir (O’Connor ve Takahashi 2014). Öğretmenlerin travma sonrası öğrencilere yardımcı olmaları göz ardı edilmemesi gereken bir konudur (Le Brocque ve diğ. 2017).

Ülkemizde deprem olgusu, toplumsal hafızanın önemli bir sorunu olarak görülmektedir (Şenyurt 2014). Türkiye’de deprem bilincinin oluşturulması, deprem öncesi afet yönetimi kapsamında kamu spotları ve toplanma merkezlerinin belirlenmesi gibi adımları içerir. Afet sonrası dönem ise arama, kurtarma, iyileştirme ve yeniden inşa faaliyetlerini kapsar (Alkın 2021). Toplumun afetler karşısında bilinçlenmesinde ve normal hayata dönülmesinde eğitim önemli bir rol oynar (Açmaz Özden ve Özden 2022). Bununla birlikte öğretmenler, travmatik olaylar sonrası çocuklara eğitim ve psikososyal destek sağlamak bakımından çok önemli rol oynamaktadır (Le Brocque ve diğ. 2017).

Doğal afetler; eğitimi, ekonomiyi, nüfus ve göç yapılanmasını ve daha pek çok unsuru etkileyebilecek çapta büyük felaketselere dönüşebilmektedir (Marangoz ve İzci 2023). Kahramanmaraş merkezli depremler de etki çapı ve yarattığı büyük yıkım nedeniyle bu felaketler arasına girmiştir. Doğal afetler pek çok kişiyi çeşitli şekillerde etkilemektedir. Travma yaşamış kişilerin etkilenme düzeyine ve ilişkisine bağlı altı grup tanımlanabilir (Sungur 1999):

Birinci Grup: Olayı birebir yaşamış, ölüm, yaralanma ve kayıplar yaşayan afetzedeler.

İkinci Grup: Birinci gruptaki afetzedelerin aile ve sosyal çevresi.

Üçüncü Grup: Afet bölgesinde çalışan profesyonel ekipler, medya mensupları, gönüllüler ve bunların aileleri.

Dördüncü Grup: Fiziki olarak yaralanmamış, birincil grup afetzedelerle özdeşleşip yardım edenler.

Beşinci Grup: Medya mensupları, olayı kitle iletişim araçlarından takip edenler, devlet yetkilileri gibi dolaylı olarak etkilenenler.

Altıncı Grup: Afete sebep olduğunu düşünen, felaketi üstünde taşıdığına inanan veya daha önce başka bir afet yaşamış kişiler.

Bu çalışmada üçüncü grupta yer alan ve afet bölgesine gidip kurtarma/yardım çalışmalarına katılan, afetzede çocukların eğitimi için gönüllü olan öğretmenlerin deneyimlerine ve görüşlerine odaklanılmaktadır. Bu yönüyle alana özgün bir bakış açısı kazandırması umulan çalışmada bölgede görev alan öğretmenlerin deneyimlerinin kolektif belleğe katkı sunacağı, ayrıca bir deprem ülkesi olan ülkemizde afet yönetiminin çocuğu ve eğitimi içine alan yönüne fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Felaketlerin ardından bir dönüşüm gerçekleştirmek istiyorsak bugün yaşananları iyi okumamız, hatırdan tutmamız ve farkındalık geliştirmemiz gerektiği düşüncesiyle bu çalışmada incelenen deneyim ve görüşlerin değerli olduğuna inanılmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, 6 Şubat depremleri sonrası deprem bölgelerinde arama, kurtarma, yardım ve eğitim faaliyetlerine katılan gönüllü öğretmenlerin deneyim ve görüşlerinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Gönüllü öğretmenlere göre deprem bölgesinde eğitimin devam etmesinde karşılaşılan sorunlar nelerdir?
2. Gönüllü öğretmenlere göre depremin öğrencilere olan etkileri nelerdir?
3. Gönüllü öğretmenlere göre eğitimin devam etmesinde merkezi yönetimin, öğretmenlerin ve yöneticilerin yapabileceği çalışmalar nelerdir?

2. YÖNTEM

2.1) Araştırmanın Deseni

Bu çalışma nitel bir araştırma olup, fenomenoloji deseni ile yürütülmüştür. Fenomenoloji çalışmaları; bireylerin olgulara ilişkin deneyimlerini, bu deneyimlerin zihinde sahip olduğu anlamı, özellikle nesnelerin, olayların, araçların, zaman akışının, benliğin ve diğerlerinin önemini ele almaktadır (Creswell 2016). Fenomenoloji; zamansal farkındalığın, mekânsal farkındalığın, dikkatin, kişinin kendi deneyiminin farkındalığının, eylemin, eylemdeki amaç veya niyetin ve yaşam dünyasındaki etkinliğin karmaşık bir yansımaları ortaya koyar (Merriam ve Tisdell 2016). Bu çalışma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin sonrasında deprem bölgesinde arama, kurtarma, yardım ve eğitim faaliyetlerine katılan gönüllü öğretmenlerin deneyim ve görüşlerine dayanmaktadır.

2.2) Çalışma Grubu

Bu çalışmada çalışma grubu "amaçlı örnekleme yöntemi" ile oluşturulmuştur. Amaçlı örnekleme, ana olgu hakkında bilgi edinmek veya onu anlamak için bireylerin maksatlı bir biçimde araştırmacılar tarafından seçilmesidir (Creswell 2017). Gerekli deneyimleri aktarabilecek potansiyel katılımcılarla görüşülmesini sağlamak için bölgeye gönüllü olarak gitmiş 16 öğretmene ulaşılmıştır. Ayrıca maksimum çeşitlilik örnekleme hedeflendiğinden deprem bölgesinde farklı ilçelere görevlendirilmiş ve farklı görevlerde bulunmuş olan öğretmenler çalışma grubuna dahil edilmiştir. Maksimum çeşitleme örnekleme yönteminde amaç, görece olarak küçük bir örneklem oluşturmak ve bu örnekleme ele alınan konuya taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek 2011). Araştırmada çalışma grubundaki katılımcılara ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Katılımcılara ilişkin bilgiler
Table 1: Information about participants

	Cinsiyet	Öğrenim Düzeyi	Kıdem Yılı	Okul Türü	Branş	Gittiği Yer
K1	Kadın	Lisans	16	Lise	PDR	K.Maraş-Türkoğlu
K2	Kadın	YL	14	Anaokulu	Okul Öncesi	Adıyaman-Pınarcık
K3	Erkek	YL	25	Ortaokul	İngilizce	İskenderun-Türkoğlu
K4	Erkek	Lisans	9	Ortaokul	Fen	İskenderun- K.Maraş
K5	Erkek	Lisans	14	Lise	Matematik	Adıyaman-Türkoğlu
K6	Kadın	Lisans	7	Ortaokul	Türkçe	K.Maraş-Türkoğlu
K7	Erkek	Lisans	12	Anaokulu	Müzik	Antakya
K8	Kadın	YL	4	Ortaokul	İngilizce	Antakya
K9	Kadın	Lisans	14	Lise	PDR	Malatya-Mismis
K10	Erkek	Lisans	10	Lise	PDR	İskenderun
K11	Erkek	Lisans	9	Ortaokul	PDR	Adıyaman-Gölbaşı
K12	Kadın	Lisans	15	Lisans	Türkçe	Türkoğlu
K13	Erkek	YL	11	Ortaokul	Türkçe	Elbistan
K14	Kadın	YL	22	İlkokul	Sınıf Öğr.	Samandağ-İskenderun
K15	Kadın	Lisans	7	Ortaokul	PDR	Antakya
K16	Kadın	Doktora	15	Anasınıfı	Okul Öncesi	K.Maraş-Elbistan

2.3) Veri Toplama Aracı

Bu çalışmanın verileri, görüşme tekniği kullanılarak elde edilmiş olup, veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Bu form hazırlanmadan önce ilgili literatür detaylı olarak incelenmiş ve bu bilgiler doğrultusunda açık uçlu soru ve derinlemesine bilgi elde edebilmek için sondaj sorular oluşturulmuştur. Görüşme formu, afet yönetimi eğitimi konusunda uzman olan iki akademisyenin görüşüne sunulmuştur. Uzmanlardan gelen geri dönüşlere göre sorular üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. İki katılımcı ile pilot görüşme gerçekleştirilmesinin ardından görüşme formu tekrar gözden geçirilmiş ve son hali verilmiştir. Katılımcıların onayı alınarak görüşmeler kayıt altına alınmış ve ortalama 45 dakika sürmüştür.

2.4) Verilerin Çözümlemesi

Araştırmada elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi kullanılarak veriler; sistematik bir şekilde kategorize edilebilir, temalar belirlenebilir, eğilimler ortaya çıkarılabilir ve içeriğin altında yatanlar keşfedilebilir (Krippendorff 2018). Verilerin çözümlenmesi sürecinde, araştırmacılar tarafından veriler ayrı olarak kodlanmış, tema ve kategoriler belirlenmiştir.

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için belirlenen stratejiler inandırıcılık, aktarılabirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirliktir (Lincoln ve Guba 1985). Creswell ve Creswell (2018) nitel araştırmada araştırmacıların izlediği süreçlerin ayrıntılı aktarılmasının çalışmanın güvenilirliğini artırıcı olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmanın güvenilirliğini arttırmak adına araştırma süreçleri olduğu gibi aktarılmıştır. İnandırıcılığın sağlanması amacıyla görüşme soruları literatürdeki çalışmalar incelenerek hazırlanmış ve uygulamadan önce uzman görüşüne sunulmuş ve buna göre gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Aktarılabirliğin sağlanması amacıyla katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmış ve katılımcılar deprem bölgesine giden gönüllü öğretmenlerden seçilmiştir. Araştırmanın tutarlılığı için analizler yapılırken ortaya çıkan temalar ve kodlara ilişkin araştırmacılar arasında görüş birliği sağlanmasına dikkat edilmiştir. Teyit edilebilirlik için araştırmada yapılan tüm görüşmelerin ses ve görüntü kayıtları dijital ortamda saklanmaktadır.

3. BULGULAR

Katılımcı öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin içerik analizi sonucunda toplam dokuz tema ortaya çıkmıştır.

3.1) Gönüllü Öğretmenlerin Deprem Bölgesine Vardıklarında İlk İzlenimleri

Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesine vardıklarında ilk izlenimleri temasında, ilk duygular ve ilk düşünceler olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesine vardıklarında ilk izlenimleri
Table 2: First impressions of volunteer teachers upon arrival in the earthquake zone

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
İlk Duygular	Üzüntü	K3, K4, K5, K6, K13, K16
	Hüzün	K3, K5, K6, K16
	Korku	K1, K9, K13
	Acı	K1, K5, K11
	Etkilenme	K5, K8, K12
	Yoklukla başa çıkma hissi	K4, K8
	Bilinmezlik	K9, K15
	Endişe	K13
	Anlamlandırılmama	K2
	Büyük bir boşluk	K4
	Kaygı	K9
	Umutlu	K4
	Yardımcı olmanın mutluluğu	K6
	Gurur	K6
İlk Düşünceler	Büyük bir yıkım	K3, K6, K12, K14
	Cesetler/Kayıplar	K1, K3, K5
	Yıkık binalar	K1, K7, K9
	Felaket	K5, K7, K12
	Savaş sahnesi	K8, K14, K16
	Kapalı yollar/Ulaşım zor	K9, K13, K16
	Sıcak karşılama	K1, K13
	Soğuk	K4, K8
	Karanlık	K13
	Kıyamet	K11
	Kaos	K11
	Her şey kaybolmuş	K7
	Olmayan bir yer	K15
	Orada kalamayacağını düşünme	K15

Gönüllü öğretmenler deprem bölgesine vardıklarında hissettikleri ilk duyguları tanımlarken en çok üzüntü, hüzün, acı ve korku gibi ifadelere başvurmuşlardır. Katılımcıların bu alt tema ile ilgili görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K6: Çok çok üzüntülü bir durumdu. 2023 yılında böyle bir yıkımın yaşanması düşündürdü. Üzüldüm yani. Bir tane hanımefendi vardı. O bana: 'Evimin kapısını açmayı özledim' dedi. Ondan sonra pek çok şey için şükretmeyi de kendime bir ders olarak çıkardım açıkçası.

K1: Aslında bir de korkuyorsun, sen de korkuyorsun yani. Orası bir taraftan hala deprem bölgesi ki biz oradayken büyük bir deprem oldu 4.9. Biz kaldığımız yurdun dışındaydık, bahçesindeydik çok hissetmedik ama yurdun içindekiler hemen bağırdı 'Deprem oluyor deprem oluyor' diye. Ranzalar zangır zangır titremiş.

Katılımcı gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesine ilişkin ilk düşüncelerini aktarırken en çok kullandıkları ifadeler ise büyük bir yıkım, savaş sahnesi, felaket, ulaşımın zorluğu ve yıkık binalar şeklinde olmuştur. Katılımcıların bu alt tema ile ilgili görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K7: Felaketti yani. Yıkık her yer, kaybolmuş her şey. Ki biz ilk iki gün orada değildik. İlk iki gün orası daha felaketmiş. Oradaki insanların anlatımları buydu.

K8: ...Beni en çok etkileyen o çadırlardaki sobaların, dumanın çıkması, herkes böyle çadırının önünde bir şekilde bir şeyle meşgul, yemek stantları kurulmuştu, insanlar oradan yemek alıyorlardı. Böyle gerçekten sanki savaştan çıkmışız da toparlanmaya çalışıyormuşuz gibi bir his uyanmıştı bende. Çok derinden de etkilenmişim yani ilk gördüğümde orayı.

3.2) Gönüllü Öğretmenlerin Deprem Bölgesinden Döndükten Sonra Yaşadıkları

Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesinden döndükten sonra yaşadıkları temasında, duygular ve düşünceler olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesinden döndükten sonra yaşadıkları
Table 3: Volunteer teachers' experiences after returning from the earthquake zone

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Duygular	Kendini daha iyi hissetme	K1, K5, K10, K14
	Kaygı (deprem korkusu)	K3, K7, K11
	Vicdani olarak rahatlama	K4, K5, K12
	Vicdan azabı	K8, K10, K16
	Ağlama, üzülmeye, duygusallık	K8, K13
	Kabullenme, çaresizlik	K2, K8
	Sitem	K7
Düşünceler	Tekrar gitme isteği	K1, K5, K9, K10, K12, K13, K15, K16
	Depremzedeleri yokluk içinde bırakıp dönme	K1, K2, K6, K8, K10, K15, K16
	Aklın orada kalması	K2, K8, K10, K15, K16
	Depremzedelerle bağ kurma	K5, K8, K10, K13, K14
	İşe yaramış olma	K1, K5, K7, K12, K14
	İyi ki gitmişim	K5, K12, K14
	Normal hayata alışmakta zorlanma	K8, K9, K15
	İnsanlara karşı sorumluluğunu yerine getirme	K12

Deprem bölgesinden döndükten sonra katılımcılar en fazla toplumsal sorumluluğunu yerine getirmenin verdiği duyguyla kendilerini iyi hissettiklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların bu alt tema ile ilgili görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K5: ...Hatta götürdüğümüz malzemeleri oradaki bayan personel, askerler falan gördüklerinde 'A ne kadar güzel, iyi ki bunlar geldi' falan dediklerinde biz kendimizi biraz mutlu hissettik... Oysa biz direkt onların istediği listeyi götürdük. Mesela hiç aklımıza gelmez, hiç unutmam mesela 'tırnak makası'. Tırnak makasına çok sevinmişlerdi mesela... Biz eşyaları teslim ettikten sonra içimiz biraz huzur doldu... Yani 'İyi ki gitmişim' dedim.

K14: ...Orada kendilerini değerli hissetme, orada birilerinin onlar için, oraya gelmiş olması fikri o kadar onlar için güzel gelmiş ki. O bana da iyi geldi. Yani iyi ki gitmişim dedim. İyi ki oradaymışım dedim. İyi ki o çocuklara şöyle dokunmuşum dedim yani. Onlar da iyi ki bana dokundu dedim.

Katılımcı gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesinden döndükten sonraki düşünceleri içerisinde en çok deprem bölgesine tekrar gitme isteği dile getirilmiştir. Katılımcıların bu alt tema ile ilgili görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K2: ... Aklım orada, oradaki çocuklarla, oradaki ailelerle kaldı. Orada yapılması gereken çok şey vardı ama biz dönmek zorunda kaldık.

K13: Döndüğümde de aslında tekrardan geri gideceğim hissiyle yaşadım. Ve başvurumu yaptım, bakanlığın tekrar görevlendirmesini istedim. Ama nasip olmadı... Yani kendimi hala oraya ait

hissediyorum. Horanta diyorlar onlar, büyük bir aile. Biz o Horantanın bir parçası olduk. Zannedersen öyle de kalacağız ömür boyu.

3.3) Gönüllü Öğretmenlerin Deprem Bölgesine Gitme Nedenleri

Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesinde gitme nedenleri temasında, kişisel nedenler ve toplumsal nedenler olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Gönüllü öğretmenlerin bölgeye gitme nedenleri
Table 4: Reasons for volunteer teachers to go to the region

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Kişisel Nedenler	İlk anda gitmek istedim/düşünmeden	K2, K4, K5, K6, K8, K9, K10, K13, K15
	Gücüm ve potansiyelim var	K4, K7, K16
	Çocukluk hayali/yardım etmenin yüceliği/gönüllülük misyonu	K12, K15, K16
	Pozitif bir insana olan ihtiyaç vardı	K7, K14, K16
	Gitmemek/Kalmak daha zor geldi	K9, K14
	Vicdanen rahatlama	K8, K12
Toplumsal Nedenler	Bir şeyler yapmalıyız düşüncesi	K1, K4, K5, K7, K10, K13, K14
	Bölge ile gönül bağı/vefa borcu olması	K3, K10, K11, K12, K14
	Yardım etmek/katkıda bulunmak istemek	K4, K6, K7, K8, K16
	Çocuklar için bir şeyler yapabilmek için gittim	K2, K7, K8, K14
	Görev olarak düşünmek	K3, K12
	Üyesi olduğum sendika ile birlikte gittim	K2, K10
	Öğrencilerimin yüzüne rahat bakabilmek için	K7

Katılımcılar, depremin ardından bölgeye gitmeye karar vermede kişisel nedenler içerisinde en fazla "İlk anda hiç düşünmeden gitmek istedim" ifadesini vurgulamıştır. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K10: Depremi duyar duymaz sendikadan arkadaşlarla iletişime geçtik. Ne yapabiliriz? Ne edebiliriz? diye aramızda konuştuk. Toplumsal hassasiyeti yüksek bir grubun üyesi ya da o grubun üyeleriyle aynı ortamdaysanız, bu ister istemez sizde de bir hassasiyet duygusu oluşturuyor.

K16: Ben küçük yaşlardan beri gönüllü çalışıyorum. İlkokulda başladı benim ilk gönüllülüğüm. Okurken de her zaman böyle kendime söz verdim. Hiç tanımadığım, bilmediğim, belki de hiç tanımayacağım insanlar için gönüllü çalışacağım. Ve bir anlamda bir öğretmen olarak da bütün yıl içerisinde mutlaka bir zamanımı gönüllü çalışmaya ayıracağım gibi bir şey belirledim. Bu benim bir misyonum yani. Hala devam ediyor bu. Böyle bir yol açtım kendime, öyle söyleyeyim.

Katılımcı gönüllü öğretmenlerin depremin ardından bölgeye gitmeye karar vermesindeki toplumsal nedenler arasında "Bir şeyler yapmalıyız" düşüncesi öne çıkmaktadır. Bu alt tema ile ilgili katılımcılardan K7'nin görüşleri şu şekildedir:

K7: Yani okula döndüğümde çocukların suratına bakabilmem için oraya gitmem gerekiyordu. Evde oturarak bir şey olmuyordu. Oradaki çocukların da bir şeylere ihtiyacı var. En azından pozitif insana ihtiyaçları var... Oradaki insanlara sevgisini paylaşacak biri lazım.

3.4) Deprem Bölgesindeki Koşullar

Gönüllü öğretmenlere göre deprem bölgesindeki koşullar temasında, barınma ve hijyen olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Deprem bölgesindeki koşullar
Table 5: Opinions on the conditions in the earthquake zone

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Barınma	Rahat ettik (Yatılı okulda/yurtta)	K3, K5, K6, K9, K11, K12, K13, K16
	Binadan korkma/riskli binada veya yakınında kaldık	K1, K4, K7, K14
	Beklediğimizden iyiydi/yeterliydi	K5, K9, K11, K16
	Yatacak yer sıkışık/kalabalık/Barınma şartları kötüydü	K4, K10, K15
	Konfor aramadım	K1, K3, K8
	Toplanma alanında güvenlik problemi vardı	K7, K14
	Yağmurda su geçen konteynerler	K14, K15
	Elektrik kesintileri çok oldu	K14
Hijyen	Tuvalet/banyo sorunu	K1, K2, K3, K4, K7, K8, K15
	Çadırlarda hijyen problemi	K2, K7, K8, K10, K15
	Yemekler temizdi	K1, K5, K12, K13
	Hastalık riski/korkusu	K2, K7, K10
	Su sıkıntısı	K4, K14
	Yiyecek hijyeni yoktu	K7

Katılımcılar, deprem bölgesindeki barınma koşullarına ilişkin en fazla “Yatılı okulda/yurtta rahat ettik” ifadesini vurgulamıştır. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K4: Biz oradayken depremler yaşanıyordu ve binanın çatlak olduğunun farkındaydık orada. Sonrasında zaten bizi oradan çıkarmalarının sebebi bu deprem riskinden dolayıymış. Kaldığımız koşullar biraz kötüydü, kamp yapma alanındaki gibi böyle çok sıkışık bir alanda. Çünkü tek bir derdimiz vardı: Uyuyabilmek. Geliyorduk, uyuyorduk ve çıkıyorduk. Onun dışında başka bir imkân, banyo vs. yok. İlk gittiğimizde ilk iki gün su da yoktu.

K5: Çadırda bile kalsak önemli değil dedik. Ama gittiğimizde sürpriz olarak bizi bir merkezde bir yurda yerleştirdiler. Yurt da bizim bildiğimiz bayağı dayalı döşeli. Hatta bize temiz nevresim de verdiler. Çok şaşırmıştık yani.

K15: Dört öğretmen bir konteynerde kalacaktık. Ortada tuvalet ve banyo varmış. İşte suyu açıyoruz. Su konteynerde yerlerdeydi. Yani altyapı çok kötüydü. Banyo yapacağız, öyle bir şey yok. Gittiğimiz yerde yatacağımız odada nevresimler iyi durumda değildi. Önceki hafta öğretmenlerden kalanlar olmuş. Bunların hiç peşine düşmüyoruz. Çünkü orada bunu istemeyi lüks gibi sayıyoruz kendimizce. Çünkü biz gönüllüüz.

Hijyen alt temasında tuvalet/banyo sorunu katılımcılar tarafından sıkça dile getirilmiş olup çadırların temizliği ve hastalıklara da dikkat çeken ifadeler kullanılmıştır. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K2: Sadece hijyen çok büyük problemdi yani ben uyku tulumu götürmemiştim. Çok rahatsız oldum. Çünkü hani böyle çok gönüllü gidiyorsunuz ama ihmal ettiğiniz ufacık bir şey bile sizi çok zorlayabiliyor. Çok zorlandığım bir süreçti. Çünkü oraya o güne kadar bir sürü insan gitmiş, orada yatmış, kalkmış falan. Hasta mı olacağım, hastalık mı kapacağım diye düşünüyorsunuz.

K13: Ama inanın dediğim gibi yorgunluk hakikaten hissetmiyordum. Zaten yeme içme ihtiyacı gerçekten yoktu. Mesela o noktada sağ olsunlar, biz mahcup oluyorduk. Yani ben en lezzetli yemekleri orada yedim.

K7: ...Ama hiç hijyen koşulları iyi değildi, felaketti. Hatta oradaki bir adam da bize söyledi, öğretmen de bize söyledi: ‘Burada yemek yemeyiniz, yemek ihtiyacınızı başka bir yerde giderin.’ dedi.

3.5) Gönüllü Öğretmenlerin Deprem Bölgesinde Yaptıkları Çalışmalar

Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesinde yaptıkları çalışmalar temasında, eğitim ve yardım olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesinde yaptıkları çalışmalar
Table 6: Activities of volunteer teachers in the earthquake region

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Eğitim	Atölyeler (Yaratıcı drama, resim, hikâye, film)	K1, K2, K4, K14, K15, K16
	Psikoeğitim	K9, K10, K11, K14, K15, K16
	Oyun	K1, K2, K5, K11, K15, K16
	Destekleme Yetiştirme Kursları (DYK)	K4, K5, K6, K8, K12, K13
	Kitap temini	K2, K13, K16
	Sosyal etkinlik	K15, K16
Yardım	Yardım malzemesi taşıma/tasnif/ulaştırma	K3, K4, K5, K7, K9
	Enkaz kaldırma	K7
	Yemek yapma	K3

Katılımcıların deprem bölgesinde eğitim temasında en çok dile getirilen çalışmaların Destekleme Yetiştirme Kursları (DYK), psikoeğitim, oyun ve atölyeler olduğu görülmektedir. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K2: Çocuklarla film gösterisi yapabilecek kadar bir şey kurulmuştu işin doğrusu. Film gösterileri falan yaptık. Çadır alanında kocaman bir alan ayrılmıştı. Biz o alanda çocuklarla oyunlar oynadık, hikayeler okuduk, resimler yaptık. Onların bildiği, onların bizden önce oynadığı oyunlar vardı. Onları bize öğrettiler. Öyle vakit geçirdik.

K13: Biz orada DYK kurslarını yeniden başlatmak için gittik. 18 öğretmendik. Her branştan bir öğretmenimiz vardı. Pendik Belediyesi iş birliği ile ciddi manada bir kitap yüküyle birlikte gittik biz oraya. Yani kaynak, deneme, LGS'ye hazırlanan bir öğrencinin neye ihtiyacı varsa biz buradan yüklenip 18 arkadaş orada hem organizasyonunu yaptık hem götürüp deneme sınavları, optik okuyucular, optik formlar yani profesyonel bir şekilde hepsini aldık gittik.

Yardım alt temasında deprem bölgesine gönüllü giden öğretmenlerin depremden etkilenen insanlara yardım için yardım malzemelerini taşıma, tasnif etme ve ulaştırma, yemek yapma, enkaz kaldırma gibi çalışmalara katıldıkları görülmektedir. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K3: İskenderun'a ilk gittiğimde mesela çok çalıştık biz. Sürekli malzeme geliyor, yani hamallık yapıyorduk, boşaltıyorduk, tırlar dolusu. Sakatlanma riski vardı, çok ağır malzemeler vardı, mesela jeneratörler vardı falan. Onları boşaltıyorduk... Maraş'ta yemek pişirdik. Yani bize bir yer verilmişti. Orada yemek yapıyorduk. İnsanlar kaplarıyla girip yemek alıyordu. Konteyner Kent vardı hemen yanında. Oradaki insanlara daha çok yemek yaptık.

K4: Bizim oradaki işimiz gelen tırlarla ilgiliydi, o gelen tırları, yardım tırlarını insanlara dağıtmak. Oraya kamyonlarla gelenler vardı, farklı araçlarla gelenler vardı, kendi başlarına gelenler vardı, işte kıyafeti olmayan, yemeği olmayan insanlara yardım dağıtılması sürecinde, bunların organize edilmesi sürecinde orada yer aldık. Bazı zamanlarda da kendimiz kamyonlara binip sahaya gidip orada insanlara yardım etme sürecine de girdik.

K7: Bulduğumuz süreyi en iyi, doğru değerlendirmeye çalıştık. Enkaz kaldırmaya da katıldım oradayken.

3.6) Deprem Bölgesinde Eğitimde Yaşanan Sorunlar

Gönüllü öğretmenlere göre deprem bölgesinde eğitimde yaşanan sorunlar temasında, fiziksel ve diğer sorunlar olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Deprem bölgesinde eğitimde yaşanan sorunlar
Table 7: Problems in education in earthquake region

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Fiziksel Sorunlar	Yıkık/hasarlı okul binaları	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K10, K16
	Eğitim için ayrılan konteynerlerin küçük/havasız olması	K1, K8, K15, K16
	Çadır sınıfların yağmur/rüzgârdan etkilenmesi	K8, K10
	Enkaz/yıkım çalışmaları/toz/gürültü	K4, K14
	İnternetin/teknolojik altyapının yokluğu	K15
	Artçılar	K1
Diğer Sorunlar	Öğrenci sayısının fazlalığı/öğretmen yetersizliği	K8, K12, K13, K14, K15, K16
	Kitaplık/tahta/materyal vb. eksikleri	K2, K8, K10, K15, K16
	Öğrencilerin deprem korkusuyla binalara girmek istememesi	K1, K4, K7
	Ulaşım problemi	K14

Deprem bölgesinde eğitimin devam etmesinde yaşanan fiziksel sorunlar alt temasında katılımcılar en fazla yıkık/hasarlı okul binaları yıkık ve eğitim için ayrılan konteynerlerin küçük/havasız olmasını dile getirmiştir. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K4: En büyük problem bina içine girememe. Yani korku, tekrardan deprem olursa ne olur şeklinde. Mesela bir tane okulun müdürü vardı: 'Ben iki hafta bina sağlam olmasına rağmen binaya giremedim' dedi. Biz oradayken bir aydan fazla geçmiş olmasına rağmen hâlâ arabasında yatıyordu. Görevli olduğu için okulda bulunmak zorunda. Mümkün olduğunca okulun içine girmiyor ve bütün işini arabasının içinden hallediyordu.

K8: ... Sonra mesela kitaplıklar olmadığı için yağmur yağdığında ıslandı, çadırlara su bastı benim orada olduğum dönemde. Kitaplarımızın çoğu ıslandı. Onları koyacak yerler bulamadık. Onun dışında da iki tane DYK çadırı kurulmuştu ama o çadırlar çok yetersizdi. Çünkü çok küçüktü ve öğrenciler kalabalıktı. Bir de çok alçak olduğu için yani bazı öğretmenler böyle başını eğerek girip öyle ders anlattı. Tahta mesela, yere koymuştuk biz tahtayı. Eğilip yerde oturarak ders anlattık. Öğrencilerin yarısı görüyor, yarısı göremiyordu. Çadırlar daha konforsuzdu. Oval bir şekilde yapılmış çadırlar vardı iki tane. Onlarda çok zor ders yapıyorduk. Mesela kapıyı kapattığımız zaman çok havasız kalıyordu içerisi. Açtığımız zaman da işte dışarıdan gürültü geliyor ya da soğuk geliyordu. O yönden çok zorlandık.

K14: Okul binası sağlam ama okulun etrafında yıkılmak üzere olan bir sürü bina var. Okul binası sağlam ama etrafını çevreleyen duvar çocukların üstüne her an yıkılacak şekildedeydi. Yani nasıl diyeyim? Hiçbir güvence yok. Yani sağlık koşulları desen zaten tozdan artık böyle boğazın nefes alamayacak hale geliyordu. O ikinci gidişimizde İskenderun'a gidişimizde ben nefes alamadım. Nefes alamadım yani öksürükten boğaz ağrısından. Çünkü her tarafta sadece bir toz bulutu vardı. Çünkü binaların hepsi yıkılıyordu. Her tarafta bir toz vardı. İnanılmaz bir şey vardı: Toz, kir.

Deprem bölgesinde eğitimin devam etmesinde yaşanan diğer sorunlar alt temasında katılımcılar en fazla öğrenci sayısının fazlalığı/öğretmen yetersizliğini dile getirmiştir. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K2: ... Mesela branş kitapların hiçbiri yoktu. Liseli çocuklar bizden defalarca kere kitap istediler. Yani onların soru bankalarına, kaynaklara ihtiyaçları vardı. İlkokulda bir öğretmen arkadaş vardı, ben oyun oynatırken bana şunu dedi: 'Bunlar boş, biz bu çocuklara ne öğreteceğiz? Kitap yok. Öğretmene yardımcı kitap yok, yardımcı kaynaklar yok'.

3.7) Gönüllü Öğretmenlere Göre Depremzede Öğrencilerin Durumları

Gönüllü öğretmenlere göre depremzede öğrencilerin durumları temasında, psikolojik durumları ve eğitim durumları olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8: Depremzede öğrencilerin durumları
Table 8: Status of earthquake victim students

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Psikolojik Durumları	Umut dolu/azimli	K4, K8, K12, K13, K16
	Sohbet etmeye ihtiyaçları vardı	K1, K4, K5, K11, K16
	Aktivite, oyun arayışydılar/eğlenmeye ihtiyaçları vardı	K2, K3, K4, K11
	Binaya girme konusunda tereddütleri vardır.	K4, K6, K8, K15
	Deprem hâlâ etkisindedir	K6, K10, K14
	Duygusal, hassas	K1, K8
	Minnet dolu	K1, K14
	İçine kapanma	K4
Dalga geçme, çok konuşma	K10	
Eğitim Durumları	Sınav/ders odaklı	K3, K4, K5, K6, K8, K11, K12, K13, K15, K16
	Öğrenciler isteklidir	K1, K3, K6, K8, K9, K12, K13, K14, K15, K16
	Velileri de istekliydiler	K1, K2, K8, K12, K13, K14, K16
	Öğrenciler çok başarılıydı	K4, K5, K6, K12
	Okul/okuma özlemi	K8, K12, K15, K16
	Ulaşamayan/boşta çocuklar çoktu	K10, K16
	Bulunduğu şehrin dışında eğitime devam etmek istiyorlar	K3, K4
	Öğrenme gelişiminde gerileme	K16
	Gündüz yardım çalışmalarında bulunup derslere gelemeyen öğrenciler vardı	K13
	Eğitime çok önem verme	K13

Depremi yaşamış öğrencilerin psikolojik durumları alt temasında en öne çıkan kod, geçirdikleri zor döneme rağmen öğrencilerin umutlu ve azimli olduklarıdır. Ayrıca öğrencilerin sohbet etme, oyun ve aktivite ihtiyaçları gönüllü öğretmenler tarafından vurgulanmıştır. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K1: Hemen konuşmaya başladılar. O kadar çok sohbet etme ihtiyaçları var ki, kendilerini anlatmaya. Çok büyük bir uzmanlığa filan gerek yok. Kim ne yapabiliyorsa gitmesi lazım bence.

K2: Öte taraftan mesela Kızılay'ın bir çocuk çadırı vardı. Mesela orada daha çok böyle eğlence etkinlikleri, palyaço çağırmak, balon şişirmek gibi etkinlikler yapılıyordu. Ama ailelerle konuştuğumuzda bir okul kurulduğunu ama çocukların oraya çok gitmediğini söylediler. Çocuklara sorduğumuzda neden gitmiyorsunuz dediğimizde 'Burası daha iyi, burası daha eğlenceli' falan demişlerdi.

K4: Hepsi umut doluydu. Onlar daha dirençli bizden, gördüğüm bu. Tabii sonrasında bunların acılarını yaşayacaklar, büyük ihtimalle sonrasında hissedecekler. Mesela bir öğrencim vardı, bana arkadaşlarını nasıl kaybettiklerini, o süreçleri falan anlattı. Ama yine de çalışmaya devam etti o çocuk. Hatta oradaki öğrencilerden fen lisesini kazanan öğrenciler, İstanbul'da bir liseyi kazanan öğrenciler var şu anda... Ama hepsinin de genel olarak çoğunluğu diyeyim, bir an önce orayı terk etmek istiyorlardı. Kazanıp gitmek istiyorlardı. Zor şey. Mesela bir tanesi şey dedi: 'Bir daha deprem olursa kesinlikle çorap göndereceğim bölgeye'... Bazıları içine kapanmış durumdaydı, konuşmuyorlardı. Bazıları da tam tersi aşırı fazla konuşuyordu.

K16: Normal bir iletişim kurmaya, sohbete ihtiyaçları vardı. Onlara çok iyi geldik. Yaşadıkları şeylerden sonra uzun zaman da kolay olmayacak diye düşünüyorum. Tabii normal rutinlerinde çocuklar okullarda, aileler evlerinde veya işlerinde oluyor. Dolayısıyla okulun olması normal yaşama dönmeleri demek.

Depremi yaşamış öğrencilerin eğitim durumları alt temasında gönüllü öğretmenler en fazla öğrencilerin sınav/ders odaklı oldukları dile getirilmiştir. Bu görüşü öğrencilerin okulu özledikleri ve başarılı olduğu görüşü takip etmiştir. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K5: Hocam ben lise öğretmeniyim. İlk defa hayatımda orada ortaokul derslerine girdim. Hocam LGS öğrencileri çok iyiydi. Yani öyle böyle değil. Deneme falan da yapıyorduk. Öyle söyleyeyim. Ama lise öğrencileri için aynı şeyi söyleyemeyeceğim.

K12: Gelen öğrenciler tabii ki motive olarak geliyorlardı. Muhtemelen okulların iyi öğrencileriydi zaten. Kendileri zaten sınava hazırlanmaya başlamışlar. Ne bileyim işte konu eksiği olanlar konu eksiğini gidermek istiyordu. Test çözmek istiyorlardı. Gayet güzel ders işledik ve açıkçası benim İstanbul'da veya o güne kadar 14-15 yıllık öğretmenlik hayatımda o bir haftada aldığım tatmini İstanbul'daki okulumda almadım. Çok istekli, heveslilerdi, almaya hazırlardı.

K4: Öğrenciler, veliler, hatta öğretmenler de başlamasına olumlu bakmıyorlardı... Yani o binaya girme konusunda tereddütleri var. Zaten öğrencileri toplayarak getirmişler. Biraz öğrenciler umutsuz bir durumdaydı o konuda. Onları toplamak, tekrardan okula adapte etmek ayrı bir problem. Başka bir sorun da idarecilerin mesela konuştuğunda: 'Öğretmenimiz yok hocam dedi.' Öğretmenler de gelmek istemiyorlar ki zaten çoğunluğu öğretmenlerin şehir dışına çıkmışlar, gelmiyorlar, eşleri de gelmek istemiyor, çoğu gelmek istemiyor. Çekiniyorlar. Gelseler bir de şöyle bir problem var: Nerede kalacaklar? Ev yoktu mesela. Mesela müdürün bir tanesinin de söylediği şeydi: 'Kalacak yer ayarlayabilsem öğretmenimi getireceğim' diyor da kalacak bir ev yok. O yüzden okulun açılmasında asıl problem eğitim verecek olan kişiler.

K10: Eğitim anlamında bizim gittiğimiz süreçte çok hazır bir durum yoktu. Çok fazla kayıp vardı hocam. Çok fazla kayıp olduğu için birinci derecede ailesinde kayıp olanlar da vardı. Yani arkadaşlarını kaybedenler de vardı. Zaten çıkabilenler şehirden çıkmıştı.

K13: ... Bir süre sonra eğitime çok kolay adapte olduklarını fark ettik. Rahat bir şekilde, normal okula geliyormuş gibi düzenli bir şekilde geldiler, şikâyet etmediler... Çünkü öğrenciler de eğitim anlamındaki sorumluluklarını taşıyorlardı. Ben böyle bir öğrenci grubuyla mesleki hayatımda, özellikle Batı'da çalışmadım.

K14: Okulların açılmasına veliler çok çok sevindiler. Demin söylediğim sebepten dolayı. Çünkü orada sadece bir şey konuşuluyordu ve herkes çok çok yorgundu. Orada yaşam buradakinden yani normal hayattakinden üç kat daha zor. Çünkü mesela su yok. Her gün işte bir araç geliyordu ve tankerlerle su dolduruyorlardı. Bak en temel ihtiyaçlardan bahsediyorum. Bir annenin yükü on katına çıkmıştı. Değil psikolojik sağlık, fizyolojik sağlıkları da kalmamıştı artık. O yüzden okulun açılması, çocukların bir süreliğine güvenli bir ortamda olduğunu bilmek, öğretmene, okula emanet etmek onlar için hem duygusal olarak çok büyük bir şeydi rahatlatma, hem de fiziksel olarak da bir rahatlatmayı.

3.8) Depremle İlgili Yönetimin Yapması Gerekenler

Gönüllü öğretmenlere göre depremle ilgili yönetimin yapması gerekenler temasında, merkezi yönetim ve yerel yönetim olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Depremle ilgili yönetimin yapması gerekenler
Table 9: What the administration should do about the earthquake

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Merkezi Yönetim	Deprem sonrası psikolojik ilkyardım için gönüllülere eğitim verilmeli	K8, K9, K10, K11, K14, K15, K16
	İlçe/aile/öğretmen eşleştirmesinde uyuma dikkat edilmeli	K1, K14, K16
	Depremzede öğrencilere lise/üniversite yerleştirmelerinde ek kontenjan açılmalı	K1, K3, K4
	Eğitimsiz/yetersiz personelin depremzedelere teması önlenmeli	K10, K13
	Dışarıdan krize müdahale ekipleri kurulmalı	K1, K2
	Eğitim hızlıca başlatılmalı	K3, K7
	Üniversitelerde Afet İlk Yardımı dersi olmalı	K1
	Deprem sonrası raporlar düzenleme	K4
	Afetler için ayrı bütçe ayrılmalı	K2
	Diğer bakanlıklar çocuklarla ilgili çalışmalarda MEB ile iş birliği yapmalı	K13
Gönüllülük mekanizması güçlendirilmeli ve teşvik edilmeli	K2	
Yerel Yönetim	Okullar depreme önceden hazırlık/organizasyon yapmalı	K3, K4, K7, K10, K11, K13
	Öğrencilere depremle ilgili eğitimler/tatbikatlar/dersler	K4, K9, K10, K14
	Okullarda acil ihtiyaçları belirleyecek komisyonlar kurulmalı	K1, K10
	Sığınma alanları/depolar/depo okullar oluşturulmalı	K2, K8
	Her ilçede afet komisyonları kurulup ciddiyetle çalışmalı	K6, K10
	Okulların PDR birimleri aktif çalışmalı	K4, K9
	Okul binaları depreme dayanıklı hale getirilmeli	K6
	Deprem sonrası dezavantajlı çocukların eğitimi için çalışmalar yapılmalı	K14
	Okul yöneticileri kriz anlarında inisiyatif alabilmeli	K14
Okullar toplanma/eğitim/terapi merkezi olmalı	K3	

Depremle ilgili merkezi yönetim tarafından yapılması gerekenler alt temasında, deprem sonrası psikolojik ilkyardım için eğitim verilmesi görüşü öne çıkmıştır. Ayrıca depremlerde öğretmenlere tayin hakkı verilmesi de gönüllü öğretmenler tarafından vurgulanan diğer bir kod olmuştur. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K3: Önceden tatbikatını yani bu işin böyle bir şey olursa nasıl yapılır ayarlamak lazım diye düşünüyorum ama bizim ülkede günü kurtarma derdi var. Günlük yaşıyoruz. Bu da unutulur gider yani Sakarya Depremi gibi. Hem devlete düşen işler var burada, bir de yani böyle bir şey olduğu zaman bize de düşüyor, gönüllülük yani o emeği vermek lazım, dayanışma, yardımlaşma. Okullar çok yardımcı olabilir bu konuda. Yani her türlü şeyin merkezi olur, eğitim merkezi olur, terapi merkezi olur. Bu şekilde kullanılabilir.

K7: Hatta bence ilk günlerde bir ekip olacaksa öğretmen ekibi de olmalı ve anında bir okul öncesi çadır kurulmalı. Oradaki çocukların orada o atmosferi görmemesi gerekiyor... Psikolojik etkileri çok daha büyük oluyor. Zaten büyük bir şey yaşamışlar ve bu daha da derinleşiyor. Yani orada öğrenciler, veliler, oradaki, o bölgedekiler eğitimi düşünebilecek durumda değillerdi ama zaten toplum eğitimin ihtiyaç olduğunu bilmez. Talep etmez. Devlet bunu sunar. Onların belirleyeceği bir şey değil. Bence eğitim şarttır. Hemen başlamalı. Olduğu gece başlamalı eğitim. Öyle ertelenecek bir şey değil.

K10: Doğal afetlerden sonra bence eğitimsiz personelin, özellikle bazı sivil toplum kuruluşlarının ya da doğal afetin belli bir argüman üzerinden gerçekleştiğine yönelik fikri olan bu kişilerin alana girmemesi gerekiyor. Psikolojik ilk yardımda temel mantık şudur: Önce zarar verme. Zaten iyileşmesine katkı sunacaksın ama önce zarar verme. Orada Kızılay'ın çok eğitimsiz, çok anlamsız, çok riskli davranan personelleri vardı.

K14: ... Ben çok büyük bir ülke olduğumuzu düşünüyorum. İşte mesela Hatay'a, Konya kardeş şehir seçildi ve bütün altyapısıyla ilgili şeyleri kardeş şehir yaptı. Aslında o kadar büyük bir ülkeyiz ve o kadar büyük kaynaklarımız var ki insan kaynaklarımız çok çok fazla. Mesela ben kesinlikle isterdim ki her aileye bir mentor aile yani her aileye bir destek aile yapılabilirdi.

Depremle ilgili yerel yönetim tarafından yapılması gerekenler alt temasında, gönüllü öğretmenler en fazla okullarda depreme önceden hazırlık/organizasyon yapılması gerektiğini dikkat çekmişlerdir. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K8: ... Yani bir depo okul gibi bir şey yapıp böyle bir durum yaşandı, sel yaşandı, deprem yaşandı, bir felaket yaşandı. O zaman her mahallede, işte her semtte diyelim ki bir tane depo okul var, sıraların olduğu, rafların olduğu, kitapların olduğu her sene mesela güncellenecek. Uzak yerlerde, daha güvenli yerlerde kurulup işte depremlerde öğrenciler oraya taşınarak götürülebilir belki.

K9: Okulların PDR birimlerinin psikolojik sağlamlığı arttıracak çalışmalar yapması çok önemli. Akabinde yapılacak çalışmalar içerisinde oradakileri umutlandırmak çok önemli. Umutlu bir geleceğe, bir hayale, bir düşünceye taşıyor olmak çok önemli olduğu için... Zaten ilk olarak psiko-sosyal çalışma, psikoeğitim çalışmaları, grup çalışmaları, veli çalışmaları yapılmalı bence.

3.9) Depremle İlgili Öğretmenlere Yönelik Yapılması Gerekenler

Depremle ilgili öğretmenlere yönelik yapılması gerekenlere ilişkin öneriler temasında, deprem öncesi ve deprem sonrası olmak üzere iki alt tema ortaya çıkmıştır. Bu temaya ilişkin bulgular Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Depremle ilgili öğretmenlere yönelik yapılması gerekenler
Table 10: Things to be done for teachers about earthquake

Alt Tema	Kod	Katılımcılar
Deprem Öncesi	Öğretmenlere hizmet içi eğitim verilmeli/eğitimler nitelikli olmalı	K2, K4, K8, K9, K10, K11, K14, K15, K16
	Öğretmenler deprem öncesinde bu konuda kendini geliştirmeli	K3, K4, K7
	Okullarda acil ihtiyaçları belirleyecek komisyonlar kurulmalı	K1, K10
	AFAD öğretmenlere staj döneminde eğitim vermeli	K1
Deprem Sonrası	Gönüllü öğretmenlerin bölgeye gitmeleri kolaylaştırılmalı	K7, K12, K14, K15, K16
	Gönüllü öğretmenlere hızlı ulaşma	K3, K4, K14, K15, K16
	Öğretmenler örgütlü bir şekilde bölgeye gitmeli	K2, K14, K15, K16
	Depremzede öğretmenlere tayin hakkı	K1, K10, K14, K15
	Öğretmenlerin deprem bölgesinde daha aktif olması sağlanmalı	K2, K13, K14
	Gönüllü ekiplerin daha uzun kalmasını sağlanmalı	K2, K3
	Çadırkentlerde de öğretmenlerden yararlanılmalı	K7, K13
	Gönüllü öğretmenler uzaktan eğitim yoluyla depremzede öğrencileri desteklemeye devam etmeli	K6
	Özel okullardan da gönüllü olmak isteyen öğretmenler için imkanlar sunulmalı	K7

Depremle ilgili öğretmenlere yönelik deprem öncesinde yapılması gerekenlere ilişkin öneriler alt temasında, öğretmenlerin afet yönetimi hakkında hizmet içi eğitim alması gerektiği görüşü öne çıkmıştır. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K4: Bize AFAD eğitimlerinde ya da seminerlerde hep deprem anı anlatılıyor. Deprem olursa şunu yapın, bunu yapın. Toplanma alanları nedir? Bence daha önemli konular var: Mesela gıdaya nasıl ulaşırsınız? İletişim nasıl sağlarsınız? Çıktınız, ulaşım yok, iletişim yok, kimseye haber verme olanağı yok. Nasıl insanlara bilgi ulaştıracaksınız? Durumla ilgili nasıl hareket edeceksiniz? Ya da gelen insanları nasıl yönlendirebilirsiniz? Bu konularda da mutlaka eğitim verilmeli öğretmenlere.

K8: Öyle bir eğitim verilmeli ki biz ne yapacağımızı adım adım bilmeli ve soğukkanlı kalabilmeliyiz böyle bir durumda. Bu konuda çok bilinçsiz olduğumuzu ve eğitimsiz olduğumuzu düşünüyorum. Yani çok açsözlülükle söyleyeyim bunu bir öğretmen olarak, bir devlet öğretmeni olarak hatta: Çok büyük eksiklerimiz var... Deprem öncesinde eğitim alınıp, bunların bize verilmesi gerektiğini düşünüyorum öğretmenlere. Yani depreme, herhangi bir felakete hazırlanmalıyız. Ve deprem olursa ne yapacağımızı bilmeliyiz. Bittikten sonrasında da ne yapacağımızı bilmeliyiz. Nasıl bir tutum sergileyeceğimizi. Psikolojik destek çok önemli. Onunla ilgili mesela mutlaka seminerler olmalı. Psikolojik yönünü de hiç bilmiyoruz yani. Herkes kendi hayatındaki mücadeleye şekliyle mücadele ediyor bir şekilde.

K16: Her okuldan iki öğretmen eğitim alıp okullarındaki diğer öğretmenleri eğitmesi gerek. Bu konuda verilen eğitimler de bence çok iyi düzeyde değil. Sadece AFAD yetkilisi bize iyi düzeyde bir eğitim verdi. Diğer verilen eğitimden ben hiç memnun kalmadım ve hayal kırıklığı yaşadım açıkçası. Bir kere bu eğitimleri baştan ele almalı. Hem personel hem ciddiyet anlamında. Böyle olmamalı. Her şey kâğıt üzerinde yapılıyor. Nasıl yapılacağı biliniyor evet ama uygulama olmuyor. Eğitimlerin bile uygulamasına gelince iyi değiliz.

Depremle ilgili öğretmenlere yönelik deprem sonrasında yapılması gerekenlere ilişkin öneriler alt temasında, gönüllü öğretmenlerin bölgeye gitmelerinin kolaylaştırılması ve gönüllü öğretmenlere hızlı ulaşılması görüşleri öne çıkmıştır. Bu alt tema ile ilgili katılımcıların görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

K13: ... Çünkü şunu gördük biz, AFAD'dan gelen insanlar, oranın tabiriyle yani siyah arabalarına, büyük jiplerine binip geliyorlar. Benim canlandırmam, bu benim zihnimde olan bir şey çünkü. Takım elbiseleriyle, güneş gözlükleriyle şöyle etrafı bir süzüyorlar. Siz şunu yapın, siz şunu yapın, sen şöyle yap, sen böyle yap. Ama öğretmenlerde böyle bir şey yoktu... İnsanın toplumun içerisinde olması bambaşka. O yüzden hakikaten biz öğretmenler olarak hiçbir zaman işe gitmeyiz, okula gideriz. Yani bu farkı orada daha net gördük. Biz iş olarak bakmadık oraya. Hayatın kendisi olarak baktık. Öğretmenleri bu gibi afetlerden sonra aslında tekrardan hayatı başlatan ve geleceğe umutla bakılmasını sağlayan meslek grubu olarak görüyorum. Bu yüzden öğretmenlerin deprem bölgesinde daha aktif olması sağlanmalı diye düşünüyorum.

K16: Beni şu an üzen şey şu: Ben ara tatilde tekrar oraya gitmek isterdim, ama gidemedim. Yani gidecek ne dernek bulabildim ne imkân bulabildim. Yani ben gidip orada gönüllü çalışmak isterdim... Ayrıca biz giderken kendi imkanlarımızla oraya ulaşmaya çalıştık, oysa koordineli örgütlü bir şekilde gitmeliydik.

4. TARTIŞMA

Salgın ve doğal afetler, çocuk koruma sisteminin temel bileşenleri olan sağlık, eğitim ve sosyal hizmetler alanlarındaki hizmetleri ve ebeveynlerin bakım kapasitesini zayıflatmakta; bu da çocukların hayatlarını kaybetmelerine, gelişim ve sağlık sorunları yaşamalarına, eğitimden kopmalarına, istismara ve güvenlik risklerine maruz kalmalarına yol açabilmektedir (ÇOKMED 2021). Afetlerin ardından, okullar geniş bir topluluk altyapısının parçasıdır ve genellikle hızlı bir şekilde yeniden yapılanmaya ve rutine dönüşe odaklanan kurtarma çabalarının ön safında yer alır (Mutch 2014). Eğitim Reformu Girişimi, eğitimin afet sonrası toparlanma ve gelecekteki afetlerin önlenmesi veya etkilerinin azaltılmasında oynayabileceği rolleri vurguladığını belirtmektedir (Tüzün 2023).

Kahramanmaraş merkezli depremlerinin sonrasında yaşananları deprem bölgesine gönüllü olarak giden öğretmenlerin deneyimleri üzerinden incelemeyi amaçlayan bu çalışmada katılımcılar hem yıkımın boyutlarını ve depremin öğrenciler, veliler ve öğretmenleri kapsayacak şekilde eğitim üzerindeki etkilerini ortaya koymuş hem de afet sonrası çalışmalar için öğretmenlere, okul yönetimine ve merkezi yönetime önerilerde bulunmuşlardır. Bu çalışmanın bir yandan deprem sonrasında yaşananları ortaya koyarken bir yandan da gönüllü öğretmenlerin deneyimleri üzerinden afet sonrası eğitimde neler yapılması gerektiği konusunda farkındalık oluşturmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan ilk tema gönüllü öğretmenlerin deprem bölgesine vardıklarında ilk hislerinin neler olduğudur. Gönüllü öğretmenler bölgeye vardıkları ilk anda çoğunlukla üzüntü, acı ve korku hissettiklerini belirtmiş; gittikleri yeri büyük bir yıkım, felaket ve savaş sahnesi olarak betimlemiştir. Benzer şekilde Duruel (2023) tarafından STK'ların afet yönetimindeki rolünün incelendiği çalışmada da STK gönüllüleri Hatay'a geldiklerinde büyük bir yıkım ve tarifsiz üzüntü yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

İkinci temada gönüllü öğretmenler bölgeden döndüklerinde kendilerini işe yaramış, bağ kurmuş ve vicdani olarak rahat hissederken bir yandan da oradakileri yokluk içinde bırakıp döndüklerini, akıllarının orada kaldığını ve tekrar gitmek istediklerini söylemiş; yine olsa yine gideceklerini ifade etmişlerdir. Sharififar ve diğ. (2019) İran Kermansah depreminde, informal gönüllülerin yönetim zorluklarıyla ilgili çalışmada, gönüllülerin gelecekte afetlere katılma motivasyonunun az olduğu sonucuna ulaşmışlar ve gönüllülerin afet sonrası planlamalara geç dahil edildikleri için motivasyonlarının düştüğünü belirlemişlerdir. Gönüllülük motivasyonunun azalması bulgusu çalışmamızın sonucuyla çelişse de planlamalara dahil edilme, gönüllü organizasyonunun iyileştirilmesi beklentisi ve tekrar gitmek istediği halde gidemediği yönünde ifadeler katılımcı gönüllü öğretmenlerce de dile getirilmiştir.

Üçüncü temada gönüllü öğretmenler bölgeye gitmeye karar verirken ya hiç düşünmemişler ya da bir şey yapmalıyız, yardım etmeliyiz düşüncesiyle harekete geçtiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca bölge ile bir şekilde bağlarının olması ve gönüllülük misyonuna sahip olmak da öğretmenlerin gönüllü olarak çalışmalara katılmasında etkili olmuştur. Benzer şekilde Duruel (2023)'ün çalışmasında da Türkiye'nin dört bir yanından depremedelere yardım için giden sivil toplum temsilci ve gönüllüleri Hatay'a gitme kararını verirken zorlanmadıklarını belirtmişlerdir.

Dördüncü temada gönüllü öğretmenler gittikleri yerlerde konfor aramadıklarını, kaldıkları yerlerde beklediklerinden daha rahat ettiklerini belirtse de riskli binalar, yatacak yerlerin kalabalık olması gibi olumsuz barınma şartlarına ve tuvalet/banyo gibi hijyen sorunlarına da dikkat çekmişlerdir. Bununla birlikte sıhhi tesisat, sıcak su ve temiz içme suyu gibi ihtiyaçlara

erişim konusunda sıkıntılar yaşandığı katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Erol ve Özdemir (2024) de bölgede görev yapan öğretmenlerle yaptıkları çalışmada öğretmenlerin karşılaştığı temel zorluklardan birinin, özellikle deprem sonrasında uygun barınma imkanının sağlanamaması olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Beşinci temada gönüllü öğretmenlerin destekleme yetiştirme kursları, psikoeğitim, atölye/oyun/sosyal etkinlikler, deprem yardımlarının tasnifi/taşınması, enkaz çalışmaları, yemek yapma gibi pek çok alanda çalışmalara katıldıkları belirlenmiştir. Çelebi ve diğ. (2024) de çalışmalarında devlet ve sivil toplum kuruluşlarında görev yapan gönüllülerin enkaz alanına ulaşmak, insanları kurtarmak, enkaz altındaki insanlarla iletişim kurmak gibi önemli katkılar sağladıklarını ortaya koymuştur.

Altıncı temada gönüllü öğretmenlere göre deprem bölgesinde eğitimin devam etmesinde karşılaşılan fiziksel sorunlar; yıkık/hasarlı okul binaları, öğretmen yetersizliği, internet altyapısının olmaması, materyal eksikliği, uygun fiziki şartların sağlanamaması, ulaşım eksikliği gibi sorunlardır. Polat ve Sarıçam (2024), Hatay'da görev yapan öğretmenlerin yaşadığı sorunları inceledikleri çalışmalarında benzer şekilde fiziksel sorunların çokça yaşandığı bulgusuna ulaşmışlardır.

Yedinci temada gönüllü öğretmenler deprem bölgelerinde hem öğrencilerin hem de velilerin okulların açılması ve eğitimin başlaması konusunda oldukça istekli olduklarını, derslere odaklı ve umutlu/azimli olduklarını belirtirken özellikle sohbet etmeye ve oyun oynamaya ihtiyaçlarının olduğunu gözlemlediklerini, bazı öğrencilerde depremin derin etkilerinin belli olduğunu dile getirmişlerdir. Bununla birlikte katılımcılar tarafından bina, ulaşım gibi sorunlar veya temel ihtiyaçların karşılanmasındaki zorluklar nedeniyle okula gitmek istemeyen çocukların da olduğuna dikkat çekilmiştir. Arıcı ve diğ. (2023) yaptıkları çalışmada deprem felaketinin yaşandığı bölgelerde eğitim faaliyetlerinin sürdürülmesinde önemli sorunlar yaşandığını belirtmekte ve depremlerin zararlarını azaltmaya yönelik çalışmalara ve deprem öncesi hazırlık süreçlerine daha fazla odaklanıldığı ancak deprem sonrası eğitim ve öğretim faaliyetlerine aynı hassasiyet gösterilmediğini ifade etmektedirler. Ayrıca katılımcılar, şehir merkezinden uzakta olduğu için eğitim alamayan veya ulaşılamayan öğrencilerin varlığına da dikkat çekmişlerdir. Basnet (2020), Nepal'de 2015 yılında gerçekleşen depremle ilgili yaptığı araştırmasında deprem sonrası çalışmalara öğretmenlerin verdiği desteğin önemini vurgulayarak depremin özellikle kız öğrencileri ve düşük sosyo-ekonomik düzeye sahip olanları daha dezavantajlı hale getirdiğini belirtmiştir.

Sekizinci temada gönüllü öğretmenler deprem gibi büyük afetlere ilişkin merkezi yönetim tarafından psikolojik ilkyardım eğitimi organize edilmesi, ilçe/aile/öğretmen eşleştirmesinde uyuma dikkat edilmesi ve depremde öğrencilere lise/üniversite yerleştirmelerinde ek kontenjan açılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca katılımcılar gönüllülük mekanizmasının güçlendirilmesini ve eğitimsiz personelin depremedelere temasının önlenmesinin altını çizmiştir. Gönüllülük mekanizmasının güçlendirilmesi ve teşvik edilmesi önerisine benzer şekilde Carlton ve diğ. (2023) de acil durum yönetimi profesyonellerinin informal afet gönüllülüğünün önemini dikkate alması gerektiğini belirtmiştir. Bununla birlikte Yükseler ve Yazgan (2022) tarafından gönüllülerin verimli kullanımına yönelik stratejiler oluşturularak mevcut acil durum ve afet yönetim sistemlerine dahil edilmesi dile getirilmiştir. Gönüllü öğretmenlere göre okul yönetimleri de önceden hazırlık yapmalı, kriz anlarında inisiyatif almalı, raporlamalar hazırlanmalı ve okulların PDR birimleri bu süreçte aktif çalışmalıdır. Polat ve Sarıçam (2024)'ün 6 Şubat depreminden etkilenen bölgelerdeki öğretmenlerin karşılaştığı sorunları Hatay ili örneğinde inceledikleri çalışmada da öğretmenler, okullarına psikolojik danışman ve rehber öğretmen görevlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Dokuzuncu temada öğretmenlere yönelik deprem öncesinde yapılması gerekenlerle ilgili olarak katılımcıların çoğu, öğretmenlere hizmet içi eğitim verilmesi ve eğitimlerin nitelikli olması önerisinde bulunmuştur. Aynı öneri, Haraoka ve diğ. (2012) çalışmasında da dile getirilmiş ve

afet sırasında gönüllü olarak görev almak isteyenlerin potansiyelini ve becerilerini geliştirmek için normal zamanlarda afet önleme konusunda eğitim ve öğretimin gerekli olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca gönüllü öğretmenler deprem gibi büyük afetlerden sonra öğretmenlerin yapabilecekleri ile ilgili de önerilerde bulunmuşlardır. Katılımcı gönüllü öğretmenler başka öğretmenlere de gönüllü olmayı önerirken, kendini geliştirme, diğer öğretmenleri destekleme, dayanışma, öğrencileri depremlerle ilgili bilinçlendirme önerilerini de dile getirmiştir. Arıcı ve diğ. (2023) öğretmenlerin, depremin eğitim üzerindeki risklerini azaltmak için sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği yaparak eğitim süreçlerine ve deprem sonrası normalleşmeye hazırlamaya önemli katkılar sunduklarını belirtmektedir. Tüzün (2023) ise deprem sonrası süreçte bir dayanışma ve iş birliği ağı olarak Öğretmen Ağı'nın ve benzer yapıların önemini ve etkisinin de güçlü biçimde hissedildiğini, bu dayanışma halinin akut dönemin ardından, öğretmenlerin eğitim uygulamalarını destekleyici çalışmalara yöneldiğini belirtmiştir.

Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda deprem sonrası yardım ve eğitim çalışmalarında gönüllü öğretmenlerden daha etkili bir şekilde yararlanmanın yolları üzerinde düşünülmesi ve gönüllülük mekanizmasının daha işlevsel hale getirilmesi gerektiği söylenebilir. Deprem sonrasında eğitime hemen başlamak için önceden hazırlıklar yapılmalı, öğretmen ve öğrenciler afet eğitimleriyle yalnızca deprem öncesi ve deprem anında yapılacaklarla değil deprem sonrası için de hazırlıklı hale getirilmelidir. Deprem sonrasında öğretmenlerin çeşitli sivil toplum kuruluşlarıyla ve birbirleriyle iş birliği ve dayanışma içinde olması desteklenmelidir. Son olarak bu araştırmanın çalışma grubu gönüllü öğretmenlerle sınırlı tutulmuştur. Araştırma eğitimin diğer paydaşlarıyla genişletilebilir. Farklı gönüllü gruplarıyla veya depremden etkilenen öğrenci ve öğretmenlerle yapılacak çalışmalarla depremin sonuçları üzerinden başka afetlere karşı hazırlıklı olabilmek adına gerekli adımlar atılabilir.

KAYNAKLAR

Açmaz Özden M., Özden A.T., 2022. Olayın "Mekansallaşması": İzmir Depremi Üzerinden Toplumsal Dirençliliği Arttıracak Bir Yöntem Tartışması, *Online Journal of Art and Design* 10(1), 214-222.

AFAD, 2014. Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozluqu>.

Alkın R.C., 2021. Afet Yönetiminde Sivil Toplum: İzmir Depremi Sonrası Müdahale ve İyileştirme Aşamaları Üzerine Bir İnceleme, *Karadeniz Araştırmaları*, 18(70): 313-334.

Arıcı F., Bozkaya H., Cengiz E., Kuzey M., 2023. Education in Disaster Situations: The Impact of the Kahramanmaraş Earthquake on Teachers' Experiences, *Sakarya University Journal of Education*, 13(4), 650-684.

Basnet B.K., 2020. Earthquake and its Impacts on Education: Aftermath Nepal Quake 2015, *The European Educational Researcher*, 3(3), 101-118.

Borland J., 2006. Capitalising on Catastrophe: Reinvigorating the Japanese State with Moral Values through Education following the 1923 Great Kantô Earthquake, *Modern Asian Studies* 40, 875-907.

Brasini F., Modenesi D., Camassi R., Ercolani E., Pessina V., Todesco M., Nave R., 2020. L'eruzione immaginaria. Un'indagine sulla rappresentazione del rischio vulcanico nella fantasia dei bambini. *Quaderni di Geofisica*, 161, 1-46, <https://doi.org/10.13127/qdg/161>.

Bullock J.A., Haddow G., Coppola D.P., 2016. Managing Children in Disasters: Planning for Their Unique Needs, CRC Press.

Carlton S., Nissen S., Wong J.H.K., 2023. Ripples from an Earthquake: Legacies of a Disaster Volunteer Response, *Environmental Hazards*, 22(4), 367-385.

Creswell J.W., 2016. Nitel Araştırma Yöntemleri, (Çev. Ed.: M. Bütün & S.B. Demir), Ankara: Siyasal Kitabevi.

Creswell J.W., 2017. Eğitim Araştırmaları: Nicel ve Nitel Araştırmanın Planlanması, Yürütülmesi ve Değerlendirilmesi, (Çev. Ed. H. Ekşi), Edam Yayıncılık.

Creswell J.W., Creswell J.D., 2018. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, (5th ed.), Sage.

Çelebi İ., Tuna A., Çalışkan C., 2024. Evaluation of Incoming Messages to Whatsapp Communication Network Created by Volunteers in Major Disasters: The Case of Turkey Earthquake, *Disaster Med Public Health Prep.*, 18(e53), <https://doi.org/10.1017/dmp.2024.65>.

ÇOKMED, 2021. Salgın ve doğal afetler sırasında çocukların korunması çocuk hakları örgütleri için bir izleme raporu, Erişim adresi: [https://cokmed.net/ps-sistem/dosyalar/files/Salgın%20ve%20Dogal%20Afetlerde%20Cocukların%20Korunması\(1\).pdf](https://cokmed.net/ps-sistem/dosyalar/files/Salgın%20ve%20Dogal%20Afetlerde%20Cocukların%20Korunması(1).pdf).

Danışman I.G., Okay D., 2017. Afetlerin Çocuk ve Ergenler Üzerindeki Etkileri ve Müdahale Yaklaşımları, *Türkiye Klinikleri Journal of Psychology-Special Topics*, 2(3), 189-197.

Duruel M., 2023. Sivil Toplum Kuruluşlarının Afet Yönetimindeki Rolü: 6 Şubat Depremi Hatay Örneği, *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 1-17.

Erol M., Özdemir F., 2024. Returning to Education after the Earthquake in the Perspective of Teachers in Provinces Declared as Disaster Areas: Problems and Solution Suggestions, *Sakarya University Journal of Education*, 14(1), 60-78.

Haraoka T., Ojima T., Murata C., Hayasaka S., 2012. Factors Influencing Collaborative Activities Between Non-Professional Disaster Volunteers and Victims of Earthquake Disasters, *PLoS ONE*, 7(10): e47203, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047203>.

Krippendorff K., 2018. Content analysis: An introduction to its methodology, (4th ed.), Sage.

Le Brocque R., De Young A., Montague G., Pocock S., March S., Triggell N., Rabaa C., Kenardy J., 2017. Schools and Natural Disaster Recovery: The Unique and Vital Role that Teachers and Education Professionals Play in Ensuring the Mental Health of Students Following Natural Disasters, *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, 27(1), 1-23, <https://doi.org/10.1017/jgc.2016.17>.

Lincoln Y.S., Guba E.G., 1985. Naturalistic Inquiry, Thousand Oaks, CA: Sage.

Marangoz M., İzci Ç., 2023. Doğal Afetlerin Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkilerinin 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Merkezli Depremler Bağlamında Girişimciler Açısından Değerlendirilmesi, *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 24(52), 1-30.

Merriam S.B., Tisdell E.J., 2016. Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation, (4th ed.), San Francisco, CA: Jossey Bass.

MEB, 2023. Bakan Özer: Afet bölgesinde 2 milyon 700 bin öğrenci ve veliye psikososyal destek sağladık, Millî Eğitim Bakanlığı, Erişim adresi: <https://www.meb.gov.tr/bakan-ozer-afet-bolgesinde-2-milyon-700-bin-ogrenci-ve-veliye-psikosozyal-destek-sagladik/haber/29975/tr>.

Mutch C., 2014. The Role of Schools in Disaster Preparedness, Response and Recovery: What Can We Learn from the Literature? *Pastoral Care in Education*, 32(1), 5-22.

O'Connor P., Takahashi N., 2014. From caring about to Caring for: Case Studies of New Zealand and Japanese Schools Post Disaster, *Pastoral Care in Education*, 32(1), 42-53.

ÖBA, 2023. Afet sonrası öğretmenlerin psikososyal destek becerilerinin geliştirilmesi semineri, Öğretmen Bilişim Ağı, Erişim adresi: <https://www.oba.gov.tr/egitim/listeleme/3?sort=DESC>.

Polat M.S., Sarıçam H., 2024. 6 Şubat Depreminden Etkilenen Bölgelerdeki Öğretmenlerin Karşılaştığı Sorunlar: Hatay İli Örneği, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 15(1), 764-789.

Shariffar S., Khoshvaghti A., Jahangiri K., 2019. Management Challenges of Informal Volunteers: The Case of Kermanshah Earthquake in Iran (2017), *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 15(1), 7-14.

SBB, 2023. 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu, Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Erişim adresi: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>.

Sungur M.Z., 1999. İkincil Travma ve Sosyal Destek, *Klinik Psikiyatri*, 2, 105-108.

Şenyurt O., 2014. İzmit ve Çevresi/III Arayışlar: Deprem Olgusu/Kolektif Bellek/İkonik Bir Tasarım, *Sosyologca Dergisi*, 7, 289-310.

Tüzün I., 2023. Afet Döneminde Eğitim: 6 Şubat Depremlerinin Ardından ERG'nin Deneyimleri ve Önerileri, *Reflektif Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2) 373-381, <https://doi.org/10.47613/reflektif.2023.111>.

UNICEF, 2013. Jamaica: Guidelines for Child-Friendly Disaster Management and Response, Office of Disaster Preparedness (OPDEM).

Yıldırım A., Şimşek H., 2011. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Yükseler M., Yazgan J., 2023. Spontaneous Volunteers in Emergencies and Disasters, IntechOpen, <https://doi.org/10.5772/intechopen.109330>.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

Bu araştırmanın verisini ve çalışma grubunu, Türkiye'de 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından deprem bölgesinde arama, kurtarma, yardım ve eğitim faaliyetlerine katılan gönüllü öğretmenler oluşturmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): G.Y.B., A.F.L.
- Literatür araştırması (*Literature research*): G.Y.B., A.F.L.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): G.Y.B.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): G.Y.B., A.F.L.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): G.Y.B., A.F.L.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): G.Y.B., A.F.L.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): G.Y.B., A.F.L.

ETİK KURUL İZİNİ (*Ethics Committee Approval*)

Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan 18/07/2023 tarihinde 596679 sayılı kararı ile Etik Kurul onayı ile izni alınmıştır.



The Impact of the VIX, Exchange Rate and Oil Prices on the BIST100 During Earthquake Periods: Evidence from Fourier Approaches

Aysegul Han ¹ and Nergis Tosun ²

¹ Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, 44000 Malatya, Türkiye

² Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, 44000 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-3390-2129, 0000-0001-5760-2596

Keywords

Earthquake effect, BIST100 Index, Financial markets, Fourier Cointegration Analysis, Fourier Causality Analysis

Highlights

- * Investigation of the effect of VIX, exchange rate and oil prices on BIST100 index during 2011 Van earthquake period by Fourier Approximations
- * Investigation of the effect of VIX, exchange rate and oil prices on BIST100 index during 2020 Elazığ earthquake period by Fourier Approximations
- * Investigation of the effect of VIX, exchange rate and oil prices on BIST100 index during 2023 Kahramanmaraş earthquake period by Fourier Approximations

Aim

The study examines global market impacts on BIST100 during the 2011, 2020, and 2023 earthquakes in Türkiye.

Location

Türkiye

Methods

The study utilized the Fourier ADF unit root test, Fourier ADL cointegration test, Fourier FMOLS and Fourier DOLS long-run coefficient estimators, and Fourier Granger causality analysis.

Results

Fourier FMOLS and Fourier DOLS results show that in 2011, the VIX and dollar decreased BIST100, in 2020, the dollar had a negative effect, and in 2023, the dollar and oil increased BIST100.

Supporting Institutions

The authors declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Han A., Tosun N., 2024. The Impact of the VIX, Exchange Rate and Oil Prices on the BIST100 During Earthquake Periods: Evidence from Fourier Approaches, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 649-668, <https://doi.org/10.46464/tdad.1542634>.

Manuscript

Research Article

Received: 03.09.2024

Revised: 18.11.2024

Accepted: 19.11.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1542634



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Nergis Tosun

Email: nergisbingol89@gmail.com

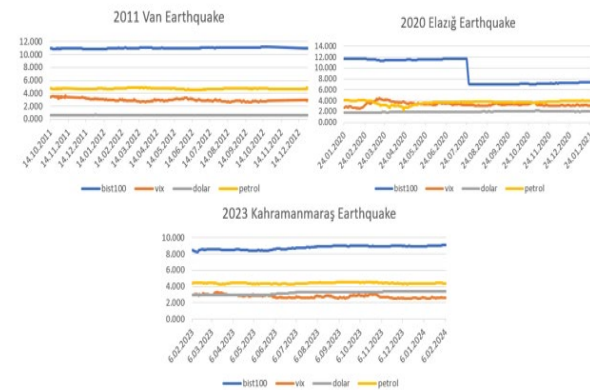


Figure
Global Market Indicators and BIST100 Index during Earthquake Periods (2011, 2020, 2023)



Deprem Dönemlerinde VIX, Döviz Kuru ve Petrol Fiyatlarının BIST100 Üzerindeki Etkisi: Fourier Yaklaşımlardan Kanıtlar

Ayşegül Han¹ ve Nergis Tosun²

¹ İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, 44000 Malatya, Türkiye

² İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 44000 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-3390-2129, 0000-0001-5760-2596

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'de 2010 sonrası meydana gelen 2011 Van, 2020 Elazığ ve 2023 Kahramanmaraş deprem dönemlerinde VIX (Volatilite Endeksi), kur ve petrol fiyatlarının BIST100 endeksi üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Her deprem dönemi için bir yıllık günlük verilerle yapılan Fourier ADL eşbütünleşme analizi, tüm modellerde uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Fourier FMOLS ve Fourier DOLS sonuçları, 2011 Van Depremi döneminde VIX endeksi ve doların artışının BIST100 endeksini düşürdüğünü, 2020 Elazığ Depremi döneminde doların artışının endekse olumsuz etkisi olduğunu, 2023 Kahramanmaraş Depremi döneminde ise dolar ve petrol fiyatlarındaki artışın BIST100 endeksini yükselttiğini göstermiştir. Fourier Granger nedensellik analizi ise, 2011 Van Depremi sonrasında BIST100 ile VIX endeksi arasında çift yönlü, 2023 Kahramanmaraş Depremi döneminde ise VIX endeksinden BIST100 endeksine ve BIST100 endeksinden dolara tek yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler

Deprem Etkisi, BIST100 Endeksi, Finansal Piyasalar, Fourier Eşbütünleşme Analizi, Fourier Nedensellik Analizi

Öne Çıkanlar

- * 2011 Van Depremi döneminde VIX endeksi, kur ve petrol fiyatlarının BIST100 endeksine etkisinin Fourier Yaklaşımlar ile incelenmesi
- * 2020 Elazığ Depremi döneminde VIX endeksi, kur ve petrol fiyatlarının BIST100 endeksine etkisinin Fourier Yaklaşımlar ile incelenmesi
- * 2023 Kahramanmaraş Depremleri döneminde VIX endeksi, kur ve petrol fiyatlarının BIST100 endeksine etkisinin Fourier Yaklaşımlar ile incelenmesi

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 03.09.2024

Düzeltilme: 18.11.2024

Kabul: 19.11.2024

Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1542634

Sorumlu yazar

Nergis Tosun

Eposta:

nergisbingol89@gmail.com

The Impact of the VIX, Exchange Rate and Oil Prices on the BIST100 During Earthquake Periods: Evidence from Fourier Approaches

Aysegul Han¹ and Nergis Tosun²

¹ Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, 44000 Malatya, Türkiye

² Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, 44000 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-3390-2129, 0000-0001-5760-2596

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the impact of the VIX (Volatility Index), the exchange rate, and the oil price on the BIST100 index during the 2011 Van earthquake period, the 2020 Elazığ earthquake period, and the 2023 Kahramanmaraş earthquake period that occurred in Türkiye after 2010. Fourier ADL cointegration analysis with one year of daily data for each earthquake period revealed the existence of a long-run relationship in all models. Fourier FMOLS and Fourier DOLS results show that the increase in VIX index and dollar decreased the BIST100 index during the 2011 Van earthquake, the increase in dollar had a negative effect on the index during the 2020 Elazığ earthquake, and the increase in dollar and oil prices increased the BIST100 index during the 2023 Kahramanmaraş earthquake. Fourier Granger causality analysis revealed that there was bidirectional causality between the BIST100 and the VIX index after the 2011 Van earthquake, and unidirectional causality from the VIX index to the BIST100 index and from the BIST100 index to the dollar during the 2023 Kahramanmaraş earthquake.

Keywords

Earthquake effect, BIST100 Index, Financial markets, Fourier Cointegration Analysis, Fourier Causality Analysis

Highlights

- * Investigation of the effect of VIX, exchange rate and oil prices on BIST100 index during 2011 Van earthquake period by Fourier Approximations
- * Investigation of the effect of VIX, exchange rate and oil prices on BIST100 index during 2020 Elazığ earthquake period by Fourier Approximations
- * Investigation of the effect of VIX, exchange rate and oil prices on BIST100 index during 2023 Kahramanmaraş earthquake period by Fourier Approximations

Manuscript

Research Article

Received: 03.09.2024

Revised: 18.11.2024

Accepted: 19.11.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1542634

Corresponding Author

Nergis Tosun

Email:

nergisbingol89@gmail.com

1. GİRİŞ

Doğal afet, doğa kaynaklı ve genellikle büyük ölçekli yıkımlara, can ve mal kayıplarına yol açan, önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan, insan kontrolü dışında meydana gelen olaylardır. Bu olaylar, atmosferik olaylar, denizler, yerkabuğundaki hareketler ve diğer doğal süreçler sonucu oluşabilir. Doğal afet türlerinden biri depremdir. Deprem, yer kabuğunda meydana gelen kırılmalar nedeniyle ortaya çıkan, sarsıntılar ile binaların yıkılmasına, alt yapının hasar görmesine, mal ve can kayıplarına neden olan yeryüzü olayları olarak tanımlanmaktadır. Depremlerin sebep olduğu hasarların farklı açılardan değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü depremler sosyal, psikolojik ve ekonomik alanlarda insan yaşamını olumsuz etkilemekte ve nesiller boyu anlatılacak kadar derin izler bırakabilmektedir (Özüpekçe ve Deniz 2023).

Depremler, ekonomiler üzerinde belirsizlik yaratan ve bu belirsizliğin hisse senedi piyasalarına hızla yansımaya neden olan olaylardır. Yatırımcılar, depremlerin yarattığı şoklara tepki olarak alım-satım işlemlerini daha hızlı bir şekilde gerçekleştirebilmektedirler. Bu da piyasalar üzerinde ani ve sert dalgalanmalara neden olmaktadır. Özellikle büyük depremler sonrasında, piyasaların belirsizliği ve yatırımcıların riskten kaçma eğilimi, varlıklarını daha güvenli limanlara kaydırmalarına neden olmaktadır. Deprem bölgelerinde faaliyet gösteren şirketler ise üretim kesintileri, operasyonel kayıplar ve artan sigorta maliyetleri nedeniyle hisse senedi fiyatlarında ciddi düşüşler yaşayabilmektedir. Bu belirsizlik ortamında, piyasa volatilitesinin artması da kaçınılmaz bir hal almaktadır. Yatırımcıların gelecekteki volatilitte beklentilerini gösteren VIX endeksi yükseldiğinde, hisse senedi endekslerinde dalgalanmalar artış göstermektedir. Bu nedenle, VIX endeksinin deprem sonrası hisse senedi endeksleri üzerindeki etkisini incelemek, piyasa tepkilerini anlamak açısından önemlidir. Depremler petrol üretim tesisleri, rafineriler, limanlar ve boru hatları gibi unsurlara zarar vererek üretim-tedarik zincirinde kesintilere yol açabilmektedir. Tedarik zincirinde ortaya çıkabilecek olan aksaklıklar veya gelecekteki arz-talep dengesine dair ortaya çıkan endişe sebebiyle petrol fiyatlarında yukarı yönlü ya da talepteki düşüşle beraber aşağı yönlü fiyat hareketleri ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla deprem döneminde petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, enerji maliyetlerini veya şirket karlılıklarını etkileyerek, hisse senedi endekslerinin değerinde olumsuz yönde etki yaratmaktadır. Deprem sonrası belirsizlik ve riskin etkilediği bir diğer önemli faktör ise döviz kurlarıdır. Depremler ülkelerin ekonomik istikrarını tehdit edebilmektedir. Bu da söz konusu ülkenin para biriminde değer kaybına yol açabilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, ulusal para birimindeki değer kaybı ithalat maliyetlerinin artmasına, şirketlerin mali yapısının zayıflamasına ve hisse senedi endekslerinde olumsuz sonuçlar doğmasına sebep olabilir. Deprem gibi büyük ölçekli olaylar, yatırımcıların risk algılarının ve yatırım stratejilerinin değişmesine sebep olabilir. Bu durum özellikle kısa vadede hisse senedi endekslerinin sert hareketler yaşanmasına sebep olabilir. VIX endeksi, döviz kuru ve petrol fiyatları gibi göstergelerin incelenmesi, yatırımcıların bu tür olaylara nasıl tepki verdiklerini anlamak için önemli bir veri sağlamaktadır.

Türkiye dünyanın aktif deprem bölgelerinden birindedir. Geçmişten günümüze pek çok büyük deprem meydana gelmiştir. Bu depremler sonucunda ise maddi, manevi, ekonomik açıdan büyük zararlar yaşamıştır (Büyükoğlu ve diğ. 2024). Bu çalışmada da petrol fiyatları, kur ve VIX endeksi gibi yatırımcı güveni ve ekonomik istikrar üzerinde kritik etkileri olan finansal piyasalarda yakından takip edilen faktörlerin 2011 Van depremi, 2020 Elazığ depremi ve 2023 Kahramanmaraş depremleri döneminde BIST100 üzerindeki etkisi Fourier yaklaşımlar ile incelenmiştir. Çalışmada 24.10.2011-23.10.2012, 27.01.2020-25.01.2021 ve 06.02.2023-06.02.2024 tarihleri arasındaki dönem incelenmiş, deprem günlerini de kapsayan sonrasındaki bir yıllık döneme ait veriler kullanılmıştır.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm giriş bölümüdür. Giriş bölümünde çalışma hakkında gerekli teorik açıklamalar yapılmıştır. İkinci bölüm literatür bölümüdür. Literatür bölümünde depremlerin hisse senedi endeksine etkisini inceleyen çalışmalara detaylı

bir şekilde yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ekonometrik yöntemler açıklanırken dördüncü bölümde değişkenler ve ekonometrik modeller açıklanmıştır. Beşinci bölümde analizler sonucunda elde edilen bulgulara değinilmiş, çalışmanın genel değerlendirme ve tartışması ise altıncı bölümde yapılmıştır.

2. LİTERATÜR

Finansal değişkenler arasında karmaşık ilişkiler bulunmaktadır (Uğur ve Bingöl 2020). Deprem gibi olağanüstü dönemlerde bu karmaşık ilişkiler yatırımcılar ve politika yapıcılar tarafından sıklıkla incelenmektedir. Depremlerin finansal piyasalar üzerindeki etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar, doğal afetlerin hisse senedi endeksleri ve şirket değerleri üzerinde önemli ve çeşitli etkiler yarattığını göstermektedir. Bu çalışmalardan Shelor ve diğ. (1990), 17.10.1989 tarihinde Kaliforniya'da meydana gelmiş olan depremin gayrimenkul sektöründe faaliyet gösteren firmaların hisse senedi değerleri üzerindeki etkisini olay çalışması yöntemi ile incelemişlerdir. Analiz sonucunda depremlerin hisse senedi endeksleri üzerinde hem negatif hem de pozitif etkiler yaratabileceği yorumunu yapmışlardır. Shelor ve diğ. (1992), 1989 yılında meydana gelen Loma Prieta depreminin sonrasında mülkiyet sorumluluk sigorta şirketlerinin hisse senedi değerlerinin kayıp mı kazanç mı yaşadığını araştırmışlardır. Elde etmiş oldukları bulgular neticesinde bu hisse senetlerinin değerlerinin depremden sonra genel olarak arttığı yorumunu yapmışlardır. Aiuppa ve diğ. (1993), sigorta şirketlerine ait hisse senedi fiyatlarının 1989 Loma Prieta depremine vermiş oldukları tepkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, 15.03.1989-31.10.1989 dönemi verilerine iki endeksli kümülatif anormal getiri metodolojisini uygulamışlardır. Yapmış oldukları analiz sonucunda, depremlerin sigorta şirketlerine kazanç sağladığı şeklinde bir algı olduğu yorumu ortaya çıkmıştır.

Yamori ve Kobayashi (2002), 1995 yılında Japonya'da meydana gelen Hanshin-Awaji depreminin sigortacılık şirketleri hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini olay çalışması yöntemi ile araştırmışlardır. Elde etmiş oldukları bulgular depremin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisinin olumsuz olduğu yönündedir. Bolak ve Süer (2008), 1999 yılında meydana gelen Marmara depreminin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında, finans sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini olay çalışması yöntemi ile araştırmışlardır. Analiz sonucunda, depremlerin negatif ve önemli anormal getiriler ürettiği bulgusuna ulaşmışlardır.

Scholtens ve Voorhorst (2013), depremlerin finansal piyasalar üzerindeki etkisini olay çalışması yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışmada 1973-2011 döneminde beş kıtadaki 21 ülkede ölümle sonuçlanmış olan 100'den fazla depremi ele almışlardır. Hisse senedi piyasalarının depremlere tepkisinin 1970'li ve 1980'li yıllarda daha belirgin olduğu yorumunu yapmışlardır. En şiddetli ve en hafif depremlere verilen tepkiler ile yüksek gelirli ve düşük gelirli ülkelerdeki tepkiler arasında hiçbir fark olmadığı, aynı şekilde, Alman kanunlarına dayalı ülkeler ile İngiliz veya Fransız kanunlarına dayalı ülkelerde depreme verilen tepkiler arasında da neredeyse hiçbir önemli fark olmadığı, bu durumun borsanın depremlerin temel özelliklerine karşı çok hassas olmadığına göstergesi olduğunu söylemişlerdir. Yılmaz (2013), 1998 Ceyhan, 1999 Marmara ve 2011 Van depremleri özelinde depremlerin İMKB'de işlem gören sektör endeksleri üzerindeki etkisini olay çalışması yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada incelenen sektör endeksleri; taş-toprak ve gayrimenkul yatırım ortaklığı firmalarının hisse senetleri, bankacılık ve sigortacılıktır. Ceyhan depreminde söz konusu endeksler için anlamlı anormal getiriler meydana gelmemiştir. Van depreminde taş-toprak sektöründe pozitif anlamlı anormal getiriler meydana gelmiştir. Ayrıca Van depreminin sigortacılık, bankacılık ve gayrimenkul yatırım ortaklığı firmalarının getirilerine doğrudan bir etkisi olmadığı sonucunu elde etmiştir. Marmara depremi açısından değerlendirildiğinde ise taş-toprak sektörü anormal getirilerinin pozitif ve anlamlı olduğu, bankacılık, sigortacılık ve gayrimenkul yatırım ortaklığı firmalarına ait anormal getirilerin istatistiki olarak negatif ve anlamlı olduğu yönünde bir bulguya ulaşmıştır.

Ferreira ve Karali (2015), son yirmi yılda meydana gelen büyük depremlerin, dünya çapında 35 finans piyasasında borsa endekslerinin getiri ve oynaklıklarını nasıl etkilediğini olay çalışması yöntemiyle incelemişlerdir. Analiz sonucunda, depremlerin küresel borsa getirileri üzerinde sistematik bir etkisi olmadığı ve depremlerin yalnızca Japonya'daki borsa oynaklığını artırıcı etkisi olduğu bulgularına ulaşmışlardır. Valizadeh ve diğ. (2017), 2011 Japonya depreminin Japonya ve ticaret ortaklarında işlem gören 19 borsa sektör endeksi üzerindeki etkisini olay çalışması metodolojisini kullanarak araştırmışlardır. Elde etmiş oldukları bulgular neticesinde depremin etkisinin sadece Japonya ve doğrudan etkilenen endüstrilerle sınırlı kalmadığı yorumunu yapmışlardır. Fakhry ve diğ. (2018) ise yine Japonya'da 2011 yılında meydana gelen depremin hisse senedi, borç-döviz kuru ve altın üzerindeki kısa ve uzun dönemli etkilerini incelemişlerdir. Bunun için değişkenlere C-GARCH-t oynaklık modeli ile desteklenmiş olan varyans sınır testini uygulamışlardır. Test sonucunda doğal afetlerin piyasa verimliliğini kısa vadede uzun vadeye göre daha fazla etkilediği bulgusuna ulaşmışlardır.

Yıldırım ve Alola (2020), döviz kuru ve depremin Türkiye Cumhuriyeti hisse senedi endeksi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 2000:02-2017:12 dönemi verilerine ARDL sınır testini uygulamışlardır. Elde etmiş oldukları bulgulara göre; döviz kuru ve depremin endeks üzerinde etkisi olduğu yorumunu yapmışlardır. Hamurcu (2022), 2020 yılında İzmir'de meydana gelen depremin Borsa İstanbul'da işlem gören sigortacılık sektörü hisse senetleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. 13.07.2020-15.02.2021 dönemi verilerine olay çalışması yöntemini uygulamışlardır. Analiz sonucunda depremin söz konusu hisse senetlerine ait kümülatif getirilerinin 15, 30, 45 ve 60 günlük dönemler için negatif yönlü etkiler ortaya çıkardığı bulgusunu elde etmiştir.

Çilek ve Ergun (2023), 6-7 Şubat 2023 tarihlerindeki Kahramanmaraş depremlerinin BİST100 endeksi ve Bankacılık endeksi üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. Bu amaçla değişkenlere VAR metodolojisini ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerini uygulamışlardır. Analiz sonucunda elde edilmiş olan bulgulara göre, deprem büyüklüğü ile BİST100 endeksi ve BİST Banka endeksi arasında nedensellik bulunmaktadır. BİST100 ve BİST Banka endeksindeki değişimler çoğunlukla kendini açıklamaktadır. Bu sonuçlar göstermektedir ki Kahramanmaraş depremi BİST100 ve bankacılık endeksindeki deprem dönemindeki düşüşlerde etkili olmuştur. Gürsoy ve diğ. (2023), Türkiye'de 2023 Kahramanmaraş depremlerinin finansal piyasalar üzerindeki etkisini Fourier Volatilite Yayılımı testi ile incelemişlerdir. Çalışmada 06.02.2023-07.02.2023 tarihlerinde meydana gelen dakikalık depremler ve bu dakikalara denk gelen endeks fiyatları kullanılmıştır. Elde etmiş oldukları bulgulara göre depremin etkisi sektörler için birbirinden farklılık göstermektedir. Bilişim, aracı kurumlar, KOBİ, tekstil ve bankacılık sektörlerinde depremin büyüklüğünden endekslere doğru volatilitede nedensellik bulgusu elde etmişlerdir. Deprem büyüklüğünden gıda, GMYO ve madencilik sektörlerinde volatilitte yayılımı akımından bir etki olmadığı bulgusuna ulaşmışlardır. Büyükoğlu ve diğ. (2024), 6 Şubat'ta meydana gelen depremlerin finansal piyasalar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla BİST100, BİST100 elektrik endeksi ve BİST sürdürülebilirlik endekslerinin 13.06.2022-12.06.2023 dönemi günlük verilerine çapraz kuantilogram yöntemini uygulamışlardır. Analiz sonucunda elektrik ve sürdürülebilirlik endekslerinin BİST100 endeksi ile korelasyon ilişkileri kısa bir dönem önce negatif iken depremden sonra dalgalı bir hal almıştır. Endekslerde olumsuz etkilerin en fazla görülmüş olduğu tarihlerin deprem sonrası olduğunu belirtmişlerdir. Elde etmiş oldukları sonuçlar neticesinde, endekslerin depremlerden olumsuz etkilendiği yorumunu yapmışlardır. Köse ve Atay (2024) ise 6 Şubat depremlerinin BİST30'da yer alan şirket hisse senetlerinin getirileri ve fiyatları arasındaki ilişkiyi olay çalışması yöntemiyle incelemişlerdir. İnceleme dönemi olarak 6 Şubat'tan 10 gün öncesi olan 23.01.2023 ve 6 Şubat'ın 10 gün sonrası olan 27.02.2023 dönem aralığını almışlardır. Analiz sonucunda, depremden sonraki günde 20 şirkette, ikinci günde ise tüm şirketlerde anormal kayıplar olduğu, depremden sonraki dördüncü günden itibaren de şirketlerin anormal kazançlarının ortalama seviyelerine döndüğü bulgularına ulaşmışlardır.

Literatürde, depremlerin borsa endeksleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, farklı ülkeler ve depremler üzerine odaklanmış ve çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmanın farkı, Türkiye’de 2010 yılından sonra meydana gelen 2011 Van Depremi, 2020 İzmir Depremi ve 2023 Kahramanmaraş Depremi gibi üç büyük depremin ardından, bu olayların VIX endeksi, petrol fiyatları ve döviz kuru üzerinden BIST100 endeksi üzerindeki etkilerini incelemesidir. Çalışma, özellikle bu üç farklı deprem döneminde VIX endeksi, petrol fiyatları ve döviz kurunun hisse senedi endeksi üzerindeki etkilerini Fourier yaklaşımlarla analiz ederek, literatüre önemli ve özgün bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, Türkiye’deki büyük depremler sonrasındaki finansal piyasa tepkilerini anlamada yeni bir perspektif sağlayacaktır.

3. YÖNTEM

Zaman serilerinde yapısal kırılmalar, belirli bir zaman diliminde serinin içsel yapısında ani ve belirgin değişikliklere işaret etmektedir. Bu kırılmalar, genellikle deterministik bileşenlerde ortaya çıkmakta ve serinin önceki dönemlerinden farklı bir davranış göstermesine neden olmaktadır. Fourier dönüşümü, zaman serisinin zaman boyutundaki bilgilerini frekans boyutuna çevirerek, serinin içerdiği periyodik yapı ve frekans bileşenlerini ortaya koymaktadır. Bu dönüşüm yöntemi, zaman serilerinde olası yapısal kırılmaları belirlemek amacıyla trigonometrik terimlerin modele eklenmesine olanak tanımaktadır. Dolayısıyla çalışmada Fourier yöntemleri tercih edilmiştir, çünkü bu yöntemler, zaman serilerindeki yapısal değişikliklerin doğru ve etkili bir şekilde analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak, Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen Fourier ADF (FADF) birim kök testiyle değişkenlerin durağanlık özellikleri değerlendirilmiştir. Ardından, Banerjee ve diğ. (2017) tarafından önerilen Fourier Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeli Model (Fourier Autoregressive Distributed Lag-FADL) eşbütünleşme analizi ile uzun dönemli ilişkiler ortaya konmuştur. Uzun dönem katsayı tahminleri için ise Fourier Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler (Fourier Fully Modified Ordinary Least Squares-FFMOLS) ve Fourier Dinamik En Küçük Kareler (Fourier Dynamic Ordinary Least Squares-FDOLS) tahminicileri kullanılarak parametrelerin tahminleri elde edilmiştir. Son olarak, Enders ve Jones (2016) tarafından geliştirilen Fourier Granger nedensellik analiziyle değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri incelenmiştir.

3.1) Fourier ADF Birim Kök Testi

Enders ve Lee (2012) ADF testini Fourier terimler kullanarak kırılmalara izin verecek forma genişletmişlerdir. FADF testinde kırılmaların formu Fourier terimlerinin yapısı gereği ani değil yumuşaktır. Bu test, frekans bileşenlerini inceleyerek zamana bağlı belirli faktörlerin yanı sıra belirsiz ve kademeli değişimleri analiz eder (Han, 2024). Enders ve Lee (2012) yapısal kırılmaları Denklem 1’deki gibi tanımlanmış deterministik terim yardımıyla modellemektedir.

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (1)$$

Burada k Fourier terimlerinin frekans sayısını göstermektedir. FADF testi için önerilen model ise Denklem 2’de gösterildiği şekildedir (Enders ve Lee 2012).

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \delta_t + \beta y_{t-1} + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^p \vartheta_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (2)$$

Enders ve Lee (2012), FADF testi için iki aşamalı bir yöntem önermektedir. İlk aşamada Denklem 2, $1 \leq k \leq 5$ aralığında tahmin edilir ve en düşük kalıntı kareler toplamına sahip model uygun model olarak seçilir. İkinci aşamada ise Fourier terimlerinin anlamlılığı klasik F testi yardımıyla test edilmektedir. Fourier terimlerinin anlamlı olması durumunda birim kökü ifade eden $\beta = 0$ temel hipotezi klasik t testi yardımıyla sınanmaktadır. Fourier terimlerinin anlamsız olması durumunda ise FADF testi yerine ADF birim kök testinin kullanılması önerilmektedir.

3.2) Fourier ADL Eşbütünleşme Analizi

Banerjee ve diğ. (2017) standart otoregresif dağılımlı gecikme modeline Fourier fonksiyonlarını ekleyerek, FADL modelini geliştirmiştir. Bu model, bilinmeyen bir tür doğrusal olmayan kırılmaları göz önüne almak için deterministik terimine bir Fourier fonksiyonu dahil eder. Banerjee ve diğ. (2017), standart otoregresif dağılımlı gecikme modeline Fourier fonksiyonlarını ekleyerek FADL modelini geliştirmiştir. Bu model, bilinmeyen türde doğrusal olmayan kırılmaları dikkate alabilmek için deterministik terime bir Fourier fonksiyonu dahil eder. Ayrıca, FADL testi, denklemde çok sayıda kukla değişken kullanımının yol açabileceği olası güç kayıplarını önleme avantajına sahiptir (Konat 2021). Banerjee ve diğ. (2017) tarafından literatüre kazandırılan FADL testine ait eşitlik Denklem 3'teki gibi yazılabilir:

$$\Delta y = \alpha_0 + \eta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \eta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \eta_3(y_{t-1} + \omega x_{t-1}) + \eta_4 \sum_{i=1}^q \Delta y_{t-i} + \eta_5 \sum_{i=1}^p \Delta x_{t-i} + e_t \quad (3)$$

3 numaralı denklemde gösterim kolaylığı açısından sadece tek bir regresörün olduğu varsayılmıştır. Bu denklemdeki α_0 , η_1 , η_2 , η_3 , η_4 ve η_5 parametreleri, i , gecikme uzunluğunu, q ve p maksimum gecikme uzunluklarını ve e_t hata terimini göstermektedir. Burada, k frekans sayısını, t trendi, T gözlem sayısını, \sin ve \cos trigonometrik terimleri ifade etmektedir. Denklemdeki optimal k , $1 \leq k \leq 5$ için hata kareler toplamının minimum olduğu değere göre belirlenebilir. Optimal gecikme uzunluğu, Akaike bilgi kriterinin (AIC) minimum olduğu değere göre seçilir. k belirlendikten sonra, eşbütünleşmenin olmadığını gösteren temel hipotez ($H_0: \eta_3 = 0$) eşbütünleşmenin olduğunu gösteren alternatif hipoteze karşı ($H_1: \eta_3 \neq 0$) sınanır. Eğer, η_3 'ün t-değeri Banerjee ve diğ. (2017) tarafından oluşturulmuş AIC değerlerinden küçükse, temel hipotez reddedilerek eşbütünleşmenin olduğuna karar verilir.

3.3) Fourier Granger Nedensellik Analizi

Vektör otoregresif model (VAR) ile gerçekleştirilen Granger nedensellik analizi yapısal kırılmaları ihmal etmektedir. Granger nedensellik testinin uygulanabildiği VAR(u) eşitliği Denklem 4'te gösterilmektedir:

$$y_t = \beta + \vartheta_1 y_{t-1} + \dots + \vartheta_u y_{t-u} + e_t \quad (4)$$

Denklem 4'te β 'nin zamanla değişmediği ve modelin herhangi bir yapısal değişim içermediği varsayılmaktadır. Enders ve Jones (2016), Fourier fonksiyonlarını VAR'a dahil ederek yapısal kırılmaları tarihi ve sayısı bilinmeden dikkate alan Fourier Granger nedensellik testini geliştirmişlerdir. VAR'a eklenen Fourier trigonometrik fonksiyonları Denklem 5'te gösterilmektedir:

$$\beta(t) \cong \beta_0 + \gamma_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (5)$$

Denklem 5'te k optimal frekansı ve zamanın ve içsel değişkenlerdeki kırılmaların bir fonksiyonu olarak sabit terimi ifade etmektedir. Denklem 5, Denklem 4'e yerleştirilerek Fourier-Granger nedensellik testinin uygulandığı Denklem 6 elde edilmektedir:

$$y_t = \beta_0 + \gamma_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \vartheta_1 y_{t-1} + \dots + \vartheta_u y_{t-u} + e_t \quad (6)$$

Denklem 6'da nedensellik ilişkisinin olmadığını belirten sıfır hipotezi test edilmekte ve bu hipotez reddedildiği takdirde incelenen değişkenler arasında yapısal değişimlerle birlikte bir nedensellik ilişkisinin olabileceğine karar verilmektedir.

4. VERİ

Bu çalışmada, Türkiye’de 2010 yılından sonra meydana gelen 2011 Van depremi, 2020 Elazığ depremi ve 2023 Kahramanmaraş depremleri dönemlerinde finansal piyasaların BIST100 endeksi üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda üç model oluşturulmuş ve her model için depremin meydana geldiği tarihten itibaren bir yıllık günlük veriler kullanılmıştır. Bu kapsamda 3 dönem için de incelenecek olan model Denklem 7’deki gibidir:

$$GBIST100 = f(GVIX + GDOLAR + GPETROL) \quad (7)$$

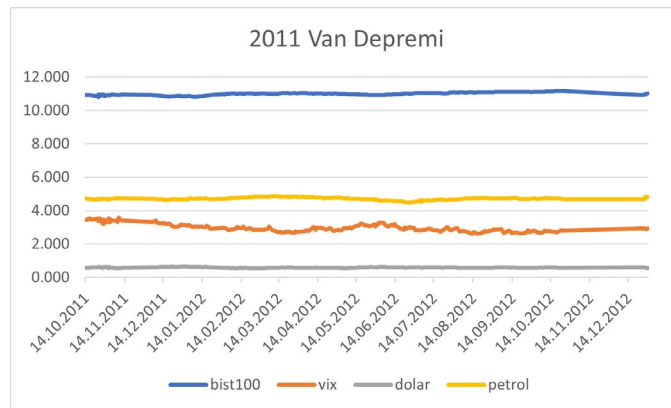
Finansal değişkenlerin volatilitesi, getirilerin dalgalanmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, getiri serisinin hesaplanması, finansal değişkenler arasındaki volatilité yayılmalarının kaynağını anlamak için önemlidir. Getiri serilerinin hesaplanması, finansal piyasaların dinamiklerini ve risk ölçümlerini daha doğru bir şekilde yansıtmak için gerekmektedir. Bu bağlamda, değişkenlerin getiri serileri Denklem 8 ile hesaplanmaktadır:

$$rt = 100 \times \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (8)$$

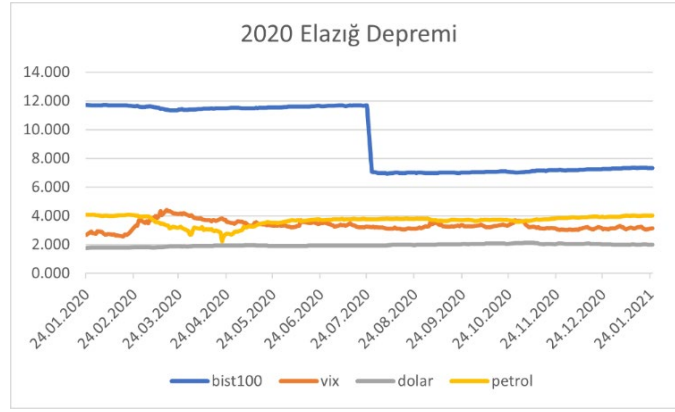
Bu formül, P_t dönemindeki fiyat ile P_{t-1} bir önceki dönem fiyatı arasındaki logaritmik oranı temsil etmekte ve bu hesaplama getiri oranlarını yüzde cinsinden ifade etmektedir.

2011 yılı için incelenen Model 1’de, 23 Ekim 2011 Van Depremi’nin ardından bir yıllık günlük veriler (24.10.2011-23.10.2012) kullanılmıştır. 2020 yılı için incelenen Model 2’de, 24 Ocak 2020 Elazığ Depremi’nin ardından bir yıllık günlük veriler (27.01.2020-25.01.2021) kullanılmıştır. 2023 yılı için incelenen Model 3’te ise 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi’nin ardından bir yıllık günlük veriler (06.02.2023-06.02.2024) kullanılmıştır. Üç modelde de incelenen dönemdeki BIST100 endeksi, dolar kuru, petrol fiyatları ve VIX endeksinin verileri, ilgili günlerin kapanış değerleri Yahoo Finance ve TCMB EVDS veri tabanlarından alınmıştır.

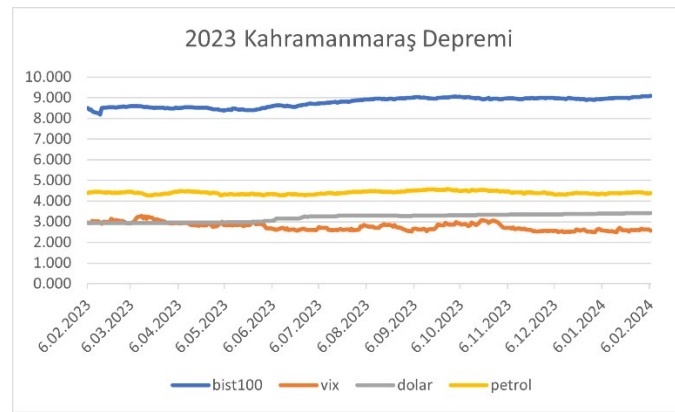
Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3’te sırasıyla 2011 Van Depremi, 2020 Elazığ Depremi ve 2023 Kahramanmaraş Depremi sonrası BIST100, VIX, dolar ve petrol değerlerindeki değişimler görsel olarak sunulmuş, Şekillerdeki bulgular, Tablo 1’de sunulan tanımlayıcı istatistikler ile detaylandırılmıştır.



Şekil 1: 2011 Van Depremi sonrası finansal göstergelerdeki değişimler
Figure 1: Changes in financial indicators after the 2011 Van Earthquake



Şekil 2: 2020 Elazığ Depremi sonrası finansal göstergelerdeki değişimler
Figure 2: Changes in financial indicators after the 2020 Elazığ Earthquake



Şekil 3: 2023 Kahramanmaraş Depremi sonrası finansal göstergelerdeki değişimler
Figure 3: Changes in financial indicators after the 2023 Kahramanmaraş Earthquake

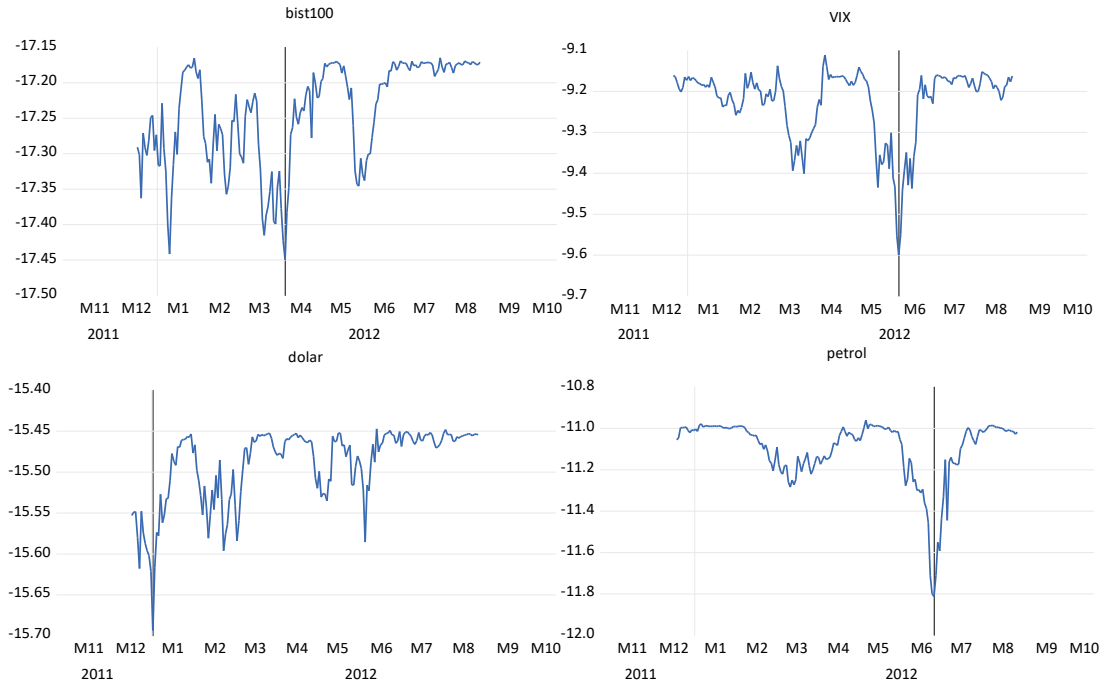
Tablo 1: Tanımlayıcı istatistikler
Table 1: Descriptive statistics

	Değişkenler	Ortalama	Medyan	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera
Model 1	GBIST100	0.0906	0.084	1.256	0.153	3.681	6.055 (0.048)
	GVIX	-0.217	-0.296	6.5205	0.426	3.981	18.338 (0.000)
	GDOLAR	-0.011	-0.027	0.562	0.182	4.599	29.165 (0.000)
	GPETROL	-0.007	0.009	1.797	0.139	8.910	379.348 (0.000)
Model 2	GBIST100	9.347	9.350	2.234	-0.001	1.010	43.233 (0.000)
	GVIX	3.332	3.282	0.333	0.713	4.148	36.572 (0.000)
	GDOLAR	1.958	1.946	0.088	-0.265	2.353	7.636 (0.022)
	GPETROL	3.670	3.746	0.330	-1.503	5.174	150.199 (0.000)
Model 3	GBIST100	8.773	8.897	0.229	-0.412	1.639	27.607 (0.000)
	GVIX	2.767	2.744	0.183	0.485	2.304	15.567 (0.000)
	GDOLAR	3.200	3.293	0.177	-0.483	1.505	34.593 (0.000)
	GPETROL	4.407	4.404	0.073	0.287	2.313	8.745 (0.023)

Tablo 1 ile tanımlayıcı istatistikler sunulmaktadır. Model 1'de BIST100 endeksi, pozitif ortalama getirisi ve yüksek standart sapması ile yüksek volatilité sergilemektedir. VIX endeksi, dolar kuru ve petrol fiyatları değişkenleri ise yüksek basıklık değerleriyle dikkat çekmektedir; bu, özellikle uç değerlerin daha sık yaşandığını göstermektedir. Petrol fiyatları değişkeni, sağa doğru hafif bir çarpıklık ve aşırı yüksek basıklık ile öne çıkmakta, bu da dağılımın uç değerlere eğilimli olduğunu ve verilerin ortalamadan oldukça farklı olabileceğini işaret etmektedir. Model 2'de BIST100 endeksi daha geniş bir standart sapma sergilemektedir. Diğer değişkenler ise yüksek çarpıklık ve basıklık sergilemektedir. Özellikle petrol fiyatları değişkeni, negatif çarpıklık

ve çok yüksek basıklık ile öne çıkmaktadır. Model 3'te ise BIST100 endeksi düşük bir standart sapma göstermektedir. VIX endeksi orta düzeyde çarpıklık ve yüksek basıklık gösterirken, dolar ve petrol fiyatları değişkenleri düşük çarpıklık ve basıklık özelliklerini taşımaktadır.

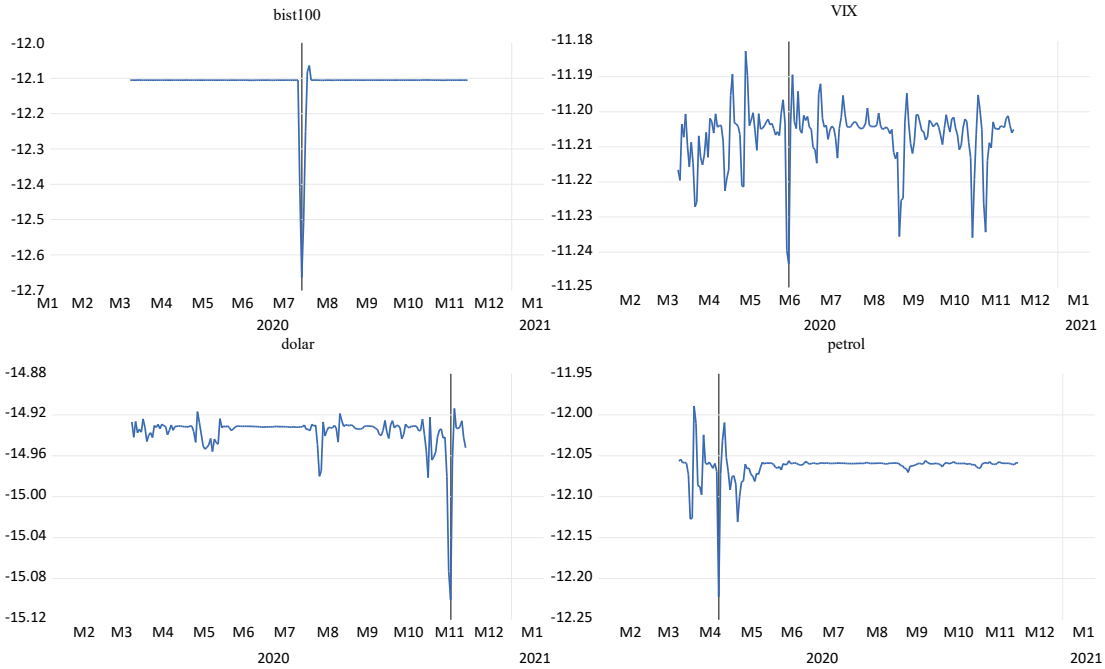
Çalışmada Fourier testlerden önce geleneksel Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ile yapısal kırılmalı Zivot-Andrews (ZA) birim kök testi uygulanmıştır (Zivot ve Andrews 1992). Uygulanan bu testler sonucunda değişkenlerin birinci farkları alındığında tüm değişkenlerin durağanlaştığı tespit edilmiştir. Ancak, çalışmada karmaşıklığı önlemek adına ADF, PP ve ZA birim kök test sonuçlarına ait tablolar eklenmemiştir. Bunun yerine, piyasalardaki kısa vadeli değişiklikleri ve volatilitiyi daha net ve anlaşılır bir şekilde göstermek amacıyla ZA (1992) yapısal kırılmalı birim kök testi ile elde edilen kırılma tarihlerini gösteren şekiller eklenmiştir. Bu şekiller, belirli dönemlerde piyasadaki ani değişiklikleri ve volatilitiyi görsel olarak sunarak, deprem sonrası finansal piyasa dinamiklerini daha iyi anlamayı sağlamaktadır. Bu kapsamda depremlerin finansal piyasalara olan etkilerini, piyasadaki kısa vadeli değişiklikleri ve volatilitiyi daha net ve anlaşılır bir şekilde görmek amacıyla oluşturulan şekiller aşağıdaki gibidir:



Şekil 4: Model 1'e dahil edilen değişkenlere ait kırılmalar
Figure 4: Breaks for variables included in Model 1

Model 1'de yer alan değişkenlerin kırılma tarihleri Şekil 4 ile sunulmuştur. Şekil 4'te 04 Nisan 2012 tarihinde BIST100 endeksinde gözlemlenen kırılma, Türkiye ekonomisinin o dönemki makroekonomik dinamikleri ve küresel piyasalardaki gelişmelerle ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. 2011 yılında yaşanan yüksek enflasyon ve cari açık gibi ekonomik sorunlar, Türkiye'de piyasalarda belirsizlik yaratmıştır. Ancak 2012 yılının başlarından itibaren, Merkez Bankası'nın sıkı para politikaları uygulamaya başlaması ve Türkiye'nin kredi notunun iyileştirilmesi, yatırımcı güveni üzerinde olumlu etki meydana getirmiştir. Bu dönemde yaşanan olumlu gelişmeler BIST100 endeksinde yükseliş trendi meydana getirmiştir. 05 Haziran 2012 tarihinde VIX endeksinde yaşanan kırılma, küresel piyasalarda artan belirsizliklerin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Avrupa borç krizi, Yunanistan ve İspanya'nın ekonomik durumu gibi gelişmeler küresel piyasalarda ciddi endişelere yol açmıştır. Haziran 2012'de Avrupa Merkez Bankası'nın aldığı önlemlere rağmen, piyasalarda süregelen belirsizlikler VIX endeksinde belirgin bir dalgalanmayı tetiklemiştir. 05 Haziran 2012'de yaşanan bu kırılmanın, yatırımcıların küresel risk algısındaki ani bir değişiklikten dolayı ortaya çıktığını söylemek

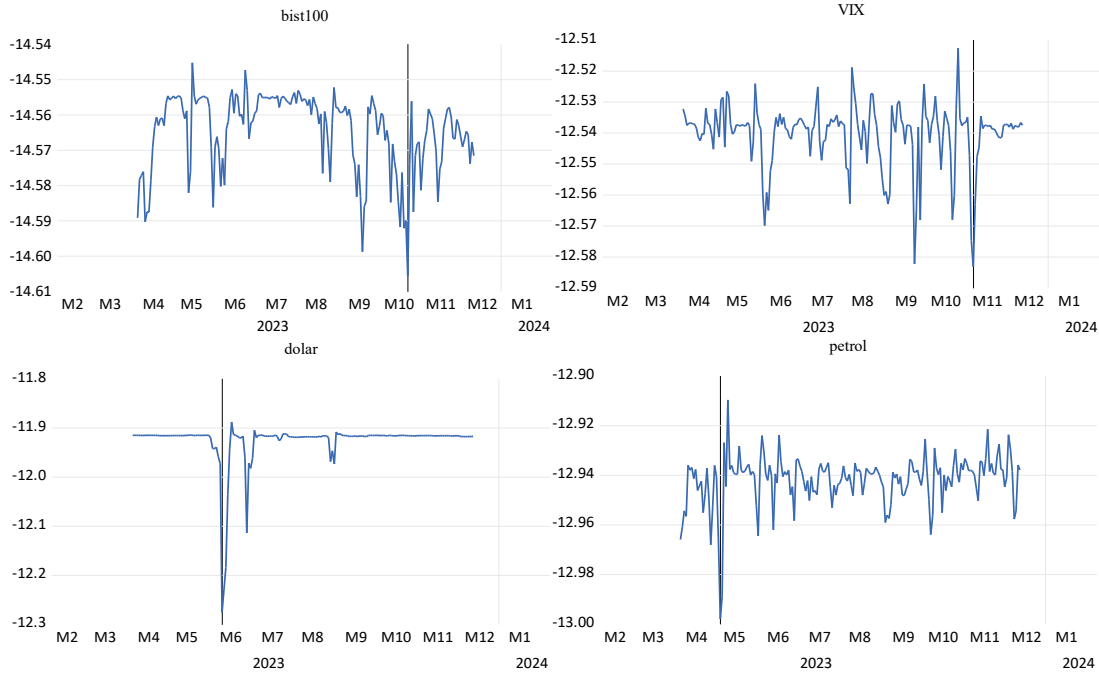
mümkündür. 02 Ocak 2012 tarihinde dolar kurunda yaşanan kırılma hem Türkiye'nin ekonomik koşulları hem de küresel piyasalardaki gelişmelerle ilişkilendirilebilir. 2011 yılının sonlarında artan enflasyon ve yüksek cari açık gibi sorunlar, Türkiye'nin ekonomik istikrarını olumsuz etkilemiştir. 2012 yılının başında ise, ABD ekonomisindeki toparlanma belirtileri ve Avrupa'daki borç krizine dair belirsizlikler, dolara olan talebi arttırmıştır. Bu dönemde Türk Lirası'nın dolara karşı değer kaybetmesi, kurda önemli bir kırılmaya yol açtığını söylemek mümkündür. 26 Haziran 2012 tarihinde petrol fiyatlarında gözlemlenen kırılma ise küresel ekonomik koşullar ve jeopolitik risklerle ilişkilendirilebilir. 2012'nin ilk yarısında, Orta Doğu'daki jeopolitik gerilimler, özellikle İran ve Suriye kaynaklı belirsizlikler, petrol fiyatlarında dalgalanmalar meydana getirmiştir. Bunun yanı sıra, ABD'de kaya gazı üretimindeki artış ve Çin'in ekonomik büyümesinde yavaşlama beklentileri, petrol fiyatları üzerinde baskı yaratmıştır. Bu gelişmeler, petrol fiyatlarında belirgin bir kırılma ortaya çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 5: Model 2'ye dahil edilen değişkenlere ait kırılmalar
Figure 5: Breaks of variables included in Model 2

Model 2'de yer alan değişkenlerin kırılma tarihleri Şekil 5 ile sunulmuştur. Şekil 5'te 29 Temmuz 2020'de BIST100 endeksinde yaşanan kırılma, COVID-19 pandemisi sürecindeki gelişmeler ve ekonomik teşviklerle ilişkilendirilebilmektedir. Pandeminin ilk dalgasının etkilerinin azalmasıyla birlikte, hükümetin sunduğu mali destek paketleri ve merkez bankasının faiz indirimleri piyasalara olumlu yansımıştır. Ayrıca, normalleşme adımları ve ekonomik faaliyetlerin kısmen yeniden başlaması, yatırımcı güvenini artırmış ve BIST100 endeksinde önemli bir kırılma yaratmıştır. Bu dönemde, yatırımcılar risk iştahlarını artırarak piyasalara yeniden yönelmişlerdir. 15 Haziran 2020'de VIX endeksinde gözlemlenen kırılma, küresel piyasalardaki belirsizliklerin azalması ve risk algısının değişmesiyle açıklanabilmektedir. Bu dönemde, ekonomik toparlanma beklentileri artmış ve volatilité azalmıştır, bu da VIX endeksinde bir kırılmaya neden olmuştur. 17 Kasım 2020'de dolar kurunda görülen kırılma, Türkiye'deki ekonomik politika değişiklikleri ve merkez bankası kararları ile ilgilidir. Bu tarihte, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Başkanı'nın değiştirilmesi ve yeni ekonomi yönetiminin piyasaya güven vermesi, Dolar/TL kurunda önemli bir kırılma yaratmıştır. Ayrıca, ABD'deki başkanlık seçimlerinin sonuçlanması ve yeni yönetimin ekonomik politikalarına dair beklentiler de Dolar kurundaki hareketleri etkilemiştir. 22 Nisan 2020'de petrol fiyatlarında yaşanan kırılma, COVID-19 pandemisi sürecindeki global petrol talebi düşüşü ve arz fazlasıyla ilişkilendirilebilir. Pandeminin ilk aylarında, ekonomik faaliyetlerin durma noktasına gelmesiyle

petrol talebi dramatik bir şekilde düşmüştür. OPEC+ ülkelerinin üretim kesintisi kararları ve depolama kapasitelerinin dolması, petrol fiyatlarının negatif seviyelere kadar inmesine yol açmıştır. Bu dönemde yaşanan kırılma, global ekonomik koşulların petrol fiyatları üzerindeki büyük etkisini göstermektedir.



Şekil 6: Model 3'e dahil edilen değişkenlere ait kırılmalar
Figure 6: Breaks for variables included in Model 3

Model 3'te yer alan değişkenlerin kırılma tarihleri ise Şekil 6 ile sunulmuştur. Şekil 6'da 23 Ekim 2023'te BİST100 endeksinde gözlemlenen kırılma, çeşitli ekonomik ve politik gelişmelerle nedeniyle ortaya çıkmıştır. Bu dönemde Türkiye'de devam eden ekonomik zorluklar, enflasyonla mücadele politikaları ve global piyasalardaki belirsizlikler, yatırımcıların risk algısını etkilemiştir. Ayrıca, hükümetin yeni ekonomik politikalar ve teşvik paketleri açıklamaları da yatırımcıların piyasadaki tutumlarını değiştirmiş ve BIST100 endeksinde önemli bir kırılma meydana gelmiştir. 6 Kasım 2023 tarihinde VIX endeksinde görülen kırılma, global piyasalardaki belirsizliklerin artması ve yatırımcıların risk algısındaki değişikliklerle açıklanabilir. Bu dönemde, özellikle ABD ve Avrupa'daki ekonomik politikaların belirsizliği, Çin'in ekonomik yavaşlaması ve jeopolitik gerilimler, yatırımcılar arasında gelecekteki piyasa dalgalanmalarına yönelik endişeleri artırmıştır. Bu endişeler, yatırımcıların piyasa volatilitesini ölçen bir gösterge olan VIX endeksine olan ilgisinin artmasına yol açmıştır. Yatırımcılar belirsizlik dönemlerinde VIX endeksini daha sık takip eder ve portföylerini bu endekse göre yeniden düzenler. Bu durum, yatırımcıların risk algısındaki değişimi ve belirsizliğe karşı korunma ihtiyacını yansıtır. 9 Haziran 2023'te dolar kurunda yaşanan kırılma, Türkiye'deki ekonomik gelişmeler ve merkez bankası politikaları ile ilgili olduğu söylenebilmektedir. Bu tarihte, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın faiz oranlarıyla ilgili aldığı kararlar, döviz kuru üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Ayrıca, global ekonomik koşullar ve ABD Merkez Bankası'nın (Fed) para politikaları, Dolar/TL kurunda yaşanan bu kırılmaya açıklama getirmektedir. 10 Mayıs 2023 tarihinde petrol fiyatlarında gözlemlenen kırılma ise global petrol arz ve talep dengesindeki değişikliklerle açıklanabilir. Bu dönemde, OPEC+ ülkelerinin petrol üretim kararları, küresel ekonomik toparlanma süreci ve enerji talebindeki değişimler, petrol fiyatlarında dalgalanmalara neden olmuştur. Ayrıca, jeopolitik gerilimler ve enerji piyasalarındaki spekülasyon hareketleri de petrol fiyatlarında önemli bir kırılmanın nedeni olarak görülebilmektedir.

5. BULGULAR

Tahmin denkleminde eklenen Fourier fonksiyonlarıyla yapısal kırılmaların formu ve sayısı hakkında varsayımda bulunmadan birim kök sınavına olanak tanıyan Fourier ADF birim kök testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur:

Tablo 2: Fourier ADF Birim Kök Test sonuçları
Table 2: Fourier ADF Unit Root Test results

		<i>k</i>	min. KKT	F İst.	<i>l</i>	FADF	
Model 1	Sabitli Model	GBIST100	2	3.981	5.611	8	-1.378
		ΔGBIST100	5	5.972	12.148	15	-7.549
		GVIX	2	1.070	12.276	12	-1.304
		ΔGVIX	2	5.316	12.132	13	-14.699
		GDOLAR	4	7.773	12.875	14	-1.108
		ΔDOLAR	4	0.025	12.867	14	-5.096
		GPETROL	2	7.356	5.593	2	-1.263
	Sabitli ve Trendli Model	ΔGPETROL	2	8.434	5.963	2	-10.370
		GBIST100	2	3.969	13.707	8	-1.477
		ΔGBIST100	5	5.972	12.117	15	-7.533
		GVIX	2	1.069	11.920	12	-1.346
		ΔGVIX	4	5.303	11.912	13	-14.673
		GDOLAR	4	7.774	12.806	14	-1.095
		ΔDOLAR	4	0.025	12.798	14	-15.084
Model 2	Sabitli Model	GPETROL	2	7.343	5.764	2	-1.268
		ΔGPETROL	2	8.416	6.169	2	-10.380
		GBIST100	1	20.549	3.321	1	-2.444
		ΔGBIST100	2	20.982	1.1703	1	-16.077***
		GVIX	4	1.954	1.17	9	-2.672
		ΔGVIX	4	1.878	2.632	4	-7.155***
		GDOLAR	2	0.015	4.956	9	-1.243
	Sabitli ve Trendli Model	ΔDOLAR	2	0.015	6.475	8	-7.334***
		GPETROL	2	1.265	5.032	2	-1.878
		ΔGPETROL	2	1.282	4.467	1	-13.666***
		GBIST100	2	20.324	5.58**	1	-1.914
		ΔGBIST100	5	20.981	5.164**	1	-16.047***
		GVIX	4	1.918	6.529**	9	-2.586
		ΔGVIX	4	1.873	6.963***	8	-4.85***
Model 3	Sabitli Model	GDOLAR	2	0.015	5.718**	1	-2.719
		ΔDOLAR	2	0.015	4.971**	8	-7.372***
		GPETROL	2	1.253	4.692*	2	-2.336
		ΔGPETROL	2	1.282	4.52*	1	-13.645***
		GBIST100	2	0.221	5.503**	12	-1.564
		ΔGBIST100	2	0.212	6.475**	11	-5.787***
		GVIX	2	0.734	5.794**	1	-2.747
	Sabitli ve Trendli Model	ΔGVIX	5	0.755	5.281**	1	-17.366***
		GDOLAR	2	0.0118	6.295**	12	-1.724
		ΔDOLAR	2	0.0114	5.596**	11	-12.956***
		GPETROL	2	0.108	6.98***	1	-2.813
		ΔGPETROL	2	0.111	5.531**	1	-12.516***
		GBIST100	2	0.214	5.583**	13	-1.312
		ΔGBIST100	2	0.211	5.367**	11	-5.938***
Sabitli ve Trendli Model	GVIX	2	0.716	4.4405*	1	-1.153	
	ΔGVIX	5	0.755	5.308**	1	-17.336***	
	GDOLAR	2	0.0118	5.014**	12	-1.257	
	ΔDOLAR	2	0.0113	6.4008**	11	-3.275**	
	GPETROL	2	0.107	4.824*	1	-1.421	
	ΔGPETROL	2	0.1115	5.537**	1	-12.492***	

Not: ***, ** ve * ifadeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. F testine ait kritik değerler Becker ve diğ. (2006), FADF test istatistiğine ait kritik değerler Enders ve Lee (2012) çalışmasında yer almaktadır.

FADF testinin kullanılabilmesi için trigonometrik terimlerin anlamlılığı önem taşımaktadır. Trigonometrik fonksiyonlarının anlamlılığı ise F testiyle sınavılmaktadır. Tablo 2'de verilen F test istatistik değerleri incelendiğinde hem sabitli model hem de sabitli ve trendli modelde Fourier fonksiyonlarının anlamlı olduğu görülmektedir. Anlamlılık bulgusu elde edildikten sonra uygulanan FADF birim kök testi sonucunda, üç model için de hem sabitli modelde hem de sabitli ve trendli modelde incelenen tüm değişkenlerin birinci farkta durağan hale geldiği

görülmektedir. Fourier yöntemler, yapısal kırılmaların sayısını, konumunu ve biçimini esnek bir şekilde analiz ederek geleneksel eşbütünleşme testlerinin sınırlamalarını aşmayı sağlamaktadır. Bu kapsamda uygulanan FADL eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3: Fourier ADL Eşbütünleşme Testi sonuçları
Table 3: Fourier ADL Cointegration Test results

	<i>k</i>	<i>min. KKT</i>	<i>Test İstatistiği</i>
Model 1	2	3.321	-10.572***
Model 2	5	0.624	-13.443***
Model 3	4	-3.9904	-14.197***

Not: *** ifadesi %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Fourier ADL test istatistiğine ait kritik değerler Banerjee ve diğ. (2017) çalışmasında yer almaktadır.

Tablo 3 ile Model 1'de 2011 Van Depremi döneminde, Model 2'de 2020 Elâzığ Depremi döneminde ve Model 3'te 2023 Kahramanmaraş Depremi döneminde küresel piyasa göstergelerinin BIST100 endeksi üzerindeki uzun dönemli etkileri incelenmiştir. İncelenen her üç modelde de uzun dönemli ilişki olduğu görülmektedir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğundan uzun dönem katsayı tahmini yapılabilir. Bu amaçla uzun dönem katsayı tahmini için FMOLS ve DOLS tahmincilerine Fourier terimleri eklenerek kullanılan Fourier FMOLS ve Fourier DOLS katsayı tahmin sonuçları Tablo 4'te raporlanmıştır:

Tablo 4: Fourier FMOLS ve Fourier DOLS Tahmin sonuçları
Table 4: Fourier FMOLS and Fourier DOLS Estimation results

		<i>Değişkenler</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>t İst.</i>	<i>Olasılık</i>
Model 1 Bağımlı Değişken: <i>GBIST100</i>	FMOLS	<i>GVIX</i>	-0.046	0.011	-4.053	0.000***
		<i>GDOLAR</i>	-0.265	0.131	-5.025	0.000***
		<i>GPETROL</i>	0.074	0.041	-0.784	0.755
		<i>Sabit Terim</i>	0.0802	0.072	-7.105	0.000***
		<i>SIN</i>	-1.496	0.694	-8.147	0.000***
		<i>COS</i>	-1.546	0.494	-8.338	0.000***
	DOLS	<i>GVIX</i>	-0.003	0.028	-5.115	0.000***
		<i>GDOLAR</i>	-0.363	0.247	-6.491	0.000***
		<i>GPETROL</i>	0.008	0.093	-0.095	0.923
		<i>Sabit Terim</i>	0.098	0.67	-10.581	0.000***
		<i>SIN</i>	-0.056	0.349	-9.493	0.000***
		<i>COS</i>	-0.294	0.432	-10.746	0.000***
Model 2 Bağımlı Değişken: <i>GBIST100</i>	FMOLS	<i>GVIX</i>	0.052	0.502	0.103	0.918
		<i>GDOLAR</i>	-0.236	2.561	-3.763	0.000***
		<i>GPETROL</i>	-0.144	0.617	-0.233	0.816
		<i>Sabit Terim</i>	28.593	6.965	-4.105	0.000***
		<i>SIN</i>	1.864	0.369	-5.047	0.000***
		<i>COS</i>	-0.095	0.168	-10.564	0.000***
	DOLS	<i>GVIX</i>	0.095	0.572	0.167	0.868
		<i>GDOLAR</i>	-0.147	2.925	-3.059	0.003***
		<i>GPETROL</i>	-0.037	0.681	-0.054	0.957
		<i>Sabit Terim</i>	26.702	7.659	3.486	0.001***
		<i>SIN</i>	1.959	0.415	-4.726	0.000***
		<i>COS</i>	-0.130	0.172	-10.755	0.000***
Model 3 Bağımlı Değişken: <i>GBIST100</i>	FMOLS	<i>GVIX</i>	0.088	0.066	1.334	0.183
		<i>GDOLAR</i>	0.130	0.111	-10.156	0.000***
		<i>GPETROL</i>	0.642	0.137	-4.687	0.000***
		<i>Sabit Terim</i>	2.086	0.791	-2.637	0.009***
		<i>SIN</i>	-0.028	0.024	-11.151	0.000***
		<i>COS</i>	0.015	0.012	-11.206	0.000***
	DOLS	<i>GVIX</i>	0.074	0.074	1.007	0.315
		<i>GDOLAR</i>	0.082	0.120	9.033	0.000***
		<i>GPETROL</i>	0.608	0.151	4.034	0.000***
		<i>Sabit Terim</i>	2.426	0.856	2.834	0.005***
		<i>SIN</i>	-0.037	0.025	-11.478	0.000***
		<i>COS</i>	0.010	0.013	-10.755	0.000***

Not: *** ifadesi %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4'te Fourier FMOLS ve Fourier DOLS uzun dönem katsayı tahmin sonuçları sunulmuştur. Model 1 katsayı tahmin sonuçlarına göre 2011 Van depremi sonrası dönemde, VIX endeksindeki %1'lik artışın BIST100'de FMOLS tahminine göre %4.6, DOLS tahminine göre ise %0.3 oranında bir düşüşe yol açması, deprem sonrası piyasalarda artan belirsizliğin bir yansımasıdır. VIX endeksi, piyasadaki volatilitiyi gösterdiğinden, bu dönemde yatırımcıların riskten kaçınma eğilimleri artmış ve bu da BIST100 endeksine olumsuz yansımıştır. Aynı dönemde, dolar kurundaki %1'lik artışın BIST100'de FMOLS tahminine göre %26, DOLS tahminine göre %36'lık bir düşüşe neden olması, döviz kuru dalgalanmalarının deprem sonrasında yatırımcı güvenini daha da zayıflattığını göstermektedir. Van depreminin etkisiyle artan döviz kuru, Türkiye ekonomisine dair endişeleri artırmış ve bu durum BIST100 endeksinde sert düşüşlere yol açmıştır.

Model 2 katsayı tahmin sonuçlarına göre 2020 Elazığ depremi sonrası dönemde, dolar kurundaki %1'lik artışın BIST100'de FMOLS tahminine göre %23, DOLS tahminine göre %14 oranında bir azalışa yol açtığı gözlemlenmiştir. Elazığ depremi, ekonomik belirsizlikleri yeniden gündeme getirirken, döviz kuru üzerindeki baskıyı artırmıştır. Bu durum, yatırımcıların dövizdeki dalgalanmalara karşı daha hassas hale gelmesine ve BIST100 endeksinde düşüşlere neden olmasına yol açmıştır. Elazığ depremi sonrası dönemde, artan döviz kuru baskısı, yatırımcıların yerel piyasadan çekilmesine ve borsada kayıpların derinleşmesine sebep olmuştur.

Model 3 katsayı tahmin sonuçlarına göre 2023 Kahramanmaraş depremi sonrası dönemde, dolar kurundaki %1'lik artışın BIST100'de FMOLS tahminine göre %13, DOLS tahminine göre ise %8 oranında bir artışa yol açması, diğer dönemlerden farklı bir sonuç ortaya koymaktadır. Kahramanmaraş depremi sonrasında, döviz kurundaki artışın BIST100 üzerinde olumlu bir etki yaratmış olması, ihracatçı firmaların karlılığını artırmış ve bu da endekse pozitif yansımıştır. Ayrıca, petrol fiyatlarındaki %1'lik artışın BIST100'de FMOLS tahminine göre %64, DOLS tahminine göre ise %60 oranında bir artışa neden olması, enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansına ilişkin beklentilerin iyileşmesiyle ilişkilendirilebilir. Kahramanmaraş depremi sonrası dönemde, enerji fiyatlarının yükselmesi, enerji sektörü şirketlerinin değer kazanmasına ve bunun BIST100 endeksine olumlu yansımasına sebep olmuştur.

Çalışmada son olarak ilgili değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin varlığı Enders ve Jones (2016) tarafından önerilen Fourier Granger nedensellik analizi ile araştırılmak istenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'te raporlanmıştır:

Tablo 5: Fourier Granger Nedensellik Analizi sonuçları
Table 5: Fourier Granger Causality Analysis results

	H_0	k	l	Wald ist.	Olasılık
Model 1	$GBIST100 \rightarrow GVIX$	1	2	8.449	0.022**
	$GVIX \rightarrow GBIST100$	1	2	7.646	0.009***
	$GBIST100 \rightarrow GDOLAR$	1	1	1.496	0.106
	$GDOLAR \rightarrow GBIST100$	1	1	7.341	0.000***
	$GBIST100 \rightarrow GPETROL$	1	2	0.348	0.166
	$GPETROL \rightarrow GBIST100$	1	2	4.311	0.00***
Model 2	$GBIST100 \rightarrow GVIX$	3	1	1.008	0.315
	$GVIX \rightarrow GBIST100$	3	1	1.613	0.204
	$GBIST100 \rightarrow GDOLAR$	2	1	2.128	0.145
	$GDOLAR \rightarrow GBIST100$	2	1	1.832	0.176
	$GBIST100 \rightarrow GPETROL$	3	1	0.522	0.47
	$GPETROL \rightarrow GBIST100$	3	1	1.801	0.18
Model 3	$GBIST100 \rightarrow GVIX$	2	1	0.475	0.491
	$GVIX \rightarrow GBIST100$	2	1	4.026	0.045**
	$GBIST100 \rightarrow GDOLAR$	2	1	9.269	0.002***
	$GDOLAR \rightarrow GBIST100$	2	1	0.03	0.862
	$GBIST100 \rightarrow GPETROL$	1	1	0.093	0.76
	$GPETROL \rightarrow GBIST100$	1	1	0.085	0.77

Not: *** ve ** ifadeleri sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 5'te verilen Model 1 incelendiğinde, 2011 Van depremi sonrası dönemde BIST100 ile VIX endeksi değişkenleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir. Bu durum, deprem sonrası piyasalardaki yüksek belirsizlik ve risk algısının BIST100 endeksini etkilediğini ve aynı zamanda endeks hareketlerinin VIX'in değerini etkilediğini göstermektedir. Van depremi bölgesel ve ulusal düzeyde ekonomik belirsizlikleri artırmış, bu da piyasalarda yüksek volatiliteye yol açmıştır. Dolayısıyla, piyasa belirsizliği ve risklerin endeks üzerindeki etkisi, VIX endeksinin de artmasına neden olmuştur. Ayrıca, dolar ve petrol fiyatlarından BIST100 endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunması, bu değişkenlerin borsa üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Deprem sonrası dönemde doların değerindeki artış ve petrol fiyatlarındaki değişim, maliyetlerin yükselmesi ve enflasyon baskıları nedeniyle borsa endeksinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Bu durum, döviz ve enerji fiyatlarının piyasa performansı üzerindeki önemli etkilerini ve yatırımcıların bu değişkenlere duyarlılığını ortaya koymaktadır.

Model 2 incelendiğinde, 2020 Elazığ depremi döneminde BIST100 endeksi ile diğer değişkenler arasında herhangi bir nedensel ilişkiye rastlanmamış olması, bu dönemdeki küresel olayların etkilerini yansıtır. Elazığ depremi sonrasında, Covid-19 pandemisinin ekonomik etkileri en üst düzeyde hissedilmiştir. Pandemi nedeniyle dünya genelinde uygulanan kısıtlamalar ve ekonomik faaliyetlerin durma noktasına gelmesi, finansal piyasalar arasındaki ilişkileri zayıflatmış ve bu durum, deprem sonrası piyasa dinamiklerini gölgeleyerek etkisini azaltmıştır. Bu dönemde BIST100 endeksi üzerindeki etkiler, daha çok pandemi kaynaklı ekonomik belirsizliklerden ve küresel ekonomik durgunluktan kaynaklanmıştır. Elazığ depremi gibi yerel olaylar, finansal piyasalar üzerindeki geniş çaplı pandemi etkileri içinde kaybolmuş ve bu nedenle, endeksler arasındaki nedensel ilişkiler belirginleşmemiştir.

Model 3 incelendiğinde ise 2023 Kahramanmaraş depremi döneminde, VIX endeksinden BIST100 endeksine doğru ve BIST100 endeksinden dolara doğru tek yönlü nedensellik ilişkilerinin bulunması, bu dönemde artan küresel belirsizliklerin ve Türkiye'nin iç ekonomik dinamiklerinin birbirleri üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır. VIX'in BIST100 endeksi üzerindeki etkisi, küresel piyasalardaki belirsizliklerin Türkiye piyasasına yansıdığını ve yatırımcıların risk algısının Türkiye borsa endeksini nasıl etkilediğini gösterir. Deprem sonrası dönemde küresel belirsizlikler ve jeopolitik riskler, VIX endeksinin yükselmesine neden olmuş ve bu durum BIST100 endeksi üzerinde belirgin bir etki yaratmıştır. Ayrıca, BIST100 endeksinden dolara doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi, Türkiye'nin ekonomik toparlanma sürecinde döviz kurlarındaki hareketliliğin, borsa endeksini doğrudan etkilediğini gösterir. Bu dönemde enerji bağımsızlığı ve ekonomik reformlar gibi içsel faktörler, piyasa duyarlılığını artırmış ve bu da BIST100 endeksinin performansını etkileyerek belirleyici olmuştur.

6. SONUÇ

Finansal piyasalar, deprem gibi büyük ölçekli doğal afetlere hızlı ve genellikle olumsuz tepki vermektedir. Yatırımcılar ve politika yapıcılar da deprem risklerini ve söz konusu risklerin ortaya çıkaracağı potansiyel ekonomik sonuçları yakından izlemektedirler. Bu çalışmada, Türkiye'de 2010 yılından sonra meydana gelen 2011 Van Depremi, 2020 Elazığ Depremi ve 2023 Kahramanmaraş Depremi dönemlerinde VIX endeksi, petrol fiyatları ve kur gibi küresel piyasa göstergelerinin BIST100 endeksi üzerindeki etkileri Fourier yaklaşımlar kullanılarak incelenmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular, her üç dönemde döviz kuru ve petrol fiyatlarının BIST100 endeksi üzerinde farklı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır.

Fourier ADL eşbütünleşme analizi sonucunda üç modelde de uzun dönemli ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Fourier FMOLS ve Fourier DOLS uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre 2011 Van Depremi döneminde, VIX endeksi ve kurun artışı BIST100 endeksini azaltmıştır. Bu bulgu, piyasalardaki yüksek risk algısının ve dövizdeki dalgalanmaların hisse senedi endekslerini nasıl baskıladığını göstermektedir. Yüksek risk algısının ve döviz dalgalanmalarının piyasalara zarar vermesi, literatürde ki Shelor ve diğ.'nin (1990)

çalışmasıyla uyum göstermektedir. Shelor ve diğ. (1990) depremlerin hisse senedi endeksleri üzerinde hem negatif hem de pozitif etkiler yaratabileceğini belirtmişlerdir. Özellikle yüksek risk algısının hâkim olduğu Van Depremi sonrası dönemde VIX endeksi ve doların olumsuz etkisi, piyasa aktörlerinin belirsizlik karşısında daha temkinli davranma eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, Yıldırım ve Alola'nın (2020) döviz kuru ve deprem etkilerini inceleyen çalışmaları da dövizdeki oynaklığın endeks üzerinde belirgin bir etki yarattığını göstermiştir.

2020 Elazığ Depremi döneminde dolar artışının BIST100 endeksini düşürmesi, bu dönemin Covid-19 pandemisinin ekonomik etkileriyle birleştiğinde, belirsizliğin piyasa üzerindeki olumsuz etkisini güçlendirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, Scholtens ve Voorhorst (2013)'ün küresel depremler üzerine yaptığı çalışmayla uyumlu olup, depremlerin piyasa üzerindeki etkilerinin sadece doğal afetle sınırlı kalmadığını, küresel ekonomik dinamiklerin de bu süreçte rol oynadığını ortaya koymaktadır. 2020 döneminde pandeminin finansal piyasalardaki etkilerinin baskın olması, ekonomik belirsizliklerin piyasa üzerindeki olumsuz etkilerini arttırmıştır. Valizadeh ve diğ. (2017)'nin Japonya depremine ilişkin bulguları da bu durumu desteklemektedir; ekonomik belirsizliklerin, depremin yarattığı etkiyi daha da derinleştirdiği görülmektedir.

2023 Kahramanmaraş depremleri döneminde ise kur ve petrol fiyatlarındaki artışın BIST100 endeksini artırdığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, enerji fiyatlarının ve döviz kurlarının, özellikle piyasa duyarlılığı ve ekonomik reformlarla birlikte pozitif etki yaratabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, deprem sonrası piyasalarda görülen toparlanma sürecinin ve ekonomik reformların etkisini yansıtır niteliktedir. Aiuppa ve diğ. (1993)'in çalışmasında, sigorta şirketlerinin depremlerden kazanç elde ettiği algısı ile benzer bir durum görülmekte olup, piyasanın bazı sektörlerinin bu tür doğal afetlere karşı pozitif tepki verebileceği anlaşılmaktadır. Kahramanmaraş depremleri döneminde enerji fiyatlarındaki artışın endeksi olumlu yönde etkilemesi, piyasa aktörlerinin risk yönetimi ve ekonomik fırsatlar doğrultusunda hareket ettiğini düşündürmektedir.

Fourier Granger nedensellik analizi sonuçları, 2011 Van Depremi sonrası dönemde BIST100 ile VIX endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur; bu, piyasalardaki belirsizliklerin BIST100 endeksini etkilediği ve endeks hareketlerinin VIX endeksini de etkileyebileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, Fakhry ve diğ. (2018)'in deprem sonrası piyasa verimliliği üzerine yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir. Fakhry ve diğ. (2018) çalışmaları, piyasa verimliliğinin kısa vadede doğal afetlerden daha fazla etkilendiği ortaya koyulmuş ve bu durum piyasalardaki belirsizliklerin yarattığı etkiyi yansıtmaktadır. 2020 Elazığ Depremi döneminde BIST100 ile diğer finansal piyasalar arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. 2023 Kahramanmaraş Depremi döneminde VIX endeksinden BIST100 endeksine ve BIST100'den dolara doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Gürsoy ve diğ. (2023)'ün çalışmasındaki sonuçlarla örtüşmektedir. Gürsoy ve diğ. (2023) bulgularında, depremin finansal piyasalar üzerindeki etkisinin volatilitiyi artırdığı ve belirsizliklerin piyasa performansını etkilediği ifade edilmiştir. Küresel belirsizliklerin piyasalara olan etkisi, özellikle döviz kurlarındaki değişimlerle daha da güçlenmiştir ve bu durum, piyasaların şoklara nasıl tepki verdiğinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

Çalışmanın bulgularına dayanarak, kriz dönemlerinde piyasa istikrarını sağlamak ve belirsizlikleri yönetmek amacıyla çeşitli politika önerileri sunulmuştur. Öncelikle, risk yönetimi stratejilerinin güçlendirilmesi önem arz etmektedir. VIX endeksi gibi piyasa oynaklığı göstergelerinin yakından izlenmesi, yatırımcıların risk algısındaki değişimlere karşı daha hazırlıklı olmasını sağlayabilir. Döviz kurları ve enerji fiyatlarının olumsuz etkilerini minimize etmek için döviz rezervlerinin artırılması ve enerji bağımsızlığına yönelik politikalar geliştirilmelidir. Yenilenebilir enerji yatırımları, enerji ithalatı bağımlılığını azaltarak küresel fiyat dalgalanmalarının etkisini sınırlandırabilir. Aynı zamanda, ekonomik reformlar ve teşvik paketleri ile piyasa güveni tesis edilerek yatırımcıların belirsizlik karşısında daha güvenli adımlar atması

sağlanabilir. Sonuç olarak, küresel ve yerel risklere karşı entegre stratejiler benimsenerek, piyasalarda kriz dönemlerinde daha dirençli bir yapı oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

Aiuppa T.A., Carney R.J., Krueger T.M., 1993. An examination of insurance stock prices following the 1989 Loma Prieta earthquake, *Western Risk and Insurance Association*, 16(1), 1-14.

Banerjee P., Arčabić V., Lee H., 2017. Fourier ADL cointegration test to approximate smooth breaks with new evidence from crude oil market, *Economic Modelling*, 67, 114-124, <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.11.004>.

Becker R., Enders W., Lee J., 2006. A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks, *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409, <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>.

Bolak M., Süer Ö., 2008. The effect of Marmara earthquake on financial institutions, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 9(2), 135-145.

Büyükoğlu B., Özpolat A., Özsoy F.N., 2024. The effects of natural disaster on financial markets: the empirical analysis of 2023 Earthquakes in Türkiye, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 16(30), 186-197.

Cilek A., Ergun M., 2023. The impact of the 2023 Kahramanmaraş earthquake on BIST100 bist bank index: Evidence from Toda-Yamamoto causality test, *PressAcademia Procedia (PAP)*, 17, 92-100. <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2023.1760>.

Enders W., Jones P., 2016. Grain prices, oil prices, and multiple smooth breaks in a VAR, *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 20(4), 399-419, <https://doi.org/10.1515/snde-2014-0101>.

Enders W., Lee J., 2012. The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests, *Economics Letters*, 117(1), 196-199, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>.

Fakhry B., Aktan B., Masood O., Tvronaviciene M., Çelik S., 2018. The impact of a recent natural disaster on the Japanese financial markets: empirical evidence, *Journal of Competitiveness*, 10(2), 56-71, <https://doi.org/10.7441/joc.2018.02.04>.

Ferreira S., Karaali B., 2015. Do earthquakes shake stock markets? *PLoS ONE*, 10(7), 1-19, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133319>.

Gürsoy S., Zeren F., Kevser M., Akyol G., Tunçel M.B., 2023. The impact of 2023 Turkey earthquake on İstanbul stock market: evidence from Fourier volatility spillover test, *Social Sciences Research Journal*, 12(1), 98-105.

Hamurcu Ö., 2022. Depremlerin sigortacılık sektörü hisse senetleri üzerinde etkisi olabilir mi? 2020 yılındaki İzmir depremi üzerine bir araştırma, *İzmir İktisat Dergisi*, 37(2), 428-442, <https://doi.org/10.24988/ije.929390>.

Han A., 2024. Fourier Yaklaşımlarla Türkiye’de Kayıt Dışı İstihdamın Makroekonomik Faktörlerle İlişkinin İncelenmesi. (İçinde: Teorik ve Uygulamalı Güncel Ekonometrik Teknikler, Editörler: Kızılkaya O. ve Konat G.), ss.113-130. Gazi Kitabevi.

Konat G., 2021. Türkiye’de Ar&Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Fourier ADL eşbütünleşme analizi, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 17(1), 133-145.

Köse Y., Atay A., 2024. Türkiye’deki 6 Şubat 2023 depremlerinin BIST-30 endeksindeki hisse senedi getirileri üzerindeki etkilerinin analitik olarak incelenmesi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 67, 99-103. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.1299945>.

Özüpekçe S., Deniz Ö., 2023. Türkiye’nin Depremselliği ve Sosyo-Ekonomik Etkileri (6 Şubat Depremleri Örneği). (İçinde: Sosyal Bilimlerde Güncel Tartışmalar, Editör: Bulut M., Karacagil, Z.), 544- 573.

Scholtens B., Voorhorst Y., 2013. The impact of earthquakes on the domestic stock market, *Earthquake Spectra*, 29(1), 325-337, <https://doi.org/10.1193/1.4000103>.

Shelor R.M., Anderson D.C., Cross M.L., 1990. The impact of the California Earthquake on real estate firms' stock value, *Journal of Real Estate Research*, 5(3), 335-340, <https://doi.org/10.1080/10835547.1990.12090623>.

Shelor R.M., Anderson D.C., Cross M.L., 1992. Gaining from loss: property-liability insurer stock values in the aftermath of the 1989 California Earthquake, *The Journal of Risk and Insurance*, 59(3), 476-488, <https://doi.org/10.2307/253059>.

Uğur A., Bingöl N., 2020. Hisse senedi ve döviz kuru ilişkisinin yönü: Türkiye üzerine bir araştırma, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(4), 624-636, <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.605362>.

Valizadeh P., Karali B., Ferreira S., 2017. Ripple effects of the 2011 Japan earthquake on international stock, *Research in International Business and Finance*, 41, 556-576, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.05.002>.

Yamori N., Kobayashi T., 2002. Do Japanese insurers benefit from a catastrophic event? market reactions to the 1995 Hanshin–Awaji earthquake, *Journal of the Japanese and International Economies*, 16, 92-108, <https://doi.org/10.1006/jjie.2001.0477>.

Yıldırım H., Alola A.A., 2020. Do earthquakes stock market index? *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(15), 4768-4780. <https://doi.org/10.26466/opus.687318>.

Yılmaz F.A., 2013. Türkiye’de büyük depremlerin İMKB’de sektörel etkisinin test edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 122 s.

Zivot E., Andrews D., 1992. Further evidence on the great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis, *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270, <https://doi.org/10.2307/1391541>.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

Çalışma kapsamında yapılan analizde 24.10.2011-23.10.2012, 27.01.2020-25.01.2021 ve 06.02.2023-06.02.2024 tarihleri arasındaki BIST100 ve VIX endeksi kapanış değerleri işgünü verileri Yahoo Finance, dolar kuru ve petrol fiyatları kapanış değerleri işgünü verileri TCMB EVDS veri tabanından elde edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilşkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): A.H., N.T.
- Literatür araştırması (*Literature research*): N.T.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): A.H.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): A.H.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): A.H.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): A.H., N.T.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): A.H., N.T.



The Use of Construction and Demolition Wastes as Recycling Aggregate after February, 6th Kahramanmaraş Earthquakes: The Case from Malatya Province

Muslum Murat Maras¹

¹ Inonu University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, 44100 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6324-207X

Keywords

Construction and demolition wastes, Aggregates, Sustainable, Recycling

Highlights

- * 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes
- * Construction and demolition wastes
- * Recycling

Aim

The aim of this study was to explore Construction and Demolition Wastes (CDWs)

Location

The study area is located in Malatya

Methods

Construction Waste as Recycling Aggregate

Results

Consequently, based on these data, it is important to carefully evaluate the effects of the aggregates used on the overall performance of the concrete and adjust the mixing proportions accordingly

Supporting Institutions

The author declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The author have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 17.09.2024

Revised: 23.10.2024

Accepted: 25.10.2024

Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1551363



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Muslum Murat Maras

Email: murat.maras@inonu.edu.tr



Figure
Malatya Province Construction and Demolition Waste Site

How to cite:

Maras M.M., 2024. The Use of Construction and Demolition Wastes as Recycling Aggregate after February, 6th Kahramanmaraş Earthquakes: The Case from Malatya Province, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 669-685, <https://doi.org/10.46464/tdad.1551363>.



6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Sonrası İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşüm Agregası Olarak Kullanımı: Malatya İli Örneği

Müslüm Murat Maraş¹

¹ İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 44100 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6324-207X

ÖZET

Kahramanmaraş'ta meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki merkez üssü Pazarcık ve Elbistan depremleri, alt ve üst yapılarda büyük yıkımlara neden olmuş ve birçok ilimizi etkilemiştir. Bu depremlerin ardından ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı atıkları, büyük bir çevre sorunu oluşturmuş ve yeniden kullanımı ve geri dönüşüm süreçlerinin araştırılması büyük önem kazanmıştır. Bu atık malzemelerin tekrardan inşaat endüstrisine kazandırılması ve sürdürülebilir bir inşaat modeli oluşturması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada, özellikle betonarme atıklar ve farklı karışık malzemelerinin (fayans, mermer, tuğla, beton, kiremit vb.) geri dönüşüm agregası olarak kullanımı incelenmiştir. Bu atıklar uygun boyutlarda öğütüldükten sonra hem kaba hem de ince agrega olarak sınıflandırılmış, ayrıca tek beton (BETON) ve beton, tuğla, fayans, mermer, cam vb. karışık (IYA) malzemelerin inşaat alanında tekrardan kullanımı araştırılmıştır. Bu inşaat atıklarının geri dönüşüm agregası olarak kullanılabilmesi için kalite ve dayanıklılık açısından yaygın test yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, tehlikeli atıkların yönetmeliklere uygun şekilde ayrıştırılmasının ardından, BETON ve IYA malzemelerinin çevreye zarar vermeyecek şekilde geri dönüştürülerek ekonomiye önemli katkılar sağlaması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler

İnşaat ve yıkıntı atıkları, Agregalar, Sürdürülebilir, Geri dönüşüm

Öne Çıkanlar

- * 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri
- * İnşaat ve yıkıntı atıkları
- * Geri dönüşüm

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 17.09.2024
Düzeltilme: 23.10.2024
Kabul: 25.10.2024
Basım: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1551363

Sorumlu yazar

Muslum Murat Maraş
Eposta:
murat.maras@inonu.edu.tr

The Use of Construction and Demolition Wastes as Recycling Aggregate after February, 6th Kahramanmaras Earthquakes: The Case from Malatya Province

Muslum Murat Maraş¹

¹ Inonu University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, 44100 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6324-207X

ABSTRACT

The 7.7 and 7.6 magnitude earthquakes in Kahramanmaras, with epicenters in Pazarcık and Elbistan, caused major destruction of infrastructure and superstructures and affected many provinces. Following these earthquakes, construction and demolition wastes created a major environmental problem and research on reuse and recycling processes has gained great importance. It is aimed to bring these waste materials back to the construction industry and create a sustainable construction model. In this study, especially the use of reinforced concrete wastes and different mix materials (tiles, marble, bricks, concrete, roof tiles, etc.) as recycling aggregate was investigated. After being ground to the appropriate sizes, the demolition wastes were classified as both coarse and fine aggregates, and the reuse of single concrete (BETON) and mixed (IYA) waste materials in the construction field was investigated. In order for construction waste to be used as recycling aggregate, common test methods have been applied in terms of quality and durability. As a result of the study carried out, it is aimed to provide significant contributions to the economy by recycling BETON and IYA materials in an environmentally friendly manner after the separation of hazardous wastes in accordance with the regulations.

Keywords

Construction and demolition wastes, Aggregates, Sustainable, Recycling

Highlights

- * 6 February 2023 Kahramanmaras earthquakes
- * Construction and demolition wastes
- * Recycling

Manuscript

Research Article

Received: 17.09.2024
Revised: 23.10.2024
Accepted: 25.10.2024
Printed: 30.12.2024

DOI

10.46464/tdad.1551363

Corresponding Author

Müslüm Murat Maraş
Email:
murat.maras@inonu.edu.tr

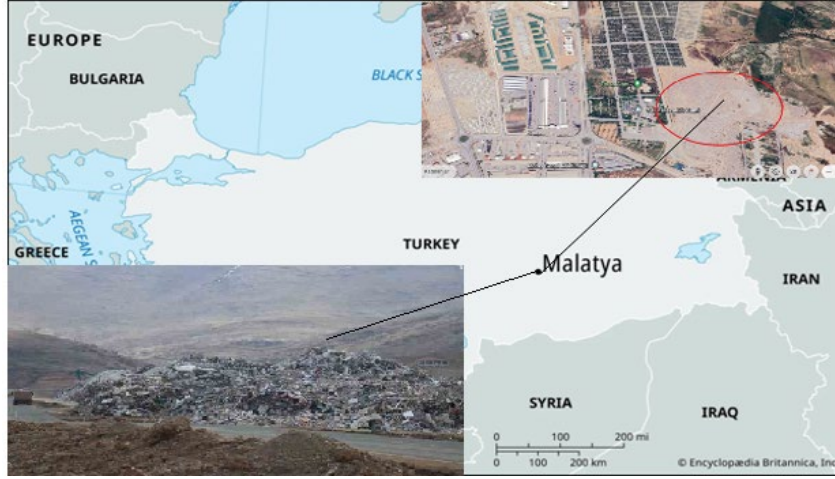
1. GİRİŞ

Kahramanmaraş depremleri sonucu oluşan inşaat ve yıkıntı atıkları, geri dönüşüm malzemesi olarak değerlendirilmiştir. Kahramanmaraş'ta meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremler, büyük yıkıma yol açmış ve geniş bir bölgede önemli miktarda inşaat ve yıkıntı atığı oluşmuştur. Bu malzemelerin geri dönüşüm malzemesi olarak yeniden kullanılması, atık yönetimi sorunlarının çözülmesi, doğal kaynakların korunması ve çevresel etkilerin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır.

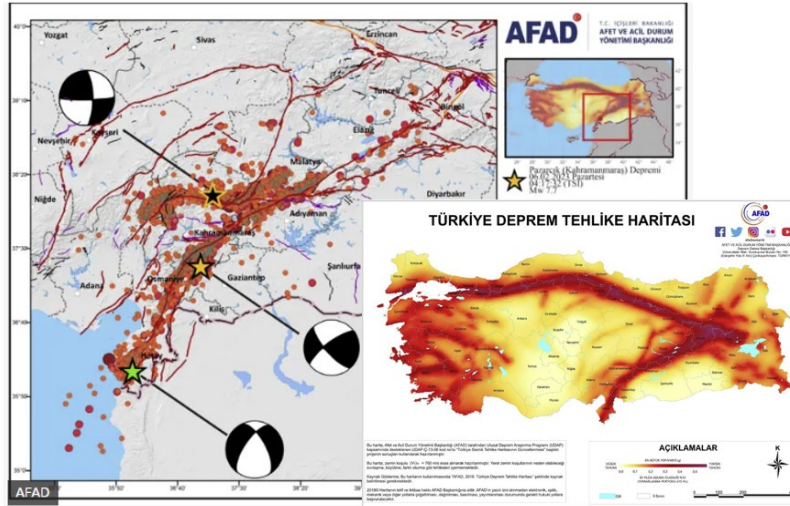
İnşaat yıkıntı ve atıkları, binaların yıkımı veya yenilenmesi sırasında ortaya çıkan atık malzemelerdir (Whittaker ve diğ. 2021). Bu malzemeler genellikle beton, tuğla, çelik, ahşap ve diğer inşaat bileşenlerinden oluşur (Reis ve diğ. 2021, Da Silva ve Andrade 2022). Bu atıkların geri dönüşümü, sürdürülebilir inşaat uygulamalarının bir parçası olarak çevresel etkileri azaltma ve doğal kaynakları koruma açısından büyük bir potansiyele sahiptir (Zhao ve diğ. 2021). İnşaat molozlarının agrega olarak kullanımına ilişkin çalışmalar, bu malzemelerin geleneksel agregalarla benzer performans özelliklerine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Cantero ve diğ. 2020). Ayrıca, beton karışımlarında agregaların boyutu (iri ve ince), malzemenin dayanıklılığı, mukavemeti ve uzun ömürlülüğü üzerinde doğrudan etkiye sahiptir (Sata ve Chindaprasirt 2020). Bu molozların geri dönüşümü, doğal taş ve kum ocaklarının kullanımını azaltarak çevresel etkileri en aza indirir (Serina ve Engelsen 2018). Aynı zamanda atık yönetimi maliyetlerini düşürerek inşaat sektöründe maliyet tasarrufu sağlar. Bu durum, hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır (Balemba ve diğ. 2021, Caro ve diğ. 2024).

İnşaat yıkıntı atıkları, geri dönüştürülerek inşaat sektörü ve birçok farklı alanda çeşitli malzemeler olarak kullanılabilir (Behera ve diğ. 2014). Bu atık malzemelerin, doğal agregaların yerine kullanılabilmesi birçok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Fan ve diğ. 2014, Bravo ve diğ. 2017, Wu ve diğ. 2024). Günümüzde geri dönüştürülmüş agregalar, hem yapısal hem de yapısal olmayan alt ve üst yapı uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu geri dönüşüm malzemeleri, yol kaplamalarında (Ossa ve diğ. 2016), zemin stabilizasyon çalışmalarında (Hidalgo ve diğ. 2023), yalıtım malzemelerinde (Bogiatzidis ve Zoumpoulakis 2018), drenaj ve kanalizasyon sistemlerinde (Jia ve diğ. 2024), prefabrik yapı elemanlarında (Klinge ve diğ. 2019, Özçelikci ve diğ. 2024) ve yeşil sürdürülebilir binalarda (Burciaga ve diğ. 2019, Özçelikci ve diğ. 2023) kullanılmaktadır. Bu malzemelerinin yeniden üretimi, hem çevresel sürdürülebilirliğe hem de doğal kaynakların korunmasına önemli katkılar sağlar.

Kahramanmaraş depremleri sonrasında ortaya çıkan atıkların geri kazanımı, deprem bölgesinde sürdürülebilir bir inşaat modelinin oluşturulmasına katkı sağlayabilir. Bu atıkların geri dönüşüme kazandırılması ise hem ekonomiye katkı sunacak hem de yeni inşaat malzemelerinin taşınması sırasında oluşabilecek çevresel etkileri azaltacaktır. Genel olarak, bu çalışma deprem molozlarının geri dönüştürülmesi ve inşaat sektöründe değerli bir kaynak olarak kullanılmasının önemini etkili bir şekilde vurgulamaktadır. Kahramanmaraş depremleri sonucunda ortaya çıkan yaklaşık 300 milyon ton molozun geri dönüştürülmesi, yapı malzemelerinin inşaat sektöründe uzun süre kullanılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. 6 Şubat depremleri sonrası Malatya ilindeki inşaat ve yıkıntı atık sahasında fizibilite çalışmaları yapılmış olup, bu malzemelerin geri dönüşüm malzemesi olarak kullanımı araştırılmıştır (Şekil 1). Geri dönüşüm malzemelerinin hem küresel hem de Türkiye'deki mevcut durumu ve geri kazanım süreçlerinin belirlenmesi ile tekrar kullanımı oldukça önemlidir. Bu çalışmada, beton ve karışık malzemelerin standartlara uygun olarak farklı boyutlarda iri ve ince agrega şeklinde kullanım potansiyeli belirlenmiştir.

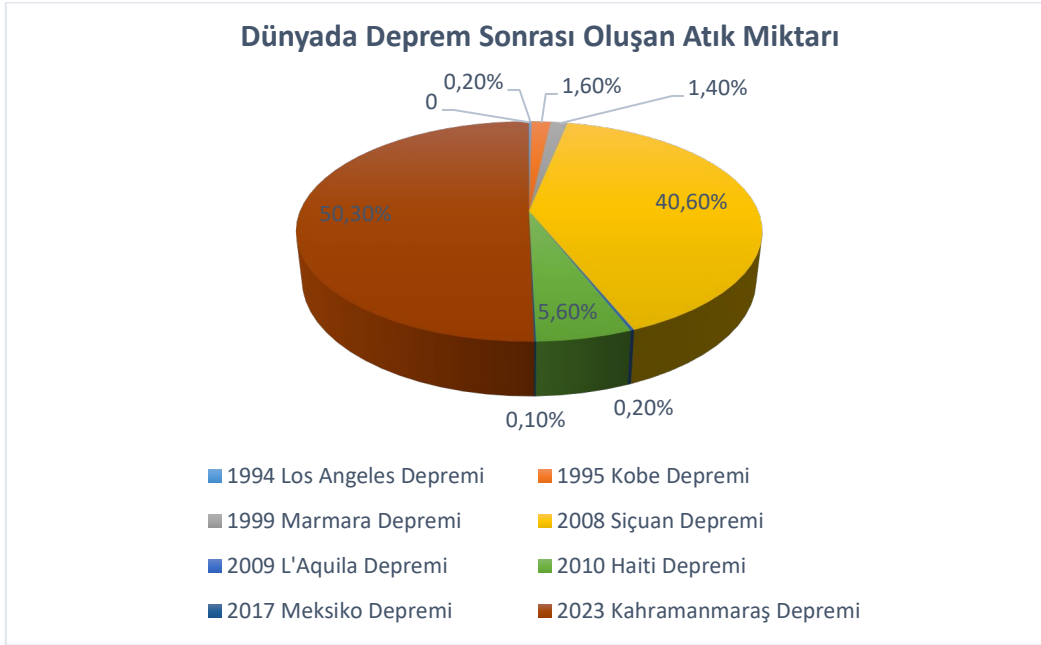


Şekil 1: Malatya İli İnşaat ve Yıkım Atık Sahası, Yaka
Figure 1: Malatya Province Construction and Demolition Waste Site, Yaka

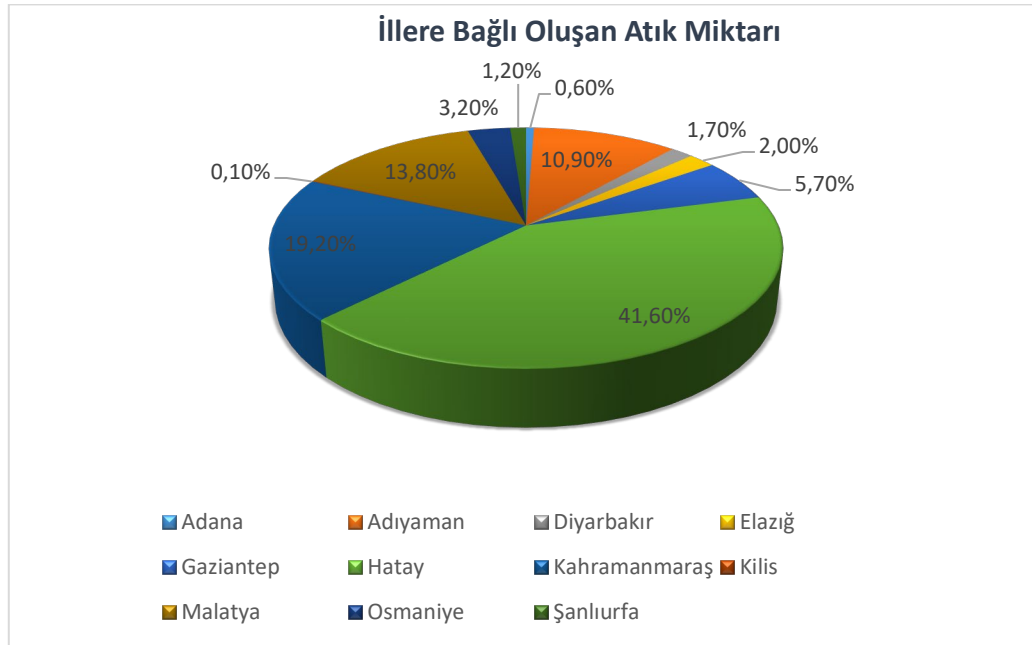


Şekil 2: 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri (AFAD 2023)
Figure 2: 6 February Kahramanmaraş Earthquakes (AFAD 2023)

Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) üzerinde meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinden Pazarcık merkez üslü deprem Çelikhan-Gölbaşı arası, Gölbaşı-Türkoğlu arası ile Türkoğlu-Kırıkhan arası, Elbistan depremi ise Çardak Fayı ile Doğanşehir Fay Zonu üzerinde oluşmuştur (Şekil 2). Bu iki büyük deprem sonucunda devasa miktarda atık oluşmuştur. Dünyada son otuz yılda meydana gelen büyük depremlerin etkisiyle oluşan atık yüzde oranları, detaylı olarak Şekil 3'te verilmiştir. 6 Şubat 2023'te Pazarcık ($M_w=7.7$) ve Elbistan ($M_w=7.6$) merkezli depremler sonucunda, son yıllardaki en büyük atık miktarı %50.3 oranıyla Kahramanmaraş depremlerinde ortaya çıkmıştır (Dogdu ve Alkan 2023). Orta hasarlı ve güçlendirilmemiş binalar ile servis ömrünü tamamlamış yapıların varlığını da göz önünde bulundurduğumuzda, deprem sonucu oluşan kütleli atık oranları daha da artacaktır. Bu atıkların toplamda yaklaşık 100 milyon ton olduğu ve 40 milyon tonunun betonarme atığı olduğu belirlenmiştir (Dogdu ve Alkan 2023). Kahramanmaraş depremlerinden kaynaklanan önemli miktardaki inşaat atıklarının geri dönüşüm süreci ile bu atıkların yeniden kullanılarak inşaat endüstrisine kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman, Şanlıurfa, Diyarbakır, Malatya, Osmaniye, Kilis, Adana, Hatay ve Elazığ olmak üzere on bir ilde oluşan atık miktarları Şekil 4'te detaylı olarak verilmiştir. Yıkım sırasında en fazla atık, %41,6 oranla Hatay'da oluşmuş olup, Malatya ise en fazla atık miktarına sahip iller arasında üçüncü sırada yer almıştır (Dogdu ve Alkan 2023).



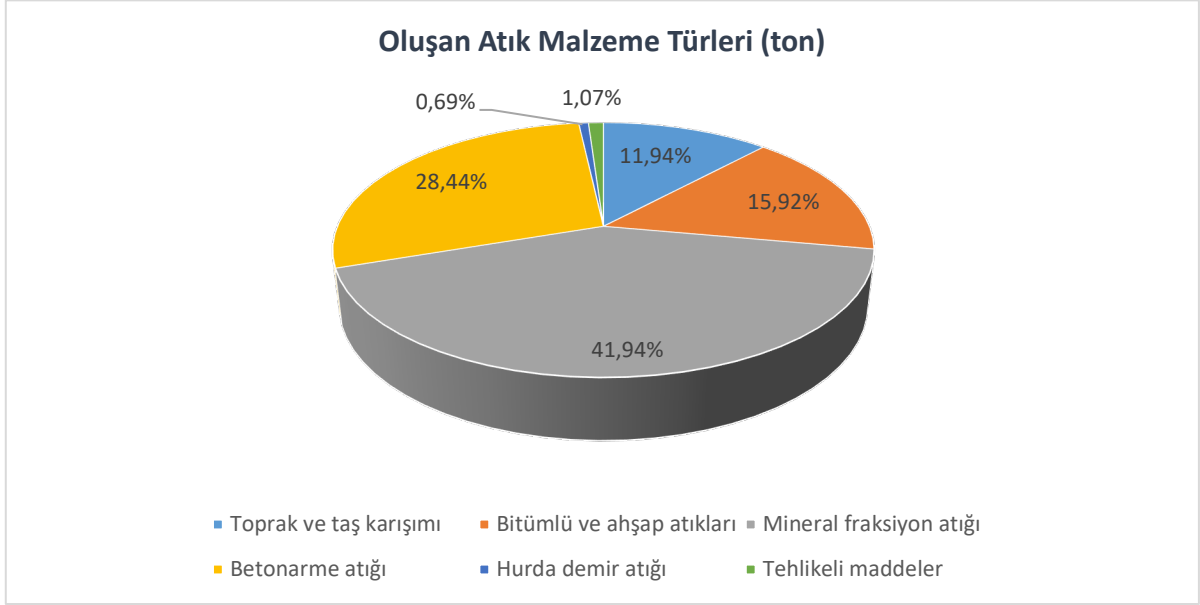
Şekil 3: Dünyada deprem sonucu oluşan kütleli olarak ortalama atık oranı (%)
Figure 3: Average mass fraction of waste generated by earthquakes in the world (%)



Şekil 4: Kahramanmaraş depremleri sonucunda 11 il arasında kütleli atık miktarı
Figure 4: The amount of mass waste among 11 provinces as a result of the Kahramanmaraş earthquakes

Kahramanmaraş depremleri sonucu meydana gelen atık malzemelerin çeşitleri (Doğdu ve Alkan'ın 2023) ve yüzdelik oranları Şekil 5'te detaylı olarak verilmiştir. Bu malzemelerden, özellikle beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımlarının geri dönüşüme kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Mineral fraksiyon (tuğla, kiremit, alçı, seramik, cam vb.) ve betonarme atık oranları sırasıyla %41.94 ve %28.44 olarak belirlenmiştir. Bu malzemelerden saf beton (BETON) ve karışık malzemenin (İYA) geri dönüşüm agregası olarak kullanımı araştırılmıştır. İnşaat yıkıntı atıklarının, başta beton olmak üzere, kum, çakıl, tuğla, seramik, tahta, cam ve plastik malzemelerin çevreye zarar vermeden ayrıştırılarak kullanılması büyük önem

taşımaktadır. Yıkılan binalardan çıkan tehlikeli atıkların (evsel atıklar, tıbbi atıklar, asbest ve benzeri kimyasallar) yönetmeliklere uygun olarak yok edilmesi ve çevreye zarar vermeyecek şekilde geri dönüştürülecek malzemelerin kullanılması öncelikli olmalıdır (Temelli ve diğ. 2023). Bu çalışmada, BETON ve İYA malzemeleri geri dönüşüm agregası olarak kullanılmak üzere ayrıştırılmıştır. Malzemeler, ayrıştırıldıktan sonra öğütülmüş, uygun boyutlara getirilmiş ve elenerek standartlara uygun şekilde kullanımı incelenmiştir. Elde edilen bu malzemelerin standartlara uygun olarak test edilerek, geri dönüşüm agregası olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Özellikle geri dönüşüm agregaları ile normal agregaların belirli oranlarda kullanılması, hem atıkların yeniden değerlendirilmesini sağlayacak hem de ülke ekonomisine önemli katkılar sunacaktır.



Şekil 5: Geri dönüşüm malzemelerin kütleli olarak yüzdeleri
Figure 5: Percentage of recycled materials by mass

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1) Materyal

İnşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüştürülmesi, bu atıkların öğütülmesi ve elenmesi ile gerçekleştirilir. Bu işlem sonucunda elde edilen malzemeler, iri ve ince agregalar olarak yeniden kullanılabilir. İri agregalar, daha büyük parçalar halinde olup beton karışımında kullanılırken, ince agregalar ise küçük parçalar halinde beton ve diğer yapı malzemelerinde kullanılmaktadır. Numune alınırken farklı bölgelerden çok sayıda örnek toplanmış ve geri dönüştürülmüş malzemeler harmanlanmıştır. Ardından, bu harmanlanan karışımdan çeyrekleme yöntemiyle numuneler seçilmiştir. Beton ve karışık moloz atıkları, kırıcı yardımıyla öğütüldükten sonra, saf beton malzemeler ince agregalar (0-5 mm) ve iri agregalar (5-20 mm) olarak ayrılmış; karışık malzemeler ise ince agregalar (0-8 mm) boyutunda gruplandırılmıştır. Geri dönüşüm agregalarında bulunan karışık ince malzemeler, genellikle yıkılan yapıların farklı malzeme türlerinin (beton, tuğla, sıva, seramik, asfalt gibi) öğütülmesi sonucunda elde edilen 0-8 mm aralığındaki parçacıklardır ve "karışık ince agregalar" olarak adlandırılır. Tek beton, BETON olarak ve karışık malzemeler ise İYA olarak kodlanmıştır. Bu ayrıştırılmış malzemeler üzerinde deneysel testler gerçekleştirilmiştir.

2.1.1) *BETON (0-5 mm) ve İYA (0-8 mm) İnce Agregada Fraksiyonu*

Beton atıkları özel kırma makineleri ile küçük parçalara ayrılmaktadır. Bu işlem sonucunda elde edilen ince agregalar, geri dönüştürülmüş beton karışımlarında kullanılabilir. Geri dönüştürülmüş ince agregalar, betonun işlenebilirliği açısından oldukça önemlidir. TS EN 933-1 standartlarına uygun olarak ince taneli malzemelerin elek analizleri yapılmıştır. Ayrıca, TS EN 933-9 ve TS EN 933-8 standartlarına uygun olarak ince malzemelerin kalitesi ve bu malzemelerdeki kum eşdeğerlik değerinin tespiti ile ilgili bulgular aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

2.1.2) *BETON (5-20 mm) Ayrılmış Kaba Agregada Fraksiyonu*

Geri dönüştürülmüş kaba agregada yüksek dayanımlı beton üretiminde kullanılabilir. Kaba agregalar özellikleri TS EN 933-1, TS EN 933-9, TS EN 1097-6 standartlarına uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca malzemelerin kalitesini belirlemek amacıyla kaba agregaları için yapılan agregada deney sonuçları Bölüm 3'te detaylı olarak verilmiştir.

2.2) Yöntem

2.2.1) *İnşaat ve yıkıntı atıkları üzerinde yapılan deneysel testler*

İnşaat ve yıkıntı atıklarının agregada olarak geri dönüştürülmesi ve kullanılabilmesi için belirli kalite ve performans kriterlerini karşılaması gerekmektedir. Bu geri dönüşüm malzemelerinin agregada olarak kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla çeşitli fiziksel, kimyasal ve mekanik testler yapılmaktadır. Fiziksel özellikler açısından yoğunluk ve su emme testleri, mekanik özellikler açısından ise aşınma dayanım testleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, agregaların zararlı kimyasallar içerip içermediğini belirlemek amacıyla da, metilen mavisi testi, kum eşdeğerliği testi ve kükürt içeriği analizi yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, hem dayanıklılığı hem de işlenebilirliği açısından oldukça önemli olan hamur numunelerin priz başlangıç ve bitiş süreleri de belirlenmiştir. Bu geri dönüşüm agregalarının özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilen başlıca deneyler ve uygulamalar aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır:

1.Granülometri analizi

Granülometri analizi, farklı boyutlardaki agregaların beton üretiminde uygun olup olmadığını değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca bu analiz yöntemi, agregaların optimum granülometriye sahip olup olmadığını ve beton içerisindeki tane dağılımını belirler (TS EN-933-1).

2.Los Angeles Aşınma Testi

Los Angeles aşınma testi, agregaların aşınma ve parçalanma direnci için uygulanır. Ayrıca, bu malzemelerin TS EN 1097-2 standartlarına uygun olarak, dayanıklılık özelliklerini belirlemek için kullanılır.

3.Su Emme ve Yoğunluk Testi

Geri dönüşüm malzemelerinin su emme ve yoğunluk testleri, agregaların fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla TS EN 1097-6 standardına uygun olarak yapılmaktadır.

4.Metilen Mavisi Deneyi

Metilen mavisi deneyi, agregada numunelerindeki kil içeriğini ve ince madde içeriğini TS EN 933-9 standartlarına uygun olarak belirler. Beton ve karışık malzemeler içerisinde kil ve organik maddelerin içeriğini belirler.

5.Kum Eşdeğerliği Deneyi

Kum eşdeğerlik testinde ince agregadaki kil, silt ve organik madde miktarı TS EN 933-8+A1 standartlarına uygun olarak belirlenir.

6.Toplam Sülfür İçeriği

Agregalarda bulunan toplam kükürt içeriği, agregaların kimyasal özelliklerini ve betonun dayanıklılığını belirlemek açısından oldukça önemli bir parametredir. Toplam kükürt içeriği TS EN 1744-1 standartlarına uygun olarak belirlenmeli ve sınırlandırılmalıdır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1) BETON ve İYA Malzemelerinin Elek Analiz Sonuçları

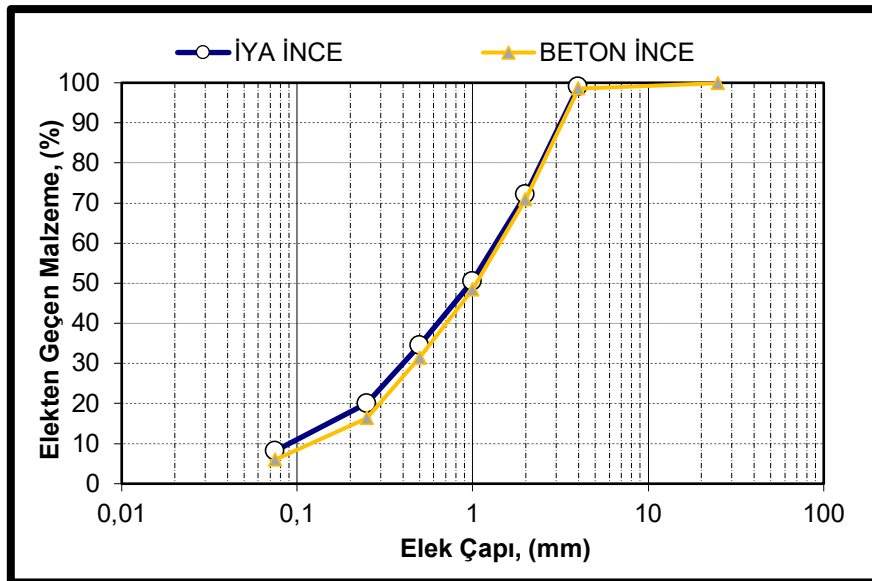
İki farklı BETON (tek beton) ve İYA (karışık atık) malzemeler belirtilen elek analize göre Tablo 1'de genel tane büyüklüğü dağılımı özelliklerine göre farklı boyutlarda belirlenmiştir. BETON ve İYA örnekleri farklı elek çaplarından geçirilerek tane boyut dağılımı detaylı olarak gösterilmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7).

Tablo 1: Elek analizi, analiz sonuçları, TS EN 933-1
Table 1: Sieve analysis, analysis results, TS EN 933-1

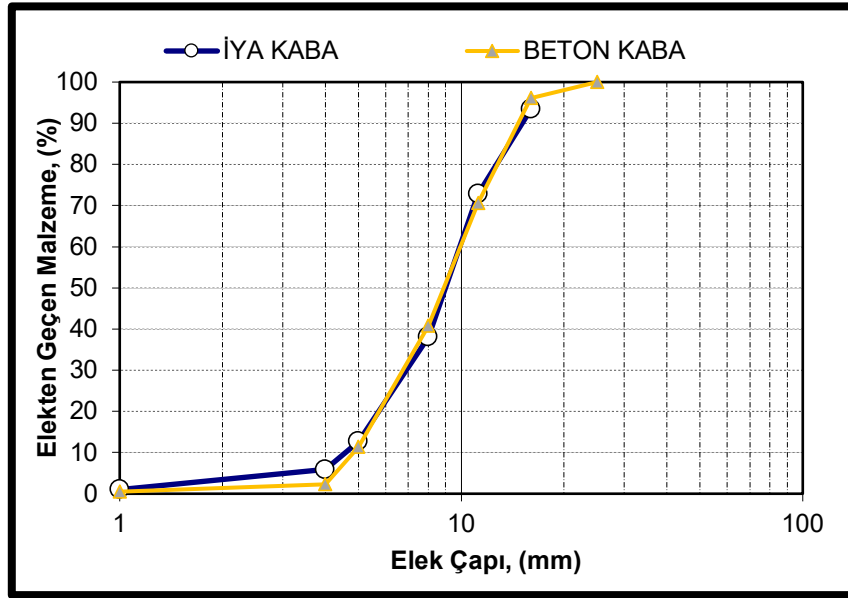
Özellikler (Properties)	Birim (Unit)	BETON İNCE (BETON FINE)	BETON KABA (BETON COARSE)	İYA İNCE (İYA FINE)	İYA KABA (İYA COARSE)
25 mm Elekten Geçen	%	100.0	100.0	100.0	100.0
20 mm Elekten Geçen	%	100.0	100.0	100.0	97.2
16 mm Elekten Geçen	%	100.0	96.1	100.0	93.4
14 mm Elekten Geçen	%	100.0	89.5	100.0	90.5
12.5 mm Elekten Geçen	%	100.0	81.4	100.0	81.8
11.2 mm Elekten Geçen	%	100.0	70.6	100.0	72.8
10 mm Elekten Geçen	%	100.0	60.5	100.0	62.2
8 mm Elekten Geçen	%	99.9	40.8	100.0	38.1
6.3 mm Elekten Geçen	%	99.9	21.7	100.0	23.4
5.6 mm Elekten Geçen	%	99.8	15.2	100.0	18.4
5 mm Elekten Geçen	%	99.8	11.4	99.9	12.7
4 mm Elekten Geçen	%	98.6	2.3	99.0	5.9
2 mm Elekten Geçen	%	71.0	0.6	72.1	1.6
1 mm Elekten Geçen	%	48.4	0.5	50.5	1.0
500 µm Elekten Geçen	%	31.5	0.4	34.5	0.7
250 µm Elekten Geçen	%	16.4	0.2	20.0	0.6
125 µm Elekten Geçen	%	9.7	0.1	12.0	0.4
63 µm Elekten Geçen	%	6.0	0.1	8.2	0.1
Çok İnce Malzeme	%	6.9	1.0	10.9	2.2

BETON: Tek beton molozu (Single concrete waste)

İYA: Karışık atık (Mix waste)



Şekil 6: BETON ve İYA İNCE elek analizi sonuçları, (TS EN 933-1)
Figure 6: BETON and İYA FINE sieve analysis results, (TS EN 933-1)



Şekil 7: BETON ve İYA KABA elek analizi sonuçları, (TS EN 933-1)
Figure 7: BETON and İYA COARSE sieve analysis results, (TS EN 933-1)

3.2) BETON ve İYA Agregalarının Deneysel Test Sonuçları

Numunelerden örnek alınırken geri dönüşüm malzemeleri çeşitli bölgelerden çok sayıda örnek alınarak harmanlanmıştır. Daha sonra bu harmanmış karışım çeyreklenme yöntemi kullanılarak ayrılmış ve numuneler seçilmiştir. Tek beton (BETON) moloz atıkları kırıcı yardımıyla öğütülmüş olup, sonrasında ince (0-5 mm) ve iri agrega (5-20 mm) olarak deneysel testleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.1) BETON İnce Agregası Fraksiyonu (0-5mm)

İnce taneli malzemelerin elek analiz sonuçları TS EN 933-1'de belirtilen standartlara uygun olarak Tablo 1'de detaylı olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu malzemelerde, ince malzemelerin kalitesinin belirlenmesi için TS EN 933-9 ve TS EN 933-8+A1 standartlarına uygun olarak bulgular sırasıyla Tablo 2'de verilmiştir. İnce BETON agrega numunelerinin zararlı kimyasal maddeler içerip içermediğini belirlemek için metilen mavisi deneyi ve kum eşdeğerliği testi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, 0.91 değerinde metilen mavisi sonucu elde edilmiştir; bu değer, belirlenen sınır koşullarını sağlamaktadır. Genel olarak, metilen mavisi değeri 2'den fazla olan agregaların zararlı maddeler içerebileceği ve bu nedenle yapı malzemeleri üretiminde kullanılmaması gerektiği ifade edilmiştir (İpek ve diğ. 2003). Ayrıca, geleneksel yapı malzemelerinde metilen mavisi değerinin yüksek olmasının dayanım özelliklerini olumsuz etkilediği ve basınç dayanımını düşürdüğü birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Nikoladies ve diğ. 2007, Topçu ve Demir 2008).

Geri dönüşüm agregalarında kum eşdeğerliği testi, agreganın içindeki ince toz, organik maddeler ve zararlı kirleticilerin miktarını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. BETON geri dönüşüm agrega numunelerinin kum eşdeğerliği değeri %82 olarak belirlenmiştir. İnce agregalarda kum eşdeğerliği değeri genellikle %40 veya daha yüksek olması gerekir (TS EN 933-8). Bu sınır değerinin altında bir kum eşdeğerliği değeri, geri dönüşüm agregasının içinde fazla miktarda zararlı kirletici bulunduğunu ve bu nedenle inşaat projelerinde kullanılmaması gerektiğini göstermektedir. Kum eşdeğerliği değerlerinin belirlenen sınır koşullarını sağlamaması durumunda yapı elemanlarında dayanım kaybı meydana gelebilir. Bu nedenle bu tür malzemelerin inşaat alanında kullanılmaması gerektiği yapılan çeşitli araştırmalarda vurgulanmıştır (Abdoli ve diğ. 2015). Ancak bu çalışmada elde edilen sonuçlar, geri dönüşüm agregalarının inşaat alanında kullanılabileceğini yapılan analiz sonuçları ile göstermiştir.

Tablo 2: BETON olarak ayrılmış ince malzemelerin analiz sonuçları, (TS EN 933-1, TS EN 933-9)
 Table 2: Analysis results of fine materials separated as BETON (TS EN 933-1, TS EN 933-9)

Testler (Tests)	Standart (Standard)	Veriler (Data)	Sonuç (Result)
Granülometri	TS-EN 933-1	Elek analizi	Tablo 1
Metilen Mavisı Deneyi	TS-EN 933-9		0.91
Kum Eşdeğerliği Deneyi	TS-EN 933-8+A1	%	82

3.2.2) BETON Kaba Agregası Fraksiyonu (5-20 mm)

BETON iri taneli malzemelerin TS EN 933-1, TS EN 933-9, TS EN 933-8+A1 belirtilen standartlara uygun olarak testleri yapılmıştır. Ayrıca, BETON kaba agregalarda, malzemelerin kalitesinin belirlenmesi için agrega deney sonuçları Tablo 3'te detaylı olarak verilmiştir. Geri dönüşüm agregaları bu standartlara uygun olarak sınır koşullarını sağlamıştır.

Aşınma Direnci (Los Angeles) deneyleri sonucunda Tablo 3'te, geri dönüşüm kaba agregasının deneysel sonuçları verilmiştir. Karayolları Teknik Şartnamesi 2013'te (KGM 2013) kaba agregaların aşınma yüzdesi maksimum %30 olarak belirtilmiştir. BETON geri dönüşüm malzemelerin aşınma yüzdesi 27.4 olarak tespit edilmiştir. Bu geri dönüşüm agregaların aşınma direncinin sınırdaki çıkmasının nedenini aydınlatma esnasında dış ortamlara maruz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, agregaların aşınma direncinin belirlenen sınır değerlerini aşması durumunda dayanıklılık sorunları ve yüzeysel problemler meydana gelebilir (Shakoor ve Brown 1996). Aşınma direnci yeterli seviyelerde olan geri dönüşüm agregalarının alt ve üst yapı sektöründe kullanımı, yapıların uzun ömürlü ve güvenli olmasını sağlayacaktır. Bu da hem maliyetleri azaltacak hem de sürdürülebilir inşaat uygulamalarını destekleyecektir. Ayrıca kaba agregaların fiziksel özellik olarak TS 1097-6 standartlarına göre yoğunluk 2.63 g/cm^3 ve su emme oranları ise %7.2 olarak belirlenmiştir. Bu geri dönüşüm agregaların, normal agregalara göre benzer yoğunluğa sahip olduğu gözlemlenmiştir. Su emme oranı ise normal agregalara göre yüksek oranda elde edilmiştir. Sonuç olarak, yüksek su emme oranına sahip agregalar, yapıların kalitesi, dayanıklılığı ve güvenilirliği üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratabilir (Alhozaimy 2009). Geri dönüşüm agregalarının su emme oranının yüksek olması agreganın suya karşı oldukça geçirgen olduğunu ve durabilite özelliklerinde önemli azalmalar olduğu gösterir. Yüksek su emme oranına sahip geri dönüşüm agregaları için, yapı malzemelerinin kıvam ve dayanıklılık özellikleri göz önünde bulundurularak uygun su miktarı belirlenmelidir.

Çimento yerine %10 oranında atık içeren hamur karışımları oluşturulmuş ve priz başlangıç süresi 2 sa 25 dakika olarak belirlenmiştir. Priz bitiş süreleri ise 3 sa 15 dk olarak tespit edilmiştir. Normal standart hamur numunelere göre priz başlangıç süreleri uzundur. Normal Portland çimentolara göre yüksek olan numunelerde hidrasyon hızını artırarak priz süresi kısaltılabilir. Priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddeleri kullanılarak priz süresi kontrol edilebilir.

Kaba BETON agrega numunelerinin zararlı kimyasal maddeler içerip içermediğini tespit edilebilmek için metilen mavisı deneyi ve kum eşdeğerliği testi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, sırasıyla metilen mavisı değeri 0.71 ve kum eşdeğerliği değeri ise 0.91 olarak belirlenmiştir. Geri dönüşüm agregalarının kimyasal etki özelliklerinde belirlenen sınır koşullarını sağladığı gözlemlenmiştir. Agregaların kimyasal etki özelliklerini belirlemede, kum eşdeğerliği ve metilen mavisı değeri oldukça önemli parametrelerdir ve bu konu yapılan çalışmalarla da vurgulanmıştır (Nikolaides ve diğ. 2007).

Yassılık indeksi, TS EN 933-3 standartlarına göre kaba agregaların tane şeklinin tayininde belirlemek amacıyla yapılmıştır. Yassılık indeksi yüksek olan agregalar, genellikle daha iyi yerleşme ve sıkışma özelliklerine sahip olduğu, düşük yüzdelerde ise agreganın düzgün olmayan bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Betonda kullanılan agregalar için, yassılık indeksi genellikle %15-20 arasında, asfalt uygulamaları için ise bu değer %12-15 arasındadır. Yapılan analiz sonuçları yassılık indeksi değerinin sınır koşullarını sağladığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3: Ayrılmış iri agrega analiz sonuçları, (TS-EN 933-1, TS EN 933-9, TS EN 1097-6)
Table 3: Separated coarse aggregate analysis results, (TS-EN 933-1, TS EN 933-9, TS EN 1097-6)

Testler (Tests)	Standart (Standard)	Veriler(Data)	Sonuç (Result)
Granülometri	TS EN 933-1	Elek analizi	Tablo 1
Metilen Mavisı Deneyi	TS EN 933-9		0.71
Kum Eşdeğerliği Deneyi	TS EN 933-8+A1	%	91
Los Angeles Aşınma Tayini	TS EN 1097-2	%	27.4
Yoğunluk		g/cm ³	2.63
Su Emme	TS EN 1097-6	%	7.2
Başlangıç ve Bitiş Priz Süresi	TS EN 196-3	Çimento yerine %10 oranında içeren hamur	Başlangıç: 2sa 25 dk Bitiş: 3 sa 15 dk
Yassılık İndeksi	TS EN 933-3	%	17
Toplam Kükürt içeriğinin Tayini	TS EN 1744-1	%	0.117
Metilen Mavisı Değeri	TS EN 933-9	g paint /kg	0.67

3.3) İYA (Karışık) Atık Malzemelerin Deneysel Test Sonuçları

İYA (Karışık) moloz atıkları kırıcı yardımıyla öğütülmüş olup, sonrasında (0-8 mm) elek çapından geçen malzemeleri deneysel test analizleri yapılmıştır.

3.3.1) İYA Fiziksel ve Kimyasal Agrega Özellikleri (0-8 mm)

İYA malzemelerin analiz sonuçları TS EN 933-1, TS EN 933-9, TS EN 1097-6, TS EN 1744-1 ve TS EN 1097-2'de belirtilen standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca, İYA karışık malzemelerin ayrıntılı agrega deney sonuçları Tablo 4'te detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 4: Karışık İYA malzemelerin analiz sonuçları (TS EN 933-9, TS EN 1097-2, TS EN 1097-6, TS EN 1744-1)

Table 4: Analysis results of mixed İYA materials (TS EN 933-9, TS EN 1097-2, TS EN 1097-6, TS EN 1744-1)

Testler (Tests)	Standart (Standard)	Veriler (Data)	Sonuç (Result)
Metilen Mavisı Değeri	TS EN 933-9		0.88
Los Angeles Aşınma Tayini	TS EN 1097-2	%	35.4
Su Emme	TS EN 1097-6	%	7.4
Yoğunluk		(g/cm ³)	2.58
Toplam Kükürt İçeriğinin Tayini	TS EN 1744-1	%	0.2117

İYA karışık malzemelerinin parçalarından öğütülerek elde edilen geri dönüşüm agregaları incelenmiştir. Bu malzemelerde TS EN 933-9 standartlarına uygun olarak kil ve silt içeriği belirlenmiştir. Yapılan deneysel sonuçlarda metilen mavisı değeri (MM), ince geri dönüşüm malzemelerinde MM değeri 0.88 olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, agregaların sınır koşullarını sağladığı ve kimyasal maddelerin yapısında az bulunmasının olumlu sonuçlar doğurduğu tespit edilmiştir. Özellikle, kil ve organik malzemelerin beton agregasında az bulunması, yapı malzemelerinin üretiminde olumlu katkı sağlamaktadır (Köksal ve diğ. 2013).

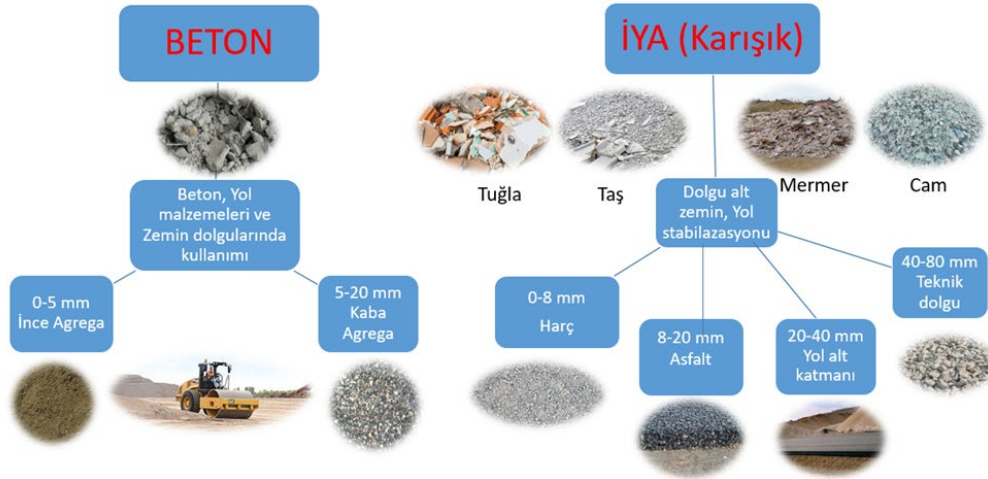
İYA malzemelerin aşınma direnci ise BETON malzemelere göre yüksek elde edilmiştir. İYA geri dönüşüm malzemelerin aşınma yüzdesi 35.4 olarak belirlenmiştir. Bu geri dönüşüm agregaların aşınma direncinin yüksek çıkmasının nedeni ayrıştırma esnasında farklı malzemelerin karışım yüzdesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayrıca, karışık geri dönüşüm agregalarının yoğunluk değeri 2.58 g/cm³ ve su emme oranları ise %7.4 olarak belirlenmiştir. Bu geri dönüşüm agregaların, BETON geri dönüşüm agregalara göre benzer yoğunluğa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu malzemelerin su emme oranı ise, BETON numunelerle yakın özellik göstermiştir

3.4) İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşüm Süreci ve Öneriler

Gerri dönüşüm agregaları üzerinde yapılan analizlerle fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve bu atıkların hangi alanlarda nasıl kullanılacağı belirlenmiştir. Deprem sonucu oluşan atıklar, saf beton ve karışık (beton, tuğla, fayans, mermer, cam vb.) malzemeler geri dönüştürülerek birçok alanda kullanılabilir. Bu malzemeler sınıflara ayrıldıktan sonra tane çaplarına göre sınıflandırılabilir. Kırma ve eleme işlemleri sonucunda farklı tane boyutlarına ayrılan geri dönüştürülmüş agrega malzemeler, beton üretiminde, yol kaplamalarında, asfalt üretimlerinde ve zemin stabilizasyonlarında kullanılabilir. 0-5 mm çapındaki ince agregalar harç üretiminde, 5-20 mm aralığındaki agregalar ise beton üretiminde kaba agrega olarak kullanılabilir. 20-40 mm çapındaki malzemeler yol alt katmanlarında, 40-80 mm çapındaki geri dönüştürülmüş agregalar ise teknik dolgu çalışmalarında değerlendirilebilir (Şekil 8). Normal agregalar ile geri dönüştürülmüş agregaların birlikte kullanılmasıyla su/bağlayıcı oranları ve su emme oranları azaltılabilir. Beton üretiminde, su/bağlayıcı oranları kimyasal katkıları (süperakışkanlaştırıcı, hiperakışkanlaştırıcı vb.) ile optimum seviyeye ayarlanabilir.

BETON VE İYA MALZEMELERİN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİ



Deprem Sonrası Yıkıntı Atıkları Geri Dönüşüm Süreci



Şekil 8: Deprem sonrası inşaat yıkıntı atıkları geri dönüşüm süreci
Figure 8: Post-earthquake demolished construction wastes recycling process

Bu çalışmalar kapsamında, uygun bir geri dönüşüm tesisi kurularak, mobil ve sabit kırıcılar ile farklı boyutlardaki agregalar homojen bir şekilde boyutlandırılabilir. Deprem atıklarının ayrıştırılması için; havalı ayırıcı sistemleri, ileri düzey sensörler, manyetik ayırıcılar, yapay zeka ve robotik ayrıştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Havalı ayırıcı sistemlerle, düşük yoğunluklu, istenmeyen veya zararlı malzemeler elimine edilerek yüksek kaliteli geri dönüştürülmüş agregalar elde edilebilir. İleri düzey sensörler, karışık halde bulunan küçük boyutlu ağır ve hafif malzemeleri ayırmak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknolojileri ve robotlar ise, çeşitli inşaat atıklarını tanıyıp ayrıştırarak insan müdahalesini en aza indirmektedir. Kırıcılar yardımıyla farklı eleklardan geçirilerek tane sınıflarına ayrılabilirler. Bu geri dönüştürülmüş agregalarla ekolojik ve çevre dostu yapı malzemeleri üretilebilir. Bu malzemeler, sürdürülebilir inşaat ve yapı projelerinde kullanılmakta olup doğal kaynakların korunmasına katkı sağlamaktadır.

Geri dönüştürülmüş agregalar, zemin iyileştirme projelerinde temel dolgusu ve stabilizasyon malzemesi olarak kullanılabilir. Ayrıca, peyzaj projelerinde dekoratif malzeme olarak bahçe yollarında veya dış mekan zemin kaplamalarında da tercih edilebilir. Drenaj kanallarında ve su geçirgenliği olan alanlarda drenaj malzemesi olarak kullanılabilir. Geri dönüştürülmüş agregalar, prefabrik beton elemanların üretiminde de değerlendirilebilir. Bu, sürdürülebilir inşaat projelerinde önemli bir avantaj sağlar. Özellikle geri dönüştürülmüş hafif agregalar, binaların duvar ve çatı yalıtımında termal ve akustik yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir. Geri dönüştürülmüş agregaların kullanımı hem maliyet tasarrufu hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar.

Ülkemizin de içinde bulunduğu AB Yeşil Mutabakatı kapsamında 2050 yılına kadar net sıfır hedefinin gerçekleştirilmesine önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri sonucunda ortaya çıkan büyük miktardaki atıkların geri dönüşüm süreci, yalnızca iklim değişikliği ile mücadeleye değil, aynı zamanda ekonomik dönüşüme de katkı sağlayacaktır (Şekil 9). Bu yeni ekolojik yapı malzemelerinin üretimi, sürdürülebilir ve çevre dostu yapı malzemelerine geçişi hızlandıracaktır. Ayrıca, geri dönüştürülen malzemeler, inşaat projelerinde genellikle yeni hammaddelerden daha ucuz olmakta ve birçok sektörde geri dönüştürülerek ekonomiye önemli katkılar sunmaktadır.



Şekil 9: Geri dönüşüm tabanlı Eko-Yapı malzemeleri avantajları
Figure 9: Advantages of recycling based Eco-Building materials

4. SONUÇLAR

Malatya İli Yaka Mahallesi İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının iki farklı (BETON ve İYA) malzemelerin agrega olarak kullanımıyla ilgili yapılan deneysel sonuçlarının değerlendirilmesine ve kıyaslamasına yer verilmiştir.

- Geri dönüşüm agregalarının kimyasal özelliklerini belirlemede uygun olarak tayin edilen hafif organik kirleticilerin oranı ince ve iri agregalarda sınır koşullarını sağlamıştır.
- Yassılık indeksi TS EN 933-3 standartlarına göre iri agregaların tane şeklinin tayininde genellikle daha iyi yerleşme ve sıkışma özelliklerine sahip olduğu ve nihai kullanımına uygun olduğu belirlenmiştir.
- TS EN 1097-6 göre BETON ve İYA malzemelerden oluşan geri dönüştürülmüş agregaların su emme oranı normal agregalara göre yüksektir.
- BETON geri dönüşüm malzemelerin aşınma yüzdesi sınır koşulları sağlamış ve dayanım özellikleri yüksek agregalar elde edilmiştir.
- İYA malzemelerinin metilen mavisini değeri (MM), ince geri dönüşüm malzemelerinde MM değeri 0.88 olarak belirlendiği ve agregaların sınır koşullarını sağladığı gözlenmiştir.
- Bu geri dönüşüm agregaların, normal agregalara göre benzer yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir.
- Su emme oranı ise normal agregalara göre yüksek oranda elde edilmiştir. Yüksek su emme oranına sahip agregalar, beton karışımında dayanım özelliklerini etkilemekte, betonun kıvamı ve dayanıklılık özellikleri dikkate alınarak su miktarı belirlenmelidir.
- Yapılan çalışmada, geri dönüşüm agregaları betonun kıvamına ve dayanımını etkilemekte akışkanlaştırıcılar ve polikarboksilat bazı kimyasal katkıların kullanılması tavsiye edilmektedir
- Deprem atıklarının ayrıştırılmasında ileri düzey sensörler, görüntü işleme teknolojileri ve robotik ayrıştırma yöntemleri kullanılarak yüksek kaliteli geri dönüştürülmüş agregalar elde edilebilir.
- Sonuç olarak, bu verilere dayanarak kullanılan agregaların betonun genel performansı üzerindeki etkilerini dikkatlice değerlendirmek ve optimum karışım oranlarını buna göre ayarlamak oldukça önemlidir. Doğru agregaların seçilmesi ve uygun oranlarda kullanılması, betonun dayanıklılığı, mukavemeti ve uzun ömürlü olmasını sağlayarak yapıların güvenliğini ve kalitesini artıracaktır.

KAYNAKLAR

Abdoli M.A., Fathollahi A., Babaei R., 2015. The Application of Recycled Aggregates of Construction Debris in Asphalt Concrete Mix Design, *Int. J. Environ. Res.*, 9, 489-494.

AFAD, 2023. 06 ŞUBAT 2023 PAZARCIK-ELBİSTAN KAHRAMANMARAŞ (Mw: 7.7 – Mw: 7.6) DEPREMLERİ RAPORU, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü Deprem Dairesi Başkanlığı 02 Haziran 2023. Erişim adresi: https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu_02.06.2023.pdf.

Alhozaimy A.M., 2009. Effect of absorption of limestone aggregates on strength and slump loss of concrete, *Cem. Concr. Compos.*, 31, 470-473.

Balemba C., Mirenge B., Konde D., Hossiney N., Kumar S.L., Chandra K.S., 2021. A Review on Utilization of Construction and Demolition Waste (CDW) Toward Green and Circular, (In: Kumar Shukla S., Raman S.N., Bhattacharjee B., Bhattacharjee J. (eds) *Advances in Geotechnics and Structural Engineering, Lecture Notes in Civil Engineering*, 143. Springer, Singapore, https://doi.org/10.1007/978-981-33-6969-6_20).

Behera M., Bhattacharyya S.K., Minocha A.K., Deoliya R., Maiti S., 2014. Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – A breakthrough towards sustainability in construction sector: A review *Constr. Build. Mater.*, 68, 501-516, <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2014.07.003>.

Bogiatzidis C., Zoumpoulakis L., 2018. Development of Building and Insulation Epoxy Based Composite Materials Loaded with Construction and Demolition Wastes; Mechanical and Thermal- Insulation Behaviour Analysis, *J. Mater. Sci. Res. Rev.*, 1, 1-11.

Bravo M., De Brito J., Pontes J., Evangelista L., 2017. Shrinkage and creep performance of concrete with recycled aggregates from CDW plants, *Mag. Concr. Res.*, 69(19), 974-995, <https://doi.org/10.1680/jmacr.17.00031>.

Burciaga U.M., Sáez P.V., Ayón F.J.H., 2019. Strategies to reduce CO₂ emissions in housing building by means of CDW, *Emerg. Sci. J.*, 3, 274-284.

Cantero B., Bravo M., De Brito J., Sáez del Bosque I.F., Medina C., 2020. Thermal Performance of Concrete with Recycled Concrete Powder as Partial Cement Replacement and Recycled CDW Aggregate, *Appl. Sci.*, 10, 4540, <https://doi.org/10.3390/app10134540>.

Caro D., Lodato C., Damgaard A., Cristóbal J., Foster G., Flachenecker F., Toninl D., 2024. Environmental and socio-economic effects of construction and demolition waste recycling in the European Union Sci. Total Environ, *Science of The Total Environment*, 908, 168295, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168295>.

Da Silva SR., Andrade J.J.D.O., 2022. A Review on the Effect of Mechanical Properties and Durability of Concrete with Construction and Demolition Waste (CDW) and Fly Ash in the Production of New Cement Concrete, *Sustainability*, 14, 6740, <https://doi.org/10.3390/su14116740>.

Dogdu G., Alkan S.N., 2023. Deprem Sonrası Oluşan İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesi: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri, *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1, 38-50.

Fan Y., Xiao J., Tam V.W.Y., 2014. Effect of old attached mortar on the creep of recycled aggregate concrete, *Struct. Concr.*, 15, 169-178, <https://doi.org/10.1002/suco.201300055>.

Hidalgo C., Carvajal G., Hincapie A., Muñoz F., Hernández M., 2023. Ground Improvement by Construction and Demolition Waste (CDW) Soil Mixture Replacement, *Buildings*, 13, 779.

İpek M., Meral Z., Çelik M.H., 2003. Sakarya Pamukova Bölgesinden Alınan Yapay Agregada (Kırmataş) İçerisindeki Kil - Silt Miktarının Deneysel Olarak Beton Basınç Dayanımına Etkisi, *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 197-204.

Jia J., Chen H., Yang M., Zhang Y., Wu S., Zhang Z., Zhou Y., 2024. Reuse of construction and demolition waste (CDW) fines as plant-growing substrate, *J. Mater. Cycles Waste Manag.*, 26, 2830-2840.

KGM, 2013. Karayolları Teknik Şartnamesi 2013 (Yol Altyapısı, Sanat Yapıları, Köprü ve Tüneller, Üstyapı ve Çeşitli İşler), Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Türkiye.

Klinge A., Roswag-Klinge E., Paganoni S., Radeljic L., Lehmann M., 2019. Design concept for prefabricated elements from CDW timber for a circular building, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 323, 012022.

Köksal A., Abit O., Karataş E., 2013. Metilen mavisi yüksek agregalar ve farklı özellikteki kimyasal katkılarla yapılan beton çalışmaları, Yapıchem Kimya Sanayi AŞ İstanbul, Erişim adresi: <https://www.yapichem.com.tr/Upload/Texts/288-Beton-2013.Pdf>.

Nikolaides A., Manthos E., Sarafidou M., 2007. Sand equivalent and methylene blue value of aggregates for highway engineering, *Found. Civ. Environ. Eng.*, 10, 111-121.

Ossa A., García J.L., Botero E., 2016. Use of recycled construction and demolition waste (CDW) aggregates: A sustainable alternative for the pavement construction industry, *J. Clean. Prod.*, 135, 379-386.

Özcelikci E., Aldemir A., Sahmaran M., 2023. Efficient Recovery of Valuable Resources from Construction and Demolition Waste Towards Circular Economy in Construction Industry— Sustainability Assessment and a Case Study, (In: Bragança L., Cvetkovska M., Askar R., Ungureanu V. (eds) *Creating a Roadmap Towards Circularity in the Built Environment*. Springer Tracts in Civil Engineering . Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45980-1_14).

Özcelikci E., Ozdogru E., Tugluca M.S., Ilcan H., Sahmaran M., 2024. Comprehensive investigation of performance of construction and demolition waste based wood fiber reinforced geopolymer composites, *J. Build. Eng.*, 84, 108682.

Reis G.S., Quattrone M., Ambrós W.M., Grigore Cazacliu B., Hoffmann Sampaio C., 2021. Current Applications of Recycled Aggregates from Construction and Demolition: A Review, *Materials*, 14(7), 1700; <https://doi.org/10.3390/ma14071700>.

Sata V., Chindaprasirt P., 2020. Use of construction and demolition waste (CDW) for alkali-activated or geopolymer concrete, *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling* pp. 385-403, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819055-5.00019-X>.

Serina N., Engelsen C.J., 2018. Construction and demolition wastes. In *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete: Characterisation, Properties and Applications*, pp. 229-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102156-9.00008-0>.

Shakoor A., Brown C.L., 1996. Development of a quantitative relationship between unconfined compressive strength and Los Angeles abrasion loss for carbonate rocks, *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 53(1): 97-103.

Temelli U.E., Sezgin N., Cumali B.Ö., 2023. Afet Zamanlarında İnşaat Yıkıntı Atıklarının Belirlenmesi ve Atıkların Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Depremi Örneği, *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(2), 225-232, <https://doi.org/10.35229/jaes.1286631>.

Topçu I.B., Demir A., 2008. Relationship between methylene blue values of concrete aggregate fines and some concrete properties, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 35(4), 379-383, <https://doi.org/10.1139/L07-111>.

TS EN 933-1. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımının tayini - Eleme yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, 2012.

TS EN 933-8+A1. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 8: İnce tanelerin tayini- Kum eşdeğeri tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 2012.

TS EN 933-9. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler, İnce tanelerin tayini, Metilen mavisi deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, 2022.

TS EN 1097-2. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler Bölüm 2: Parçalanma direncinin tayini için metotlar, Türk Standartları Enstitüsü, 2010.

TS EN 1097-6. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler Bölüm 6: Tane yoğunluğuve su emme oranının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 2013.

TS EN 196-3. Çimento deney yöntemleri - Bölüm 3: Priz süreleri ve genleşme tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 2017.

TS EN 933-3. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 3: Tane şekli tayini - Yassılık endeksi, Türk Standartları Enstitüsü, 2012.

TS EN 1744-1. Agregaların kimyasal özellikleri için deneyler- Bölüm 1: Kimyasal analiz, Türk Standartları Enstitüsü, 2010.

Whittaker M.J., Grigoriadis K., Soutsos M., Sha W., Klinge A., Paganoni S., Casado M., Brander L., Mousavi M., Scullin M., Correia R., Zerbi T., Staiano G., Merli I., Ingrosso I., Attanasio A., Largo A., 2021. Novel construction and demolition waste (CDW) treatment and uses to maximize reuse and recycling, *Adv. Build. Energy Res.*, 15(2), 253-269. <https://doi.org/10.1080/17512549.2019.1702586>.

Wu L., Sun Z., Gao Y., 2024. Modification of recycled aggregate and conservation and application of recycled aggregate concrete: A review, *Constr. Build. Mater*, 431, 136567.

Zhao Y., Goulias D., Tefa L., Bassani M., 2021. Life Cycle Economic and Environmental Impacts of CDW Recycled Aggregates in Roadway Construction and Rehabilitation, *Sustainability*, 13, 8611, <https://doi.org/10.3390/su13158611>.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*):M.M.M.
- Literatür araştırması (*Literature research*): :M.M.M.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): M.M.M.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): M.M.M.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*):M.M.M.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): :M.M.M.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): M.M.M.



T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI
AFET VE ACİL DURUM
YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI

AFAD

TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



TUSAK
Türkiye Ulusal
Sismoloji ve Arazi
Fizik Komisyonu
Ankara / TÜRKİYE

e-ISSN: 2687-301X