



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**AFET EĞİTİMİ VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI  
(DİSİPLİNLERARASI)**

**AFET EĞİTİMİ VE YÖNETİMİ BİLİM DALI  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) YARDIMIYLA DEPREM RİSKİ ALTINDA  
BULUNAN ALANLARIN YAPISAL ANALİZİ: İZMİT KÖRFEZİ GÜNEYİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SÜMEYRA DURMAZ ÇETİN**

**ÇANAKKALE**

**AĞUSTOS, 2022**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

AFET EĞİTİMİ VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI  
AFET EĞİTİMİ VE YÖNETİMİ BİLİM DALI  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) YARDIMIYLA DEPREM RİSKİ ALTINDA  
BULUNAN ALANLARIN YAPISAL ANALİZİ: İZMİT KÖRFEZİ GÜNEYİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜMEYRA DURMAZ ÇETİN

TEZ DANIŞMANI  
DR. ÖĞR. ÜYESİ ERDEM GÜNDOĞDU

ÇANAKKALE

AĞUSTOS, 2022



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Sümeyra DURMAZ ÇETİN tarafından Dr. Erdem Gündoğdu yönetiminde hazırlanan ve **31/08/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Deprem Riski Altında Bulunan Alanların Yapısal Analizi: İzmit Körfezi Güneyi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Afet Eğitimi ve Yönetimi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Dr. Öğr. Üyesi Erdem GÜNDOĞDU  
(Danışman)

.....

Doç. Dr. Edip AVŞAR

.....

Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZDEN

.....

Tez No : 10267481

Tez Savunma Tarihi : 31/08/2022

.....  
Doç. Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

.. / .. / 2022

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Sümevra DURMAZ ÇETİN

31/08/2022

## TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını ve hoşgörüsünü esirgemeyen çalışmamın her anında bana yardımcı olan, çok değerli bilgilerini benimle her an paylaşan kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Erdem GÜNDOĞDU'ya, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan kardeşim Şeyma DURMAZ'a, annem Atike DURMAZ'a, babam Halil DURMAZ'a ve manevi kardeşim Mehmet ACAR'a, hayatta iyi ki sahibim dediğim ve yüksek lisans eğitimim boyunca her an maddi manevi yanımda olan çok kıymetli dedem Hasan TOSUN'a, anneannem Ayşe TOSUN'a, babaannem Alime DURMAZ'a ve hayatımın birçok anında olduğu gibi eğitim hayatım ve çalışmam boyunca da yanımda olan teyzem Ayşe DEMİREL'e, hayatımdaki her konuda olduğu gibi çalışmam boyunca da beni destekleyen hayat arkadaşım Enes Yaşar ÇETİN'e, eşimi muhteşem bir insan olarak yetiştiren Hafize ÇETİN ve Mehmet ÇETİN'e, jüride yer alan ve benimle çok kıymetli düşüncelerini paylaşarak bana yol gösteren değerli hocalarım Doç. Dr. Edip AVŞAR ve Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZDEN'e, çalışmam boyunca benden manevi olarak desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Ümmü YAYLA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sümevra DURMAZ ÇETİN  
Çanakkale, Ağustos 2022

## ÖZET

# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) YARDIMIYLA DEPREM RİSKİ ALTINDA BULUNAN ALANLARIN YAPISAL ANALİZİ: İZMİT KÖRFEZİ GÜNEYİ

Sümevra DURMAZ ÇETİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Afet Eğitimi ve Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Erdem GÜNDOĞDU

31/08/2022, 88

Afetleri meydana getiren unsurlar ve özellikle afetlerden sonra meydana gelen hasar tespit çalışmaları, genellikle saha çalışmaları ile gerçekleştirilmektedir. Ancak büyük alanları kapsayan bu tür unsurların belirlenmesinde; hem sahada çalışmanın zorluğu, hem de belirgin izler sunmamasından dolayı zordur. Bu tür durumlarda, saha gözlemlerine alternatif olarak (veya eş zamanlı), günümüzde yaygın olarak uydu görüntülerinin çeşitli yöntemlerle işlenmesi prensibine dayanan uzaktan algılama çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, İzmit Körfezi ve güneyinde, aletsel dönemde (1900 yılı sonrası) meydana gelmiş depremler ve bu depremlere kaynaklık etmiş olabilecek faylar incelenmiştir. Bu faylar; Orhangazi Fayı, Yalova Fayı, Altınova Fayı, Yalakdere Fayı'dır. Bu aktif fayların yanı sıra, aktifliği açısından şüpheli olan Armutlu Fayı ve Esenköy Fayı da bulunmaktadır. Özellikle Armutlu-Orhangazi arasında, 1900 sonrasında  $M \geq 4.0$  olan depremler mevcut olmasına rağmen, bu alanda aktif bir fay yer almamaktadır. Bu alanda, bu depremlere kaynaklık edebilecek diğer aktif yapısal unsurlar, uzaktan algılama yöntemiyle ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda; LANDSAT8-OLI uydu görüntüsü yardımıyla belirlenen çizgisellikler, uydu görüntüsünde denenen çeşitli bant

kombinasyonları sonucunda, çizgisel yapıları en iyi yansıttığı sonucuna varılan bant kombinasyonu ile üretilen görüntü üzerinde çizgisellikler belirlenmiştir. Belirlenen 165 adet çizgiselliğin doğrultularının, ağırlıklı olarak KD doğrultulu olduğu ve  $K40^{\circ}$ - $69^{\circ}$ D arasında yoğunlaştığı görülmüştür. Armutlu-Orhangazi arasında belirlenen bu çizgisellikler göz önünde bulundurulduğunda; baskın doğrultunun İzmit körfezi ve güneyinde yer alan diğer aktif unsurların (Armutlu-Orhangazi dışında kalan) doğrultuları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** İzmit Körfezi, Depremsellik, Çizgisellik, LANDSAT, Uzaktan Algılama



## ABSTRACT

### **Structural Analysis of Areas at Risk of Earthquake with the Help of Geographic Information Systems (GIS): South of Izmit Bay**

Sümevra DURMAZ ÇETİN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Disaster Education and Management Department Master's Thesis

Advisor: Asst. Prof. Dr. Erdem Gündoğdu

31/08/2022, 88

The elements that cause disasters and especially damage assessment studies that occur after disasters are generally carried out with field studies. However, in the determination of such elements covering large areas; It is difficult both because it is difficult to work in the field and because it does not present obvious traces. In such cases, as an alternative to field observations (or simultaneous), remote sensing studies based on the principle of processing satellite images with various methods are currently carried out. In this study, earthquakes that occurred in the instrumental period (after 1900) in the Gulf of Izmit and its south and the faults that may have been the source of these earthquakes were examined. These faults; Orhangazi Fault, Yalova Fault, Altinova Fault, Yalakdere Fault. In addition to these active faults, there are also Armutlu Fault and Esenköy Fault, which are suspicious for their activity. Although there are earthquakes with  $M \geq 4.0$  after 1900 especially between Armutlu and Orhangazi, there is no active fault in this area. In this area, other active structural elements that may be the source of these earthquakes have been tried to be revealed by remote sensing method. In this context; Lineaments were determined with the help of the LANDSAT8-OLI satellite image, and as a result of various band combinations tried in the satellite image, the lineaments were determined on the

image produced with obvious traces the band combination, which was concluded to reflect the linear structures best. It has been observed that the strikes of 165 lineaments identified are predominantly NE oriented and concentrated between N40°-69°E. Considering these lineaments determined between Armutlu and Orhangazi; it has been observed that the dominant direction is compatible with the strikes of the Gulf of Izmit and the other active elements (except Armutlu-Orhangazi) in the south.

**Keywords:** Gulf of Izmit, Seismicity, Lineament, LANDSAT, Remote Sensing



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI .....	i
ETİK BEYAN .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### GİRİŞ 1

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	3
1.3.Tanımlar.....	4
1.4. Önceki Çalışmalar.....	5

### İKİNCİ BÖLÜM

#### KAVRAMSAL ÇERÇEVE 15

2.1. Afet Olgusu.....	15
-----------------------	----

2.1.1. Oluşma Hızına Göre Afetler.....	18
Yavaş Gelişen Afetler.....	19
Hızlı Gelişen Afetler.....	19
2.1.2. Oluşma Sebebine Göre Afetler.....	19
Doğal Afetler.....	19
Beşeri Afetler .....	20
Teknolojik Afetler .....	20
2.2. Afet Yönetimi .....	20
2.2.1. Afet Yönetiminin Evreleri.....	23
Zarar Azaltma.....	24
Hazırlık .....	25
Müdahale Evresi.....	25
İyileştirme Evresi.....	26
Yeniden İnşaa Evresi .....	26
2.2.2. Risk Yönetimi.....	26
2.2.3. Kriz Yönetimi .....	28
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri .....	29
2.3.1. CBS'nin Gelişimi.....	31
2.4. Uzaktan Algılama .....	34
2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Afetlerde Kullanımı.....	35
2.6. Uzaktan Algılama ve Afetlerde Kullanımı.....	36
2.7. İzmit Körfezi ve Coğrafi Özellikleri.....	39
2.7.1. İzmit Körfezinin Jeomorfolojisi .....	40
2.7.2. İzmit Körfezi'nin Hidrografyası .....	41
2.7.3. İzmit Körfezi'nin İklim ve Bitki Örtüsü .....	41
2.7.4. İzmit Körfezi'nde Nüfus ve Yerleşme .....	42

2.7.5. İzmit Körfezi ve Güneyinin Depremselliği .....	42
Orhangazi Fayı .....	52
Yalova Fayı .....	53
Altınova Fayı.....	53
Yalakdere Fayı .....	54
Armutlu Fayı .....	54
Esenköy Fayı.....	56
2.8. LANDSAT Çizgisellik Analizleri.....	56
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b>	
MATERİYAL METOD	58
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM</b>	
ARAŞTIRMA BULGULARI	66
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM</b>	
SONUÇ VE ÖNERİLER	74
KAYNAKÇA.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	I

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AHS	Analitik Hiyerarşik Süreç
AKS	Adres Kayıt Sistemi
AFAD	Afet ve Acil Durum Başkanlığı
AFZ	Almus Fay Zonu
ARNET	Armutlu Sismik Ağı
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DAF	Doğu Anadolu Fayı
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
DEM	Digital Elevation Model
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
GB	Güney-Batı
GD	Güney-Doğu
GFZ	Alman Geo Forschungs Zentrum
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KB	Kuzey-Batı
KD	Kuzey-Doğu
Km	Kilometre
KOU-YUBAM	Kocaeli Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Merkezi
LANDSAT TM5	LANDSAT Thematic Mapper
M	Metre
Mb	Cisim Dalgası Büyüklüğü
Md	Süreye Bağlı Büyüklük
MI	Yerel Büyüklük
Ms	Yüzey Dalgası Büyüklüğü
Mw	Moment Büyüklüğü
MTA	Maden Tetik Arama
SAM	Sayısal Arazi Model
SRTM	Mekik Radar Misyonu
ST	Standart Topografi
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi

TM	Tematik Haritalayıcı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜPRAŞ	Türkiye Petrol Rafineleri
UKVA	Ulusal Konumsal Veri Altyapısı
UTM	Universal Transverse Mercator
UZAL	Uzaktan Algılama
YETKE	Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği
Xm	Maksimum Büyüklük



## TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
<b>Tablo 1</b>	Çalışma alanında (40°35'-40°80' enlemleri ile 28°75'-30°25' boylamları arasında kalan bölge) Ocak 1900-Nisan 2022 tarihleri arasında meydana gelmiş $M \geq 4.0$ depremler ve bu depremlere ait bazı parametreler	<b>49</b>
<b>Tablo 2</b>	Kullanılan LANDSAT görüntüsüne ait özellikler	<b>60</b>
<b>Tablo 3</b>	Kullanılan LANDSAT görüntüsüne ait koordinat bilgileri	<b>62</b>
<b>Tablo 4</b>	Elde edilen toplam 165 çizgiselliğe ait doğrultu ve uzunluk değerleri	<b>69</b>
<b>Tablo 5</b>	Elde edilen toplam 165 adet çizgiselliğe ait olan doğrultuların sınıflandırılması	<b>71</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Çalışma alanı	2
Şekil 2	Afet yönetiminin evreleri	24
Şekil 3	Çalışma alanı ve yakın civarında yer alan faylar	47
Şekil 4	Çalışma alanında ( $40^{\circ}35'-40^{\circ}80'$ ) enlemleri ile $28^{\circ}75'-30^{\circ}25'$ boylamları arasında kalan bölge) 1900 yılından sonra meydana gelen depremler ve bu bölgede yer alan aktif faylar (a) $M>3$ olan depremler, (b) $M>4.0$ olan depremler, (c) $M>5.0$ olan depremler	48
Şekil 5	Çalışma kapsamında kullanılan LANDSAT görüntüsü	59
Şekil 6	LANDSAT uydu görüntüsü üzerinde gerçekleştirilen işlemler	63
Şekil 7	Çalışma alanına ait LANDSAT görüntüsü üzerinde denenen çeşitli band kombinasyonlarına ait görüntüler(a) RGB: 432 kombinasyonu (b) RGB:762 kombinasyonu (c) RGB: 564 kombinasyonu (d) Bu çalışmada kullanılan RGB: 562 kombinasyonu	64
Şekil 8	(a) Bu çalışmada kullanılan RGB: 562 kombinasyonuna ait görüntü (b)RGB: 562 görüntüsü üzerinde uygulanan görüntü keskinleştirme işlemi	65
Şekil 9	Çalışma alanını kapsayan LANDSAT görüntüsü üzerinde çalışma alanının konumu (a) İzmit Körfezi (b) Ayrıntılı uzaktan algılama çalışması yapılan Armutlu–Orhangazi arası	67
Şekil 10	Armutlu-Orhangazi arasında yer alan band kombinasyonu ve görüntü keskinleştirme işlemi uygulanarak elde edilmiş görüntü üzerine çizilmiş çizgisellikler	68
Şekil 11	Elde edilen toplam 165 adet çizgiselliğe ait doğrultuların $10^{\circ}$ 'lik dilimler halinde gül diyagramında gösterimi	72

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Bu bölümde problemin durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın sınırlılıkları, varsayımlar ve çeşitli tanımları içeren konular üzerinde durulmuştur.

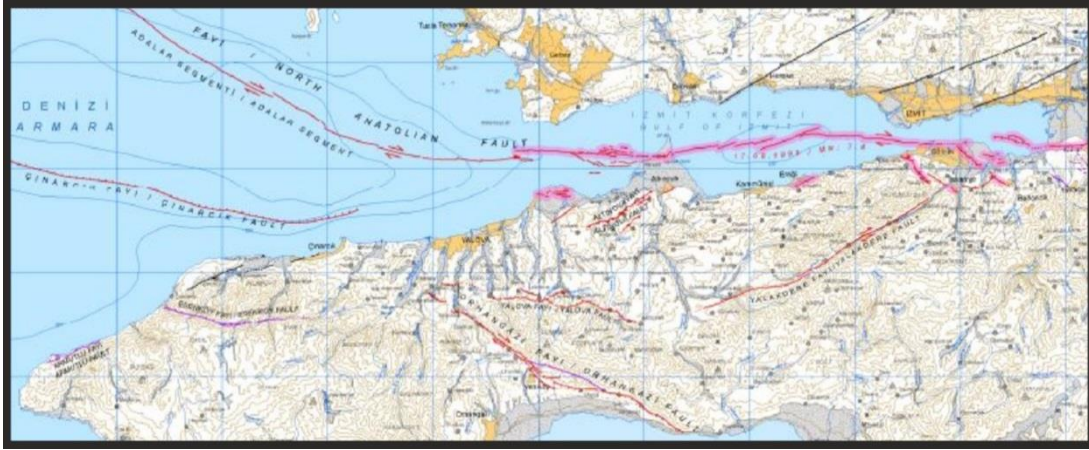
#### 1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye; coğrafi konumu, sosyo-ekonomik dirençsizlikleri ve doğal oluşumları sebebiyle deprem, çığ, orman yangınları, sel, heyelan, kuraklık gibi afetlerle sık sık karşılaşmaktadır. Her ne kadar doğal tehlikeler önlenemez olsa da, bu tehlikelerin afet olayına dönüşmesi toplumun baş edebilirliği ölçüsünde ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber doğal afetler dışında insan yapımı tehlikelerden ortaya çıkan beşeri afetler ise sakınımlar (mitigation) uygun olursa önlenabilir (Özmen ve Özden, 2013).

Özellikle son yüzyılda artan şehirleşme ve yapılaşma ile dünya üzerinde birçok yeni yerleşim alanları inşa edilmiş ve hızla büyüyen yerleşim alanları ortaya çıkmıştır. Bu yerleşim alanlarının önemli bir kısmının tektonik olarak aktif bölgelerde veya yakınında yer alması, bu yapıların deprem riski taşımasına sebep olmaktadır. Türkiye ve yakın çevresi, dünyadaki en aktif bölgelerden biri olarak bilinen Alp-Himalaya kuşağının en hareketli kısmında yer almaktadır ve bu bölgede tarih boyunca büyük depremler yaşanmıştır (Sayıl ve Osmanşahin, 2005). 2012 yılında MTA tarafından yayımlanan Türkiye Diri Fay Haritası'na göre diri fayların sayısı toplamda 326 adet, alt bileşenleri ile beraber deprem üretebilecek fay sayısı ise 485 adettir. Bu sebepten dolayı, Türkiye'nin büyük bir bölümü geçmişte olduğu gibi, günümüzde de deprem riski altındadır. Türkiye'nin yüzölçümünün yaklaşık % 92'si, nüfusunun yaklaşık % 95'i deprem kuşağındadır.

2010 yılı verilerine göre ise Türkiye nüfusunun yaklaşık %71'i 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde yaşamaktadır. Deprem riskinin en az olduğu 5. Derece deprem bölgesinde ise, ülke nüfusunun sadece % 1,4'ü yaşamaktadır. Dolayısıyla ülke nüfusunun çok büyük bir kısmı deprem riski olan bölgelerde yaşamaktadır (Özmen ve Özden, 2013).

Türkiye'nin önemli aktif yapıların başında; Kuzey Anadolu Fayı ve bu fayın Marmara Bölgesi'ndeki uzantıları gelmektedir. Özellikle şehirleşmenin yoğun olarak yaşandığı yerlerde ve büyük şehirlerde, deprem üretme potansiyeli olan bu tür aktif yapıların tespiti her zaman saha çalışmalarıyla mümkün olmayabilir. Bu nedenle bu tür sahalarda, günümüzde yaygın olarak uzaktan algılama yöntemi, alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalar genellikle uydu görüntülerinin çeşitli yöntemlerle işlenmesi prensibine dayanır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında, İzmit Körfezi ve güneyinde (Şekil 1), deprem riski taşıyan bölgelerin ve bu riske sebep olan/olacak faylar ve diğer risk taşıyan unsurlar özellikle uydu görüntüleri yardımıyla belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı (MTA, 2022)

İzmit Körfezi ile İznik Gölü arasında kalan alanda (İzmit Körfezi Güneyi), deprem üretme potansiyeli bulunan birçok aktif fay tanımlanmaktadır. Bu faylar; Orhangazi Fayı, Yalova Fayı, Altınova Fayı, Yalakdere Fayı'dır. Bu aktif fayların yanı sıra, aktifliği açısından şüpheli olan Armutlu Fayı ve Esenköy Fayı da bulunmaktadır. Bu yüksek lisans

tezinde amaç, İzmit Körfezi ve güneyinde, deprem riski taşıyan bölgelerin ve bu riske sebep olan/olacak faylar ve diğer risk taşıyan unsurlar özellikle uydu görüntüleri yardımıyla belirlemektir. Özellikle Armutlu-Orhangazi arasında, 1900 sonrasında  $M \geq 4.0$  olan depremler mevcut olmasına rağmen, bu alanda haritalanan aktif fay bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Armutlu-Orhangazi arasında meydana gelen depremlere kaynaklık edecek yapısal unsurların var olup olmadığının, uzaktan algılama yöntemiyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

## 1.2. Araştırmanın Problemi

Ülkemizin afet bölgesi olması sebebiyle bu konuyla ilgili pek çok araştırma ve çalışma yapılmaktadır. Son dönemlerde risk yönetimi konusuyla ilgili yapılan çalışmalar her ne kadar artmış olsa da daha çok kriz yönetimine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Kriz yönetim sürecinde de görüldüğü üzere iyi yapılmış bir afet risk yönetimi planı afetlerin krize dönüşmesini azaltıp aynı doğrultuda zarar görebilirliği de azaltacaktır.

Afetlerdeki risk yönetimi planlamasını yaparken öncelikle yapısal etkenlere odaklanmak planlama kısmının hazırlanmasında oldukça yarar sağlayacaktır. Çünkü yapısal risklere göre ayarlanacak alt yapı planları ve yerleşimin şekillenmesi ortaya çıkabilecek tehlikeleri ve ikincil riskleri önlemede yardımcı olacaktır. Yapısal riskler göz önünde bulundurulduğunda ve Marmara bölgesinin KAF bölgesindeki deprenselliği göz önüne alındığında bu bölgenin afetselliği bakımından risk analizleri oldukça önemlidir. Özellikle İzmit bölgesinin bu konuyla ilgili olarak incelenmesi ve analizlerinin yapılması planlamada oldukça yararlı olacaktır. Afet planlamalarında risk analizleri ne kadar iyi yapılırsa, kriz yönetimi de o kadar başarılı olacaktır.

Afet ve CBS ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, büyük kısmının afet sonrasına yönelik çalışmalar olduğu görülmektedir. Ancak afetlerin planlanması aşamasında yapılan çalışmaların sayısı nispeten azdır ve bu durum literatürde bir boşluk

doğurmaktadır. Bu çalışma ile literatürdeki bu boşluk, çalışma yöntemi açısından doldurulmaya çalışılmıştır.

### 1.3. Tanımlar

**Afet:** AFAD Yönetimi Terimleri Sözlüğünde toplumun tamamında veya toplumun belirli kesimlerinde ekonomik, sosyal ve maddi kayıplara neden olan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, doğa ve teknolojinin neden olduğu bir olay olarak tanımlanmaktadır. Afet, olayın kendisi değil, sonucu olarak tanımlanmaktadır (AFAD, 2022)

**Afet yönetimi:** Afet yönetimi; afetleri engelleyip, zararların en aza indirgenmesi, meydana gelebilecek afetlere karşı hazırlıklı olunması, afetlere hızlı ve etkin olarak müdahale edilmesi, yeniden inşa çalışmalarının yapılması, yerel yönetim, sivil toplum örgütleri, halk ve kamu kurumlarının organizasyonunun sağlanarak tüm olanakların ve imkânların planlanan hedeflere göre kullanılmasını gerektiren multidisipliner bir yönetim sürecidir (Tuna, 2021).

**Acil Durum:** Acil Durum, ivedilikle müdahale etmeyi ve acil yardım faaliyetlerini yürütmeyi gerektiren durum, hal ve olaylardır. Genellikle afetin meydana geldiği müdahale anını ifade etmektedir. Afet sırasında olağanüstü tedbirlerin alınmasını ve faaliyetlerin yürütülmesini gerektiren durumlardır (Kadioğlu ve Özdemir, 2008).

**Tehlike:** Belirli bir zaman veya coğrafyada ortaya çıkarak yaşamı tehdit eden, toplumun sosyoekonomik düzen ve etkinliklerine, doğal çevreye, doğal, tarihi ve kültürel kaynaklara zarar verme potansiyeli olan doğa, teknoloji ya da insandan kaynaklanan fiziki olay ve olgu olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle tehlike; doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olan ve fiziksel, ekonomik, sosyal kayıplara yol açabilecek tüm olayları ifade eder (AFAD, 2022).

**Risk:** Risk, coğrafi veya sosyo-ekonomik sınırlara bakılmaksızın istisnasız tüm insanları etkileyen yaşamın kaçınılmaz bir parçasıdır (Usta, 2021).

**Risk yönetimi:** Risk yönetimi; mevcut ve oluşabilecek risklerin belirlenip tanımlanması, yapılan tanımlamanın akabinde risklerin değerlendirilmesi ve bu risklerin etkilerinin kabul edilebilir bir seviyede tutulabilmesi için alınabilecek bütün tedbiri ve bu tedbirlerin sürekli olarak gözden geçirilerek güncellenmesi ile raporlanmasını sağlayan yönetim sürecidir (Kıral, 2018).

**Uzaktan Algılama:** Uzaktan algılama yoluyla elde edilen görüntüler, Dünya hakkındaki bilgileri içerir. Bu bilgiler, uydu alıcıları tarafından Dünya'dan yansıyan elektromanyetik enerji algılanarak çeşitli frekans bantlarında kaydedilir. Her bant, o banda duyarlı olan özellikler için yansıtma değerlerine sahiptir(Tarhan, 2004).

**Coğrafi Bilgi Sistemleri:** CBS çok geniş bir tanım olmakla birlikte, aslında çok çeşitli teknolojiler, süreçler ve yöntemlerin bir birleşimi olarak karşımıza çıkmaktadır. CBS'yi oluşturan bileşenler içerisinde, harita ve yazılım dışında, faaliyet gösterilen alana göre konuya özel birçok alt bileşen bulunmaktadır. Çeşitli kullanım alanlarına ve tematik konulara yönelik olarak geliştirilen CBS uygulamaları vardır (KBS, 2022).

#### **1.4. Önceki Çalışmalar**

Akgün vd., (2021), Türkiye'deki en önemli aktif tektonik alanlardan birisi olan Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) orta kesimini incelemiştir. Uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak LANDSAT 8 OLI, ASTER ve SRTM gibi uydu görüntüleri işlenmiştir. İşlenen bu veriler aktif tektonik çalışmalarda önemli rolü olan morfo - tektonik yapılarla tanımlanarak yorumlanmaktadır. LANDSAT 8 uydu görüntüsünden alınan SRTM birleşimi ve sekizinci bandın yüksek çözünürlüğe sahip olan pankromatik

görüntüleri ana tektonik çizgileri ortaya çıkarmaktadır. ASTER uydu görüntülerine uygulanan iyileştirme teknikleri sayesinde verinin kontrastı artarak görüntünün yorumlanmasını kolaylaştırmıştır. Yapılan tüm veri inceleme ve iyileştirme teknikleri sonucunda Doğu Anadolu Fay Zonu'nun sol taraflı çökmelerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çayır (2021), yaptığı çalışmada CBS yardımıyla Marmara Denizi'nin doğusunda tektonik yapıya uygun olarak 6 adet olması muhtemel deprem oluşum modellemesi yapmış ve İzmit Körfezi kıyılarında tsunami yayılımı modelleri oluşturmuştur. Fay parametrelerini belirleyip bölgedeki tektonik yapıları ve geçmişteki depremleri incelemiştir. Oluşturulan senaryolardan 6 numaralı deprem senaryosu körfezdeki tsunami mesafelerini hesaplamak için kullanılmıştır. Oluşturulan senaryolardaki verilere göre İzmit Körfezi'nin iç kesimini etkilemesi beklenen 6 numaralı senaryoda Darıca'da en yüksek dalganın; Hersek Deltası'nda ise en düşük dalganın gözleneceği bulunmuştur. Bununla beraber CBS yardımı ile oluşturulan bu modellemeler sonucu oluşan tsunami dalgalarının tırmanma yükseklikleri ve su basma mesafeleri de çalışmada yer almaktadır. Yapılan çalışmada son olarak oluşabilecek depremler sonucu meydana gelebilecek tsunamilerin akabinde gözlenebilecek su basmaları ve fay bileşen özellikleri ile beraber heyelan tetiklenmeleri olabileceği ve verilerin daha da detaylı olarak kullanılması sonucu dalga yüksekliklerinde artma olabileceği de çalışmanın sonuçlarında yer almaktadır.

Kıranşan (2021)'in yaptığı çizgisellik çalışması Karlıova ve Bingöl arasındaki Doğu Anadolu Fay Zonu'nu (DAFZ) kapsamaktadır. Çalışmadaki temel amaç DEM-SRTM ve uydu görüntülerinin verilerinden yararlanarak çalışma alanındaki çizgisellikleri belirlemiş ve görüntü iyileştirme tekniklerini kullanarak çizgisellikleri netleştirmiştir. Çalışma için 1 Ağustos 2002 tarihindeki LANDSAT 7 ETM uydu görüntüleri kullanılmaktadır. Gelen verilere sobel filtresi uygulanıp daha sonra PCI Geomatica yazılımında çizgisellikler (lineament) otomatik olarak çıkarılıp elde edilen veriler ArcMap yazılımında sıralanmaktadır. Çizgiselliklerin daha detaylı analiz edilebilmesi için literatürde mevcut olan faylar için 200 m tampon zonlar oluşturulup bu alanlara düşen çizgisellikler olası faylar olarak nitelendirilmektedir. Fayların ve çizgiselliklerin

yönelimleri ve yoğunlukları fay hatlarının ve çizgiselliklerin yoğunluğu ve yönelimi analiz edilerek karşılaştırılmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda yönelim ve yoğunluk analizlerinin, DAFZ uyumlu fay zonlarına ek olarak başka fay zonlarının da mevcudiyetini göstermektedir.

Öztürk vd. (2021), yaptıkları çalışmada Kağızman ilçe merkezi ile Aras Nehri'nin Karakurt (Sarıkamış) köyü arasında kalan kısımdaki faylanma ile vadi gelişimi ilişkisini açıklamaktadırlar. Çalışmalarında LANDSAT 8 uydu görüntülerinden elde edilen 15 m çözünürlüklü pankromatik bantları sayısallaştırarak Geomatica programı aracılığıyla verilere doğrusallık analizi uygulamışlardır. Aynı zamanda ArcMap10.5 paket programı ile de lineament yoğunluğunu belirlemişler ve çalışmada farklı kaynaklardan topladıkları verileri üst üste bindirmişlerdir. Yaptıkları analiz neticesinde akışların ve fayların ciddi ölçüde çakıştığı anlaşılmaktadır. Çalışma sonucunda araştırma alanındaki önemli bir tektonik yapı olan Kağızman Fayı zonu ile elde etikleri verilerin örtüştüğü görülmektedir. Aynı zamanda çalışmada bölgede bulunan Aras Nehri'nin ana kanalının fay kırıkları üzerine bindirdiği de tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada incelenen alandaki vadinin oluşumu ve evriminde fay ile morfojenetik uyumun olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Cırtıcı (2020), kıyı kesimlerdeki dinamik nedeniyle özellikle son yıllarda kıyılardaki beşeri faaliyetlerin yoğunluğu neticesinde meydana gelen değişimlerin hızlandığını ve akabinde birçok sorunun meydana gelebildiğini ve hala gelmekte olduğuna değinmiş ve bu sebeplerden dolayı kıyı kesimlerde meydana gelen değişimlerle ilgili çalışma yapmıştır. Bu çalışmayı yaparken uzaktan algılama, görüntü işleme ve CBS tekniklerinden yararlanmıştır. Çalışmada 10.07.1985 – 24.06.2017 tarihleri arasındaki kıyı çizgisi değişimlerini belirlemiştir. Analizlerden çıkan sonuçları daha doğru yorumlayabilmek için çalışma alanını üç bölgeye ayırarak incelemiş, çalışma yaptığı tarihlerdeki verileri 15 periyotluk uydu görüntüleri ile elde etmiştir. Texture Analysis, Matched Filter ve Minimum Noise Fraction görüntü işleme yöntemlerini kullanmış ve kıyı çizgilerinin otomatik üretilebilmesi için de ArcGIS CBS yazılımından faydalanmış ve yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemin doğruluğunu belirlemek için farklı çözünürlükte



uydu görüntülerini kullanmış, analiz yaparak sonuçları karşılaştırmıştır. Son olarak da LRR, EPR ve WLR yöntemleri ile kıyı değişim analizlerini tamamlamıştır.

Yağızel (2020), Kocaeli'nin Gölcük ilçesinde RADAR uzaktan algılama görüntüsü ile beraber görüntü işleme metotlarını kullanarak İzmit Körfezi'nin güneyinde ve KAF zonuna 4.5 km uzaklıkta bulunan Samanlı Dağları'nın güney yamaçlarında jeolojik çizgisel yapılar belirlemiştir. PALSAR 1.5 görüntülerinden alınan RADAR verileri uzaktan algılama programı ile çalışılarak işlenen bu veriler CBS programına aktarılmış ve kontur haritaları oluşturulmuştur.

Canpolat ve Turoğlu (2019), çalışmalarında Anadolu'nun genç volkanik alanlarından birisi olan Isparta ili ve çevresini çalışmaktadırlar. Çalışmada Isparta'daki Pliyo-Kuvaterner volkanizmasının jeomorfolojik özelliklerini belirleyip haritalandırmaktadırlar. Çizgisellikler için LANDSAT TM uydusundan yararlanmaktadır. Jeolojik çizgiselliği iyi gösterdiği için LANDSAT uydusun görüntülerinden 4. bandı, litolojik unsurları daha iyi yansıttığı ve ana yapısal unsurları iyi gösterdiği için 5. bandı, görüntü bozulmaları çok az olduğu için 7. bandı tercih etmektedir. Aynı zamanda SRTM, ASTER-DEM uydu görüntülerinden de faydalanmaktadır. Elde edilen verilerle inceleme alanındaki volkanik topografyanın lineer sırtları dışbükey ve içbükey eğimleri ve yer şekilleri belirlenip etüt edilmiş ve akabinde haritalandırılmaktadır. Çalışmanın sonuçları sahada test edilerek doğrulanmaktadır.

Köküm (2019), DAFZ' nin Pütürge (Malatya) ve Palu (Elazığ) arasında kalan bölümün çizgiselliklerini LANDSAT TM uydusunun 4. ve 5. Bandının görüntülerini kullanarak çıkarmıştır. Elde ettiği bu çizgisellik haritasından jeolojik özellik taşımayan doğal veya yapay bütün çizgisellikleri kaldırmıştır. Alanda 101 adet jeolojik hat belirlemiş ve bu alanlarla ilgili gül diyagramı oluşturmuştur. Elde ettiği çizgisellik analizine göre alanda iki adet jeolojik hat belirlemiştir ve bölgeyi etkisi altına alan tektonizmanın ürünleriyle yapılan çizgisellik analizinin tutarlılığı gözlemlenmiştir.

Geçen (2017), çalışmasında CBS ve UA ile fay hatlarını belirlemektedir. Çalışma alanı olarak Kahramanmaraş-Antakya tektonik depresyonunun bir bölümünü de barındıran Hatay ili çalışılmaktadır. Uydu görüntüsü olarak LANDSAT 8 OLI uydusunun 7. bandı kullanılmaktadır. Uydu görüntülerine kenar tespit filtresi uygulanmakta ve daha sonra çizgisellik analizi yapılarak çizgisellikler belirlenmektedir. Aynı zamanda Sayısal Yükseklik Modeli verilerine de doğrusallık analizi uygulanmakta ve verilerin doğrusallığı çıkarılmaktadır. SYM 1/25.000 ölçeğinde ve 10 m uzunluğundadır. Kesinlik analizi için MTA tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli jeolojik paftalar iki farklı tarihte gerçekleştirilen üst üste bindirme ile yapılmaktadır. Çalışma sonucunda “DEM verilerinin lineer analiz ile fay hatlarının tespit edilmesinde özellikle eğik ve düşey kayma hataları için daha kesin ve iyi sonuçlar verdiği” kısmen doğrulanmaktadır.

Güçtekin (2017), yaptığı çalışmada, Kocaeli'nin güneyindeki kırmataş agreganın potansiyel mevcudiyetini incelemiş ve potansiyeli olabilecek alanların değerlendirmesini yapmıştır. Bu verilerin yönetimi, işlenmesi, analizi ve görüntülenmesi için ArcGIS 10.4.1. yazılımını kullanmıştır. Bu programda düşük, orta ve yüksek alanlar sınıflandırılarak haritalar üretilmiştir. Üretilen bu haritalar son harita için katman olarak kullanılmıştır. Bu katmanlar ArcGIS 10.4.1. programında overlay (üst üste bindirme) yöntemiyle sonuç haritası oluşturulmuştur.

Gündoğdu vd. (2016), LANDSAT 7 ETM+ ve ALOS-PALSAR uydu görüntülerini kullanarak, Simav fayını ve bu fayın çevresinin yapısal analizini gerçekleştirmişlerdir. Aynı zamanda elde edilen verileri saha çalışmaları ile de desteklemektedirler. LANDSAT uydu görüntüsü ile 56 yönerge belirlemişlerdir. ALOS-PALSAR uydu görüntüsü ile yapılan çalışma da Lee Sigma filtresi ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarla beraber doğrusallıkları daha kesin olarak belirleyebilmek için Sayısal Yükseklik Modelini (SYM) kullanmışlar ve üç boyutlu bir görüntü elde etmişlerdir. Böylece fay hatları daha net olarak görülebilecek bir hale gelmiştir. Aynı zamanda LANDSAT 7 ETM+ uydusunun görüntüleri üzerinde yaptıkları kontrollü sınıflandırma sayesinde elde ettikleri görüntülerle jeolojik birimlerin sınırlarını da izlemişlerdir. Sonuç olarak Simav fayının doğrultu atımlı durumdan normal fay karakterine sahip olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Bu bulgu

neticesinde Simav fayının bu dönüşümünün Kuvaterner'e çok yakın olduğu kanıtlanmaktadır.

Güven (2016), yaptığı çalışmada 17 Ağustos 1999 depremi sonucunda bölgede meydana gelmiş olan zararlar ve bunların sebebini inceleyerek yapılara zarar veren risk oranları incelenmiş ve alt risk oranları belirlenmiştir. Bu verilerin CBS ortamında değerlendirilmesi için AHS (Analitik Hiyerarşik Süreç) kullanılmıştır. Bu çalışmada alan değil de tüm veriler CBS ortamına aktarılmış ve riskli yapılarda yaşayan nüfus değerlendirilmiştir.

Arslan ve Akyürek (2015), Van Depreminden sonra bölgedeki tektonizmayı tespit etmek, değişimleri belirlemek için LANDSAT TM+ uydusunun 7. bandından elde edilen görüntülere görüntü iyileştirme ve filtreleme teknikleri uygulanarak analiz edilip, Geomatica yazılımı kullanılarak çizgisellik haritaları oluşturmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında depremden sonra bölgedeki çizgiselliklerin sayısının ve yönünün önemli ölçüde değiştiğini tespit etmişlerdir. Erciş ilçesinin batısı ve doğusundaki alanlarda çizgiselliklerin yoğunlaşmış Van ilinde ise güneydoğu ve doğusundaki daha önceden mevcut olan çizgiselliklerin yoğunlaştığını tespit etmişlerdir. Van'ın kuzeyinde ise deprem sonrası oluşan hatların arttığını gözlemlemişlerdir. Son olarak da elde edilen bulgular MTA Genel Müdürlüğü'nün Türkiye aktif fay haritaları kullanılarak koordine edilip sayısallaştırılmıştır.

Ayça (2012), yaptığı çalışmada tsunami baskın haritaları için dört farklı aşama izlemiştir. Olası altı farklı tsunami senaryosu benzetimi yapılmıştır. Yapılan bu benzetimin sonuçları sistemi işlenmiştir. Bu işlemeden sonra web uygulaması arayüzü geliştirilmiş ve hazırlanan model web tabanlı bir CBS geliştirmiştir. Son aşama olarak geliştirilen bu modelin Marmara Deniz'i için doğrulaması yapılmıştır.

Ceylan (2012), nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kıyı bölgelerimizde çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınma için bu alanların Uzaktan Algılama ve CBS kullanımı ile beraber meydana gelebilecek olan değişimlerin gözlemlenmesindeki etkin kullanımı ile ilgili çalışmıştır. Çalışmada İzmit Körfezi'nin doğu kesimindeki kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. LANDSAT uydu görüntüleri, IKONOS, sayısal haritalar ve hava fotoğraflarından yararlanılmıştır. Elde edilen bu görüntüler çözünürlüklerine göre farklı yöntemler aracılığı ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda CBS ve Uzaktan Algılama ile kıyı kesimindeki insan ve doğa kaynaklı faktörlerin, karadan suya ve sudan karaya olmak üzere iki yönlü olarak değişimlere neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gazozcu (2011), çalışmasında öncelikli olarak verileri ön aşamalardan geçirmiştir. Araştırma alanının ST haritalarından faydalanarak SYM oluşturmuştur. Daha sonra CBS ile uzaktan algılama yazılımı kullanarak elde ettiği verilere geometrik düzeltme uygulamış ve LANDSAT uydusunun 5. Ve 7. Bantlarına yüksek geçirgenli filtre uygulayarak Gelibolu yarımadasının çizgisellik haritasını hazırlamıştır. Hazırlanan bu harita çalışma alanının 1./25.000 ölçekli topografik haritası ile karşılaştırılarak çizgisellikler karşılaştırılmıştır

Öztürk (2009), yaptığı çalışmada UKVA ile küçük ve orta ölçekli taşkın ile sel duyarlılığı katmanlarını çok ölçütlü karar analizine dayalı bir model tasarlamış ve CBS ile bir ÇÖKA arayüzü geliştirmiştir. Geliştirilmiş olan bu ara yüz Güney Marmara Havzası'nda uygulanmıştır. Elde edilen taşkın ve sel duyarlılığı çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere beş ayrı sınıfta değerlendirilmiştir. Oluşturulan model taşkın ve sel duyarlılığının belirlenmesinde güvenilir bir çözüm sağlamıştır.

Şahin (2009), yaptığı çalışmada Körfez ilçesindeki 2009-2015 yıllarına ait olan SPOT uydu görüntüleri ve tematik haritaları inceleyerek meydana gelen arazi kullanım değişimini CBS ve UA kullanarak zamansal değişim analizi yapmıştır. Yapılan analizle beraber topografik, sayısal ve tematik haritalarla beraber imar plan kararları da incelenerek

ilçedeki alanların kullanımlarının kıyı alanları üzerindeki etkisini yorumlamıştır. Tüm bu çalışmalar neticesinde zamansal değişim analizi esaslı bir planlama önermiş ve kıyı kullanım alanlarının kullanımlarının olumsuz ve olumlu etkilerini ortaya koymuş ve bunun akabinde kullanımda sürdürülebilir bir planlama yapılabilecektir.

Zorlu vd. (2009), LANDSAT TM5 uydu görüntülerini kullanarak Güney Bolkar Dağları'ndaki Ecemiş Fay Zonu'nun tektonik ve jeolojik özelliklerini belirlemek için arazi ve uzaktan algılama çalışmalarıyla politika analizi ve jeoloji haritası yapmıştır. Yaptığı çizgiselliklerle incelediği faylar sonucunda bu fay kırıklarının doğrultu atımlı fay tipinde olduğu ve ana faya paralel olduklarını tespit etmişlerdir. Bölgedeki sıkışma tektoniğinden kaynaklanan kayma, bindirme sistemi içindeki neotektoniğin yeniden aktive olarak sentetik kırıkların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonuçları tespit edilen tüm faylardaki arazi çalışmaları ile de desteklenmiş ve tespit edilen kırıkların Çalışma alanında bulunan yapılarla da uyumunun olması sebebiyle çalışma alanının yanal sol transtansiyon tektonik rejiminin baskın olduğu sonucuna varılmıştır.

Gülen (2008), yaptığı çizgisellik analizleri ile Balıkesir il merkezindeki sismik riski değerlendirmektedir. Bunun için öncelikli olarak çalışma alanı ve çalışma alanının etrafındaki deprem oluşturan aktif fayları belirlemiş ve daha sonra 1900-2007 yılları arasında meydana gelen depremlerle beraber çalışma alanının sismisitesini incelemiştir. GIS programlarından olan ArcGIS Desktop v.9x programını alanın yükselti, su tablası, alüvyon kalınlığı, jeoloji ve toprak sınıflandırması için kullanmıştır. Alandaki çizgiselliği değerlendirirken yaptığı karşılaştırma haritalarının oluşturulmasında 1/25.000 ölçekli topografik haritaları ve yerleşim yerinin sınırlarını belirlemek için LANDSAT 2006 ETM+ uydusundan alınan görüntüler kullanmıştır. Elde edilen veriler ışığında Balıkesir ilinin sismik risk haritasını çıkarmıştır.

Gürsoy vd. (2007), KAFZ'ndan ayrılmış olan Almus Fay Zonu'nun jeolojik özelliklerini Sayısal Arazi Modeli (SAM) ve UA yöntemleri ile araştırmış ve AFZ'nin aktivitesini incelemiştir. Bu çalışmada LANDSAT 7 Uydu Tematik Haritalayıcısından

(TM) gelmekte olan görüntüleri, bölgenin 1/25.000 ölçekli topografik haritasını ve Mekik Radar Topografya Misyonusunu (SRTM) kullanmaktadır. UA verisi UTM projeksiyon sisteminde geometrik olarak dönüştürülerek topografik haritalar 20m kontur çizgileri sayısallaştırılmış ve görüntüye entegre edilmiştir. Bu yöntem sayesinde orijinal görüntüden daha fazla coğrafi özellik ayırt edilmekte ve daha yorumlanabilir ve ayrıntılı görüntüler elde edilmektedir. SAM ve Uydu görüntüleri ile AFZ örtüştürülerek jeolojik değerlendirme için modeldeki çizgileri belirlemek mümkün olmaktadır. Böylece AFZ'nin jeolojik özelliklerinin çizgisellik haritaları hazırlanmıştır.

Özsoy (2007), yaptığı çalışmada Mustafakemalpaşa Nehri ve bu nehrin boşaldığı göl olan Uluabat'ta toprak erozyonu sonucu sediment taşınımı sorunu için erozyon tahminleme modeli olan YETKE'yi kullanarak toprak erozyon riski tahminlerinde CBS ve UA tekniklerini ve bunların uygulanabilirliğini sınamıştır. Yapılan çalışma CBS ile birlikte kullanılan YETKE modelinin erozyon risk potansiyelinin kolay, doğru ve etkin olarak tahmin edilebileceğini göstermiştir.

Sarı (2005), Denizli ilinde gerçekleştirdiği litoloji çalışmasında LANDSAT5 ve 7 uydu görüntülerini kullanarak jeolojik uzaktan algılamada litolojik birimlerini haritalandırmış, arazi örtüsündeki değişiklikleri ve alterasyon zonlarının belirlenmesini gerçekleştirmiştir. Çalışmada litolojik tanımlamalar Hambat ve çevresi dahil olmak üzere LANDSAT 5 TM uydu görüntülerinden bazı litolojik ayırma yöntemlerini incelemektedir. Görüntüler bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ile karşılaştırıldığı zaman bölgenin litolojisini genel hatları ile en iyi gösteren yöntemlerin PCI kompozit görüntüleri, 741 ve 754 TM bantları olduğu ortaya çıkmaktadır. Uygulanan filtreleme ve çizgisellik haritalandırmasının akabinde gerçekleştirilen saha çalışması sonucu haritalandırması yapılan ve demir oksit anomalisi olarak tanımlanan alanın asıl olarak demir oksit konsantrasyonlarına sahip olduğu belirlenmektedir. Bunun yanında kil bileşenleri ile ilgili Demirkese (2005), Doğu Anadolu, Kuzey Anadolu ve Tuz Gölü Faylarını kapsayan herhangi bir değişim gözlemlenmemektedir. LANDSAT TM uydusunun 5. bandından elde edilen görüntüler; drenaj şekilleri, renk, renk tonları ve topografya kullanılarak uydu görüntülerinden, fayların veya fay çizgilerinin belirlenip yorumlanması için çalışmıştır.

LANDSAT TM uydusunun fayları belirlemede oldukça rahat bir görüntü sağladığına fakat çözünürlük açısından çalışılması gerektiğine değinmektedir.

Kavak vd., (2005) KAFZ alanındaki uydu görüntülerinin LANDSAT TM uydusundan ve ERS-2 SAR radarından elde ederek görüntüde istenmeyen verileri elemek için bu verilere Frost filtresi uygulamaktadır. Görüntüyü zenginleştirmek için kenar algılama yöntemini kullanmaktadırlar. Yapılan kinematik çalışmalar sonucunda Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun sıkıştırma eksenini olan K47°B yönelimli bölgenin altından geçtiğini tespit etmişlerdir. ERS-2 SAR görüntülerine uygulanmış olan doku analizlerinin bölgesel çizgiselliğin oluşturulması açısından daha iyi sonuçlar elde edildiğini gözlemlemektedirler.

Kurterdem (2005), KAFZ çevresinde mevcut olan yüzey yöntemlerinin belirleyerek bunların Kuzey Anadolu Fay Zonu ve öteki olası yapısal unsurlar ile ilişkisini ortaya çıkarmıştır. Çalışma alanı Karabük ilinin güneyinde Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Bu alan ortalama olarak 450 km<sup>2</sup>'lik bir alandır. Bolu G28b2, G28b3, G29a1 ve G29a4 1/25.000 ölçekli topografik paftaları içerisindedir. Çizgisellik analizleri için UA teknikleri ve sağladığı kullanım kolaylığından dolayı da CBS kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan deprem verisi, jeoloji, drenaj, topografya vb bütün veriler CBS ortamında UTM koordinat sisteminde depolanmıştır. Uzaktan algılama ile LANDSAT ETM+ verileri kullanılarak çizgisellik analizleri yapılmıştır. Elde edilen çizgiselliklerin çalışma alanında mevcut olan KAFZ ve yan kollarına ait olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma alanında sağ yanal doğrultu atımlı fay sistemlerine rastlanmıştır. Ayrıca litolojinin de katkısıyla alandaki heyelanlarda gözlemlenmektedir. Çalışmada kullanılan yazılımların kullanım kolaylığı, zamandan kazanç ve verilerin güvenilirliği açısından CBS ve UA tekniklerinin önemi vurgulanmaktadır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde afet olgusu, afet yönetimi, cbs ve afetlerde kullanımı, uzaktan algılama ve afetlerdeki kullanım alanları, İzmit Körfezi'nin yapısal özellikleri, İzmit Körfezi'nin depremselliği ve körfezin güneyinde yer alan fayları içeren konular üzerinde durulmuştur.

#### 2.1. Afet Olgusu

Afetle ilgili birçok tanım yapılmıştır. Afet olgusunun anlaşılabilirliğini arttırmak adına olabildiğince bu tanımlara yer verilecektir.

Afet, birçok kurum ve kuruluşun koordineli eylemini gerektiren, insan haklarına maddi, ekonomik ve sosyal zarar veren ve normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplumu veya insan topluluklarını etkileyen doğal, teknik ve insan kökenli bir olaydır. Bu olaylardan deprem, sel, volkanik patlamalar gibi doğanın normal bir işlevi olarak meydana gelen olaylar “doğal olay” olarak nitelendirilir. İnsan can ve mal kaybına neden olan olaylar ise “afet” olarak adlandırılmaktadır (Şahin ve Sipahioğlu, 2002).

Boz ve Şengün'ün (2017) çalışmasında ülkelerin elde etmiş oldukları birikimleri yok eden ve ekonomik gelişimlerini olumsuz yönde etkileyen bir süreçtir olarak tanımlanan afet olgusu; insanoğlunun varoluşundan bu yana iç içe olduğu bir durum olan, insanların normal yaşamını ve olağan faaliyetlerini durdurarak veya kısmen kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen (Koçak, 2018) , bu topluluklar için fiziksel, sosyo kültürel, ekonomik, çevresel ve doğal kayıplara sebep olan birçok kurum ve kuruluşun koordinasyon ve işbirliği yapmasını gerektiren ve aynı zamanda afetten etkilenen bölgedeki yerel imkânlarla başa çıkılamayacak ve mutlak surette kriz yönetimi de gerektiren doğa veya insan kökenli olaylardır (Kadioğlu, 2011). Afetlerin oluşumunu



incelediğimiz zaman aslında doğal olaylar olduğu bilinmektedir. Ama bu doğa olaylarının içine insan hayatı ve bu olaylardan etkilenen çevre faktörü de girdiği zaman afete dönüşmekte ve gerek kurtarma evresi olsun gerek iyileştirme çalışmaları olsun her evrede insanları zorlamaktadır.

Bu tanımlara ek olarak sosyal bilimler de afet olgusunu ekonomik, sosyolojik ve psikolojik olarak üç farklı açıdan tanımlamaktadır. Ekonomik açıdan afet olgusu; ülke ekonomisini olumsuz etkileyen, belirli süre için ticari fonksiyonların gerçekleşmesini kısıtlayan, savaş ve sosyal tedirginlik veya deprem gibi doğal afet olayıdır (Beck, 2005). Sosyolojik açıdan afet olgusu ise; toplumda tehlike oluşturan, kayıplara ve sosyal yapının bozulmasına neden olan, toplum fonksiyonlarının gerçekleşmesini engelleyen, sosyal karışıklığa neden olan, belirli bir zaman ve yerde yoğunlaşan olaydır. Psikolojik açıdan afet olgusu ise; yaşam ve kaynakların kaybedilmesine neden olan, toplum üzerinde psikolojik etki bırakan, bireylerin günlük yaşantılarının dışında kontrolsüz ve aniden oluşan olay veya doğa felaketidir (Kreps, 1985).

Afet olgusu ile ilgili yapılan tanımlamalarda her ne kadar farklılıklar olsa da bu tanımlamalara baktığımız zaman afetlerin genel özelliklerini şu şekilde özetlemek mümkündür (Beck, 2005):

- Afetler yerleşim yerlerinde ve insan topluluklarında kayıplara neden olur. Kaos, yaralanma, şok ve ölümlere yol açar, sakatlık ve bulaşıcı hastalıklara neden olabilir.
- İnsani faaliyetleri kesintiye uğratarak teknolojik ve sosyal altyapıya zarar verip yerleşim yerlerini etkiler.
- Çarpık kentleşme ve nüfus artışı sebebiyle afetlerin neden olduğu can ve mal kayıplarının oranını arttırır.
- Gelişmiş ülkelere oranla afetlerin sebep olduğu can ve mal kayıpları az gelişmiş ülkelerde daha fazladır.
- Bölge, afete kendi yöntemiyle müdahale edemediğinden, bölge dışından yardım istemesi gerekir.

- Ülkelerin kendi kaynaklarını afetlere müdahale etmek için kullanamaması, uluslararası yardım ve işbirliğine ihtiyaç duymalarına yol açmakta ve bu da küresel etkiye sahip afetlere yol açmaktadır (Dönertaş, 2006).
- İnsan faaliyetlerini kesintiye uğratarak, sosyal ve teknolojik altyapıyı tahrip ederek yerleşim birimlerini etkiler.
- Nüfus artışı, sağlıksız yapılaşma ve kentleşme nedeniyle afetlerin yol açtığı mal ve can kayıpları geçmiş afetlere göre çok daha fazladır.

Doğal olayın afet olabilmesi için önceki ve sonraki dönemlerde yapılanlar önemlidir. Bir afetin büyüklüğü genellikle can kaybı, yaralanma, yapısal hasar ve olayın neden olduğu sosyal ve ekonomik hasar açısından ölçülür. Afetin büyüklüğünü etkileyen faktörler şu şekilde özetlenebilir:

- Meydana gelen olayın fiziksel büyüklüğü,
- Olayın yerleşmenin yoğun olduğu yerlere olan uzaklığı,
- Ekonomik düzey ve gelişmişlik düzeyi,
- Nüfustaki artışındaki hızın fazla olması,
- Tehlikeli bölgelerde denetimsiz ve hızlı endüstrileşme ve kentleşme
- Çevrenin ve ormanların tahribi veya yanlış kullanımı,
- Eğitim eksikliği ve bilgisizlik,
- Afet olaylarına karşı toplumun önceden alabildiği koruyucu ve önleyici önlemlerin düzeyi (Erkal ve Değerliyurt, 2011).

Afet dediğimizde aklımıza sadece deprem, yangın, sel, çığ gibi doğal tehlikeler değil; günümüzde oldukça yaygın olarak görülen terör saldırıları, savaşlar, salgınlar, büyük nüfus hareketleri yani göçler de afet kapsamına girmektedir. Aynı zamanda kimyasal, nükleer ve biyolojik silahlar ya da kimyasal, nükleer ve biyolojik kazalar da afetler kapsamında değerlendirilmekte ve etki alanları ve etki süreleri oldukça geniş olmaktadır.

Bir doğa olayının afete dönüşmesi için olaydan önce ve sonra yapılanlar önemlidir. Tehlikenin farkına varıldıktan sonra alınan önlemler, bir sonraki tehlikenin afete dönüşmemesi veya afet olması durumunda oluşacak kayıpların azaltılması açısından önemlidir. Bir süreçte afet öncesi ve afet sonrası dönem dikkate alınarak:

- Tehlikenin doğru bir şekilde tanımlanabilmesi,
- Tehlikelerin neden olduğu risklerin analiz edilebilmesi,
- Toplumun riskler konusunda bilgilendirilmesi ve olası afetler konusunda gerekli düzeyde eğitilmesi,
- Risk azaltma faaliyetlerinin planlanması,
- Tehlikenin afete dönüşmesini önlemek veya tehlike oluştuğunda kontrollü bir şekilde müdahale edebilmek için müdahale tedbirleri alınabilmesi,
- Afet ve kalkınma ilişkisi göz önünde bulundurularak, kalkınmanın mevcut riskleri artırmak yerine azaltacak şekilde yürütülmesini sağlamak mümkündür (Erkan, 2010).

Yapılan tanımlamalar ve tehlikenin afete dönüşme potansiyellerinin sebepleri incelendiğinde afetleri kendi arasında “oluşma hızına göre afetler” ve “oluşma sebebine göre afetler” olarak iki alt gruba ayırmak mümkündür.

### **2.1.1. Oluşma Hızına Göre Afetler**

Afetler, doğa olaylarının ani olarak veya belirli bir sürede gelişimi sonucunda can ve mal kaybına sebep olması ile oluşmaktadır. Meydana gelen bu afetleri oluşma hızına göre afetler ana başlığının altında; “yavaş gelişen afetler” ve “hızlı gelişen afetler” olmak üzere iki başlık altında toplamak mümkündür.

## **Yavaş Gelişen Afetler**

Yaban hayatı ve ekolojik dengenin bozulması, küresel iklim değişikliğine yol açan sera gazı etkisi, kuraklık, doğal haliyle bırakılması gereken kıyı şeritlerinde yüksek yapılar inşa edilmesi gibi uzun yıllar sonra etkisini gördüğümüz afetler yavaş gelişen afetler olarak adlandırılmaktadır (Varol ve Gültekin, 2016). Bu afetlerden başlıcaları, iklim değişikliği, kuraklık, kıtlık/açlık, erozyon, çölleşmedir.

## **Hızlı Gelişen Afetler**

Doğal olayların mevcut risklerle birleşerek acil durum boyutunu aşmasıyla meydana gelen afetler hızlı gelişen afetler olarak adlandırılmaktadır. Hızlı gelişen afetler belirli bir bölgeyi etkileyebildiği gibi dünya çapında bir etkiye de sebep olabilmektedir. Bu afetlerden en önemlileri, deprem, sel, tu taşkını, toprak kayması, heyelan, çığ, fırtına, kasırga, hortum, yangın, yanardağ patlaması, ulaşım kazalarıdır.

### **2.1.2. Oluşma Sebebine Göre Afetler**

Oluşum sebebine göre afetler doğa olaylarının etkisi ve insan faktörü kaynaklı olarak; “doğal afetler”, “beşeri afetler” ve “teknolojik afetler” olmak üzere üç grup altında incelenmektedir.

#### **Doğal Afetler**

Doğal afetler, toplumları ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan etkileyen, kesintiye uğratan veya tamamen durduran çok sayıda can ve mal kaybına yol açan doğal tehlikelerin yol açtığı olaylar olarak tanımlanmaktadır (Şahin ve Sipahioğlu, 2002). Doğal afetlerden en önemlileri; deprem, sel, taşkın, toprak kayması, heyelan, çığ, fırtına, hortum, kasırga, yanardağ patlaması, yangındır.

## **Beşeri Afetler**

Beşeri afetler doğal afetler gibi doğa olaylarının verdiği kayıplar ya da zarar neticesinde değil kısmen veya tamamıyla insan kaynaklı olan afetlerdir. Beşeri afetlerden en önemlileri; yangın, salgın hastalık, ulaşım kazasıdır.

## **Teknolojik Afetler**

Teknolojik afetler, doğal olayların neden olduğu faktörler ile meydana gelen olay arasında belirlenemeyen, insanların ürettiği teknolojinin yanlış, dikkatsiz veya kasıtlı olarak kullanılmasından kaynaklanan afetler olarak tanımlanmaktadır (Çelik vd.,2020). Bu afetlerden en önemlileri, nükleer/biyolojik/kimyasal kazalar, endüstriyel kazalar, hava kirliliği, asit yağmuru, su ve toprak kirliliği, ulaşım kazalarıdır.

## **2.2. Afet Yönetimi**

Afet yönetimi olgusu toplumsal savunmasızlıkları, tehditleri, riskleri, süreçleri, sonuçları ve yanıtları bir araya getiren ve süreklilik arz eden bir döngüdür. Bu döngüyü oluşturan afetlerin çeşitleri farklı olsa da temel özellikleri aynıdır. Bu temel özellikler ise belirsizlik, tehditler ve acil müdahale edilmesi gereğidir (Donaldson, 1991). Türkiye, coğrafi konumu, doğal yapısı, sosyo-ekonomik direnç durumu sebebiyle başta deprem olmak üzere çığ, heyelan, sel, orman yangınları ve kuraklık gibi afetlere sık sık maruz kalmaktadır. Doğal afetler önlenemez olarak ifade edilse de bu doğal olaylar ilgili toplulukların doğa olayıyla baş etme mekanizmalarının aşılması ve doğa olayının etkilerini yönetemedikleri durumlarda afet haline gelmektedir (World Disaster Report, 2009:7). Eğer olayın temel nedeni bilinebilir ve uygun etki azaltma yöntemleri uygulanabilirse, insan kaynaklı tehlikeler ve bu tehlikelerin neden olduğu riskler önlenebilir (Şahin, 2009).

Afet yönetimi, afetin tanımında değindiğimiz kısımlardan biri olan; kurumların koordinasyonlarını kapsayan, afete hazırlıklı olunmayı gerektiren, afet sonucunda ortaya çıkabilecek olayların önlenmesi, afetlerdeki olası risk ve zararların azaltılması, afetlere etkin müdahale sağlanması ve izleyen dönemdeki iyileştirme çalışmalarının etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi gibi afetin bütün evrelerini kapsayan, bu kapsama toplumun bütün kesimlerini dâhil eden planlamalar yapma, kurumları yönlendirme, koordine etme ve yapılan planlamaların etkin olarak yürütülmesi sürecidir (Kadıoğlu, 2011). Afet Yönetimi:

- Afet risklerini azaltılması,
- Afetin şiddetinin ve sonuçlarının zararlarının önlenmesi ve azaltılması,
- Afete müdahale, planlama ve hazırlık,
- Eğitim ve tatbikatlar,
- Erken uyarı/ tahmin, izleme,
- Afet sonrası etkin ihtiyaç analizi, hızlı müdahale ve iyileştirme,
- Afet sonrası rehabilitasyon vb. durumlar için sürekli bir şekilde, bütünleşik olarak, çok disiplinli, kapsamlı ve sosyo-ekonomik yöntem ile önleme çalışmalarının bir bütünüdür şekilde özetlenebilmektedir.

“Afet yönetimi”; afet olgusu karşısında planlama, araştırma ve gözlem ile etkilerin azaltılmasına yönelik alınan tedbirlerin gelişimi için önleme, hazırlık, zarar azaltma, acil müdahale ve iyileştirme problemlerine çözüm arayan geniş kapsamlı ve model disiplinler arası bir yönetim olarak ifade edilmektedir. Diğer bir “afet yönetimi” tanımı ise “afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılabilmesi amacıyla, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasında yapılması gereken çalışmaların yönlendirilmesi, koordine edilmesi ve uygulanabilmesi için toplumun yönetilmesi, tüm kurum ve kuruluşlarıyla kaynaklarının bu amaç doğrultusunda kullanılmasıdır (Uzunçubuk, 2005). Bununla birlikte, “afet yönetimi” ile yakın anlamlı olarak kullanılan “acil durum yönetimi”, her türlü tehlikeye karşı hazır olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerini kapsamaktadır. Afet yönetiminin amacına benzer şekilde acil durum yönetiminin de amacı, afetlerde hayat

kurtarmak, yaralanmaları önlemek, mal-mülk ve çevreyi korumaktır. Afet yönetimi, afetlerin riskleriyle birlikte tüm yönlerinin yanı sıra aşağıda belirtilen hususları da kapsamaktadır:

- Olası potansiyel zarar verici olayların olumsuz etkilerini azaltıp, ekonomik yönünü dikkate alarak, felaketlerin oluşumunu azaltıcı önlemlerin planlanmasını ve bunların yürütülmesini
- Hemen meydana gelebilecek afet tehdidine karşı uyarı - hazırlık düzenlemelerinin yapılmasını ve hem alarm veya uyarı dönemlerinde, hem de afet etkisinin kötü sonuçlarında, etkin acil durum tepkilerinin düzenlenmesini,
- Göçüklerde, sel baskınlarında, kıtlıkta, yavaş seyirli afetlerde, bölge ve bölge halkının durumunun tespit edilerek takip edilmesini, çözüm ve tedbirlerin zamanında uygulanmasını,
- Afetin oluşmasından hemen sonra ivedilikle hayat kurtarma için acil yardım çalışmalarının uygulanmasını,
- İyileşmeyi hızlandıracak rehabilitasyon önlemlerine hız kazandırılmasını ve afet sonrası devam eden sürekli gelişmenin teşvik edilmesini içermektedir (Uzunçubuk, 2005).

Doğal ya da insan kökenli afet tehlikelerinin etkisi, toplumların sosyal ve ekonomik faaliyetlerini tahrip ederek, gelişmelerine darbe indirerek, sermaye kaynaklarının azalmasına ya da tükenmesine yol açarak kendisini gösterir. Tüm bunların sonucunda da büyük insan kitlelerinin acı çektiği görülmektedir. Bu nedenle afet tehlikeleri, doğal ve insan kaynaklarıyla birlikte tüm çevrenin gelişim planlamalarının sadece bir parçası olarak ele alınmalıdır. Bu açıklamadan ve birbirine yakın tanımlardan da anlaşılacağı gibi “afet yönetimi”, süreklilik arz eden dinamik bir yönetimdir (Boz ve Şengün, 2017).

Sağlık alanından kurtarmaya, eğitimden imara birçok alanı ilgilendiren ve birçok örgüt ile kurumun kendini içinde bulduğu bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda, afet olgusunun boyutu ve çeşidi ile orantılı olarak “afet yönetimi” kavramının da oluşan duruma göre şekil

aldığı söylenebilir. Küçük çaplı bir afet karşısında oluşturulacak yönetim modeli ile bölgesel ya da ülkesel bazda etki doğuran bir afet durumunda oluşturulacak yönetim modelinin farklılıklar içermesi normaldir (Özkul ve Karaman, 2007). Afet yönetimi, afet olayına yönelik kaynakların ve bilginin yönetimi ile ilgilidir. Bu kaynakların etkin, verimli ve sorunsuz bir şekilde koordine edilmesi, afetin neden olduğu kayıpların kısa sürede giderilmesindeki başarı düzeyi ile ortaya konulmuştur.

Çağdaş afet yönetim anlayışında afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılabilmesi için, tehlike ve risklerin önceden iyi bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi, en sade vatandaştan en yetkili kişiye kadar herkesin sorumluluk üstlenmesi ve sürekli geliştirilmesi önem taşımaktadır (Boz ve Şengün, 2017).

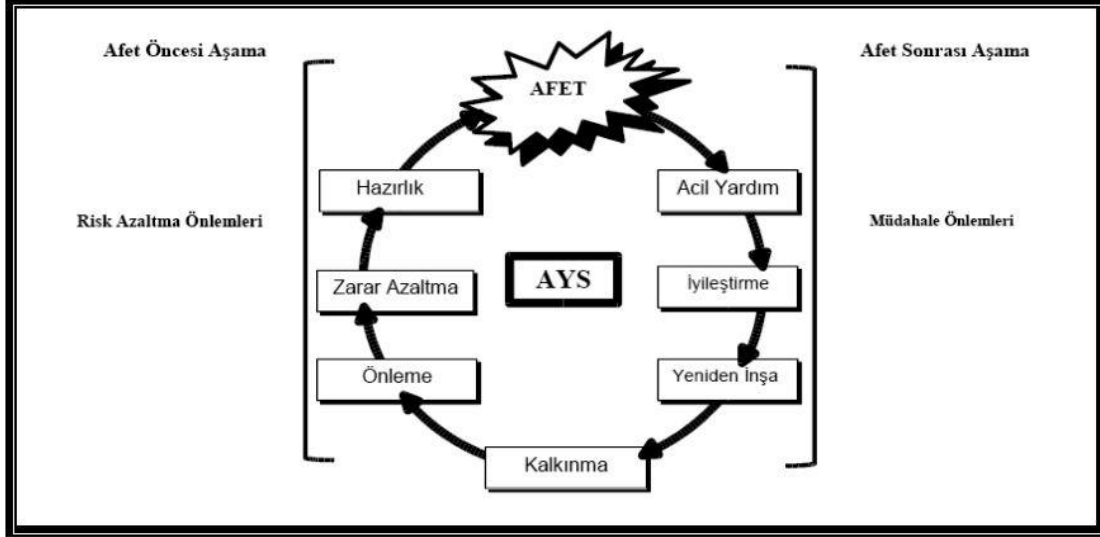
### **2.2.1. Afet Yönetiminin Evreleri**

Afet yönetimi sistemi “Zarar Azaltma (Risk) Yönetimi” ve “Acil Durum (Kriz) Yönetimi” olmak üzere birbirinden farklı ama birbirini bütünleyen iki yönetim sisteminden oluşmaktadır (Işık vd. 2012). Afet yönetiminde afet dönemlerinin bütün halinde ele alınması, toplumun afet direncini yükseltmek ve afetin etkilerini azaltmak için daha bütüncül yaklaşımların gelişmesini sağlamaktadır. Şengün ve Temiz (2007) Afet yönetim modelinin iç içe girmiş evrelerden oluşan ve süreklilik gerektiren bir model olarak tanımlamış ve beş temel bileşenden oluştuğunu belirtmektedirler. Bu bileşenler şu şekilde sıralanmaktadır:

- Zarar Azaltma Evresi,
- Hazırlık Evresi,
- Müdahale,
- İyileştirme Evresi,
- Yeniden İnşaa Evresi olarak ifade etmektedir (Büyükbaş ve Ormanoğlu, 2013; 27)



Bu sürecin ayrıntılı ve kapsamlı bir şekilde ele alınması, toplumun afetlere dayanma direncini geliştirmek ve afetlerin etkisini en aza indirmek için daha sistematik yöntemler geliştirmeye yardımcı olur (şekil 2).



şekil 2. Afet Yönetiminin Evreleri (Özmen vd, 2005)

### Zarar Azaltma

Zarar azaltma evresi afet yönetiminin ilk evresidir. Bu evrede tehlikelerin ve bu tehlikeler sebebiyle meydana gelebilecek mal ve can kayıplarını azaltmayı ya da ortadan kaldırmayı hedefleyen önlemler olarak tanımlamak mümkündür. Afet tehlikesinin önlenmesi ya da büyük kayıplar doğurmasının engellenmesi için gerekli olan bütün toplumsal faaliyetler ve önlemler zarar azaltma evresinin içine dahil edilmektedir (Kadıoğlu, 2008).

## **Hazırlık**

Hazırlık evresi, afetin toplum üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek için gerekli önlemleri alarak meydana gelebilecek olumsuz sonuçları ortadan kaldırmayı ve güçlü bir organizasyonun kurulmasını sağlamaya çalışan bir süreçtir. Afet durumlarına önceden hazırlıklı olmanın en önemli amacı, afet sonrası etkin bir müdahale ile can kaybını azaltmak ve afetin sosyal ve toplumsal etkisini ortadan kaldırmaktır (Ertürkmen, 2006).

Hazırlık evresinde riskler değerlendirilir ve bu değerlendirmelerden sonra planlar yapılır ve bu planlara dayalı olarak tatbikatlar uygulanır (Günaydın, 2019). Hazırlık evresince yapılacak çalışmalarda gerekli olacak olan ekonomik kaynakların mevcudiyeti veya ülkenin ekonomik olarak bu durumu karşılayabilecek olması önemlidir. Hazırlık ve zarar azaltma çalışmalarınca teknolojik imkânlar mevcut olmalı ve uygulanabilecek planlar yapılmalıdır. Aynı zamanda bu planlarda afet yönetimi boyunca sorumlu olan her kurum ve kuruluş üzerine düşen görevi yapmalıdır.

## **Müdahale Evresi**

Müdahale evresi afet meydana geldikten sonra yapılması gerekenlerden oluşmaktadır. Afetten sonra haber alma ve ulaşım faaliyetleri yürütülüp, afetten etkilenenlerin ihtiyaçları belirlenir. Aynı zamanda arama ve kurtarma faaliyetleri sürdürülür, ilkyardım, tedavi, tahliye, geçici iskân, yiyecek, içecek, giyecek, yakacak temini, güvenlik ve çevre sağlığı ile koruyucu hekimlik, hasar tespiti, tehlikeli yıkıntıların kaldırılması gibi çalışmalar, yangınlar, patlamalar, bulaşıcı hastalıklar vb. ikincil afetlerin önlenmesi gibi durumlar ortadan kaldırılmaya çalışılır. Bu evre afetzedelere barınma, sağlık, psikolojik ve sosyal her türlü desteğin verildiği bir süreçtir. Hazırlık ve zarar azaltmada hazırlanan planlarda yer alan bütün kurum ve kuruluşların sorumlulukları ve üstlenecekleri görevler detaylı olarak yer almalı ve kurumlar buna göre hareket etmelidir (AFAD, 2022).

## **İyileştirme Evresi**

Bu dönemde gerçekleştirilen faaliyetlerin ana hedefleri afetzedelerin; iletişim, uzun süreli geçici iskân, su, ulaşım, kanalizasyon, elektrik, ekonomik ve sosyal faaliyetler, eğitim, vb. ihtiyaçlarını karşılamaktır. Afet sonrası iyileştirme evresi, afet yönetiminde afet sonrası müdahale sürecini de kapsar. İyileşme aşamasının temel amacı, toplumun afetten minimum zararı görmesini sağladıktan sonra kurumsal, ekonomik ve sosyal iyileşme içeren bir süreçten oluşmaktadır (JICA Türkiye Ofisi, 2008).

## **Yeniden İnşaa Evresi**

Afetten etkilenen veya zarar gören tüm insan aktivitelerinin afetten önceki düzeyden daha ileri bir düzeyde karşılanabilmesi, bu evrede yapılacak faaliyetlerin ana hedefidir. Bu aşamada gerçekleştirilen faaliyetlerin temel amacı, afetten etkilenen veya zarar gören tüm insan faaliyetlerini afet öncesine göre daha üst düzeyde karşılamaktır (Kadıoğlu ve Özdemir, 2008).

### **2.2.2. Risk Yönetimi**

Risk yönetimi terimi ilk olarak 1950'lerin sonlarında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki sigorta endüstrisinde kullanılmıştır. Risk yönetiminin amacı, bir işletmenin faaliyetlerini istikrarlı bir şekilde sürdürebilmesi için gerekli düzenlemeleri sağlamak, organizasyondaki mal ve kişileri korumak ve işletmenin karlılığını korumaktır. Bu nedenle risk yönetimi, bir organizasyondaki olası beklenmeyen kayıpların en düşük maliyetle kontrol altına alınması için gerekli kaynak ve faaliyetlerin planlanması, organizasyonu, yönetimi ve kontrolü olarak tanımlanabilir (Çağırğan, 1997; 17).

Bir olayın neden olabileceği tüm olumsuz sonuçlar risk kavramını oluşturur. Risk kavramından bahsedebilmek için bir yerde belirli düzeyde tehlike veya olayın olması, mevcut değerinden taviz verilmesi ve etki veya hasar oranının tahmin edilebilir olması gerekir. Risk yönetimi; olası afetlerin belirlenmesi, oluşma olasılığının değerlendirilmesi ve risk altındaki topluluklar üzerindeki olası etkilerin belirlenmesidir. Risk azaltma önlemlerinin belirlenmesi ve tehdit azaltma politikalarının uygulanması gibi konuları içerir.

Risk yönetimi, belirlenen tehlike ve risklerin afet haline gelmeden üstesinden gelinmesi amacıyla plan kapsamında uygulanan önlem ve çalışmalardır (Emhan, 2009). Risk yönetimi ile ilgili olan çalışmalarda; tehlikeleri ve riskleri belirlemek, risk senaryoları hazırlamak, koruma ve azaltım önlemlerini seçmek, sonuçları en son güncellenmiş grafik ve haritalar üzerinde görüntülemek, mevcut kaynakları ve fırsatları belirlemek, afet öncesi risk azaltma ve afet sonrası zarar azaltma için en uygun seçimleri belirlemek ve afetler hakkında karar verip uygulama amaçlanmaktadır (Akbulut ve Ayfer, 2005).

Afet risk yönetimi kavramı dünya çapında yeni kabul görmüş bir kavramdır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin hemen hepsi bu boyuta odaklanarak plan ve politikalarını oluşturmaya çalışmaktadır. Türkiye'nin karşı karşıya olduğu başlıca doğal afetler depremler, kuraklıklar, şiddetli yağışlar, sel, toprak kaymaları, kaya düşmeleri, yangınlar ve endüstriyel patlamalardır. Afet yönetim sistemi can ve mal kaybını azaltmalı ve ülkeleri doğal afetler ve diğer insan kaynaklı afetler dâhil tüm afetlerden korumalıdır. Toplum, kapsamlı bir risk tabanlı afet ve acil durum yönetim sistemi ile desteklenmelidir (Koçkan, 2015).

### 2.2.3. Kriz Yönetimi

Kriz kavramının kökenine bakacak olursak eğer Yunanca'daki karar ve karar vermek anlamına gelen "krino" kelimesinden gelmektedir (Şahin, 2013; 337). Fakat hem sosyal bilimlerdeki hem de fen bilimlerindeki araştırmacılar kavramlara kendi çalışma yöntem ve alanları açısından anlamlar yükleme eğilimde oldukları için kriz kavramı farklı anlamlarda tanımlanmaktadır (Lebow, 1981; 7).

Kriz aniden ortaya çıkan yüksek düzeyde belirsizlik içeren, duygusal tepkilere neden olan, stres ve baskı durumunda kritik kararlar vermeyi gerektiren, iyi yönetilmezse olumsuz sonuçlara ve suçlamalara yol açabilecek, organizasyonlar ve bireyler için çıkarımlar sağlayan acil bir durumdur (Özcan, 2021).

Bir kriz karşısında beklenmedik koşulların üstesinden gelmek ve acil önlem almak gerekir. Kriz durumlarını normal zamanlardan ayıran en önemli özellik, ortaya çıkan sorunlara hızlı yanıt verme ihtiyacıdır. Kriz sırasında yaratılan belirsiz ortam, hükümeti kısa sürede, sınırlı imkânlarla gelişmeleri takip etmeye zorlamış ve bu da hükümet kapasitesinin yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca kriz, idari organizasyonlarda değerleri, amaçları ve çalışma biçimlerini değiştirmektedir. Bu durum doğru değerlendirildiğinde organizasyonel değişim ve yeniden yapılanma için mükemmel bir fırsat yaratabilir. Bu süreç, kamu yönetiminin etkinliğinin ve problem çözme becerilerinin sınındığı ve varlık nedenlerinin sorgulandığı bir döneme tekabül etmektedir.

Doğal afetler uzun zamandan beri ülkemizin kriz yönetimi anlayışında kapsamlı bir konu olmuştur. Aslında ülkemizde uzun yıllardır kriz kavramı değil afet kavramı kullanılmaktadır ve bu kavramlar birbiriyle iç içedir geçmektedir (Aktel ve Çağlar, 2007). Kriz kavramının afet kavramından farklı olarak belli başlı temel özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler; belirsizlik, beklenmezlik, tehditkâr olması, zaman baskısı, yüksek seviyede endişe, uluslararası nitelik, politik etkiler, siyasi karmaşıklık, kurumsal karmaşıklık, geçici

karmaşıklık, enformasyonel karmaşıklık, dinamik ve kaotik olma olarak sıralanmaktadır (Özcan, 2021)

### 2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Dünya'daki sosyal, çevresel, ekonomik vb. problemlerin çözümlerinde kullanıcılara yardımcı olacak coğrafi veriler; toplama, işleme, depolama, mekânsal analiz, sunum ve sorgulama işlevlerini tamamlayan; donanım, personel, yazılım, yöntem ve coğrafi verilerin bütünüdür. CBS verilerin coğrafi koordinatları ile birlikte bir bilgi sistemi ortamında saklanmasıdır. Bu verilere “mekânsal veri” denilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri vasıtasıyla bu coğrafi veriler görüntülenip işlenebilir aynı zamanda değiştirilip veriler arasında çeşitli bağlantılar da kurulabilir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veri görüntülemek için çoğunlukla haritalar kullanılır (Yomrahoğlu, 2002).

Yine CBS, Dale ve McLaughlin'e (1988) göre, basit bir şekilde geometrik nesne verilerini toplamak, depolamak, kullanmak ve analiz etmek için oldukça verimli bir hesaplama, donanım ve yazılım sistemidir. Bu sistemin en önemli özelliği, hem grafik hem de grafik olmayan bilgileri aynı veritabanında tutması ve mevcut bilgilerden yeni bilgilerin türetilmesine olanak sağlamasıdır. Bu bilgiler bilgisayarda “vektör” veya “raster” formatında saklanabilmektedir. Vektör yapılarında depolanan coğrafi veriler çizgiler, noktalar veya çokgenin çevresini tanımlayan noktalar, çizgiler ve koordinatlar olarak depolanır (Yıldırım, 1994). Coğrafi Bilgi sistemleri;

- Yazılım
- Donanım
- Veri
- Yöntemler
- İnsanlar olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır (Yıldırım, 1994).

Verilerin gerçek dünya coğrafi özellikleri ile hızlı ve doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için bilgisayar ortamında modellenmesi gerekmektedir. Analiz için modellemede CBS’deki gerçek dünya verileri, “grafik veriler” ve “grafik olmayan veriler” olmak üzere iki kısıma ayrılır. CBS’de grafik özelliğe sahip olan veriler nokta, çizgi ve alan şeklinde üç biçimde gösterilir. Grafiksel olmayan veriler bilgisayar ortamında öznetelik tabloları şeklinde oluşturulmaktadır. Coğrafi verilerin bilgisayar ortamında analizi, sorgulanma ve görüntülenebilmesi için veri modellerine dönüştürülmesi gerekmektedir (Tombuş, 2015).

CBS’de kullanılan veriler farklı şekillerde elde edilmektedir. Veriler; sahada yapılan coğrafi etütler, fotogrametri, uzaktan algılama, sayısallaştırma veya klasik haritaların taranması gibi yöntemleriyle elde edilebilir. Uzaktan algılama, CBS’ye veri sağlamada en önemli yere sahiptir (Yomralıoğlu, 2002). Uzaktan algılama teknolojisi sayesinde raster veri modelinde elde edilen veriler CBS ortamında hızlı ve doğru bir şekilde analiz edilebilmekte ve amacına uygun bir harita üretilmektedir. Uzaktan Algılama ve CBS biliminin arasındaki veri ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda bu yöntemlerin birbirini btnlediği görülmektedir (Tombuş, 2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile:

- Veri girişi
- Veri yönetimi: veri arşivleme ve düzeltme
- Veri işleme ve veri analizi
- Veri ıkışı yapılabilmektedir.

İdeal bir CBS, coğrafi tanımlı sorular ve sorunlar hakkında, bir elektronik danışmandır. İdeal bir CBS'nin bazı özellikleri; kolay kullanıma sahip olmalı, bir4den fazla mekânsal veri türü kullanabilmeli, farklı veri girişlerini kabul etmeli, benzer diğer sistemler ile uyumlu olmalı, büyük verilerin kullanımına uygun olmalı, analitik kullanım araçlarına sahip olmalı, analizleri hızlı yapabilmesidir (Yıldırım, 1994).

### 2.3.1. CBS'nin Gelişimi

Coğrafya, insan ve doğa arasındaki etkileşimi, farklı yöntem ve teknikleri gelişen teknolojik imkânlarla birleştirerek inceler. Bu yöntemleri kullanarak alanını daha da genişleterek çağa uyum sağlar. Günümüz teknolojik imkânlarının coğrafyaya en büyük katkılarından biri CBS 'dir. CBS, çeşitli coğrafi referanslı konumsal verileri entegre bir şekilde depolamak, yönetmek, analiz etmek, modellemek, sorgulamak ve çıktı almak için yazılım donanım, kullanıcılar, yöntemler ve coğrafi bilgi bileşenlerden oluşan bir sistemdir(Fazal, 2008). Bu, bir bilgisayar veri tabanına ve bu veri tabanını çalıştıran uygun yazılıma uzamsal olarak referans verilerek yapılır. Bu yazılım, donanım, veri, yöntem ve kullanıcı oluşturma bütünlüğü nedeniyle CBS, dünya üzerinde anlam ifade eden her coğrafi referanslı öğeyi elektronik ortama aktarma imkânı sağlar (Demirci, 2008). Ayrıca bu öğeleri veya olayları haritalara dönüştürerek verilerin analiz edilmesi için gerekli bilgisayar desteğini sağlar ve ortak veri tabanlarının entegrasyonunu kolaylaştırır. Bu veritabanlarının yönetimini sağlayarak farklı harita kombinasyonlarının oluşturulmasını destekler. Tablolar ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) çizimleri arasındaki ilişkilerin kurulmasına yardımcı olur. Bu ilişkiler kullanılarak oluşturulan bir veritabanı yönetim sistemi ile harita üzerinde yapılan ve haritaya yansıtılan değişikliklerle yeni haritalar oluşturulabilir. CBS haritalama ve konumsal veri depolamaya olanak sağlayan tematik haritalar oluşturmak için kullanılır ve yeryüzündeki coğrafi unsurların belirli bir görsel kapsamda tek tek veya birlikte semboller halinde sunulmasına yardımcı olur. Coğrafi Bilgi Sistemleri bu özelliği ile coğrafya bilimine büyük ölçüde yardımcı olur (Demirci ve Karakuyu, 2004).

CBS, coğrafyacılar kendi çalışma alanlarında dünyayı nasıl daha iyi anlayabileceklerini ve ifade edebileceklerini, kavisli bir şekle sahip yeryüzünün, teknik imkânların sağladığı rahatlıkla düz kâğıda nasıl çevirebileceklerini, iki veya üç boyutlu arazilerin modellemelerinin nasıl yapılacağını göstermektedir. Ayrıca CBS, yeni konumsal bilgiler oluşturmak için mevcut bilgileri kullanarak birden çok veri katmanını ayrı veri katmanları olarak analiz etme olanağı sağlayan bir araçtır (Decker, 2001). CBS Dünya'nın hem beşeri hem de fiziksel özelliklerini tanımlamak için bir CBS ortamında oluşturulan haritaları kullanır.



Coğrafi bilgi sistemlerinin coğrafyadaki etkinliği her geçen gün artmaktadır. 2000’li yıllardan sonra bu etkinliğin hızı daha da artmaktadır. Bu bağlamda coğrafi bilgi sistemleri, doğal afet yönetimi, sağlık planlaması, kentsel planlama, ağ analizleri yardımıyla en kısa yol analizlerini kullanarak güzergâh belirlenmesi ve kaynak aktarımı gibi hayatımızın birçok alanında kullanılmaya başlanmıştır. Bu durumda CBS’yi kullanan kitlenin gelişmesi de büyük öneme sahiptir. Çünkü günümüzde çakıştırma analizi (overlay) veya tematik harita oluşturma gibi işlemler birçok kişi tarafından yapılmasına karşın bundan birkaç yıl önceye kadar CBS bazı kamu kurumları, araştırmacılar ve planlamacılar gibi oldukça az bir kitle tarafından kullanılmaktaydı.

Mevcut CBS teknolojisi gelişmiş araçlar ve özel bir uzmanlığa sahip olmayı gerektiren bölgesel ve kentsel planlama, iş yönetimi ya da çevre korumaya ilişkin karmaşık sorunların çözüme kavuşmasında CBS teknolojisinin mekansal analizleri simülasyonları ve modellemeleri oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Değerliyurt ve Çabuk, 2015).

Coğrafi bilgi sistemlerinin tarihi aslında insanın tematik haritalara olan ihtiyacı ile başlamıştır. CBS’nin temelleri o zamanlar bilgisayar olmamasına karşın farklı konuların tematik haritalarının üretilmesine dayanmaktadır. Bunun en çarpıcı örneği, 1819 yılında Fransız Pierre Charles Dupin tarafından siyah beyaz tonlamada ve farklı tarama yöntemleriyle üretilen ilk modern istatistiksel tematik haritanın üretilmesidir. Dupin’in Fransa’daki cehalet ve eğitim eksikliğinin dağılımını gösteren haritası CBS’nin temelidir (Uyguçgil, 2011). Bir diğer çalışma ise, modern epidemiyolojinin kurucusu İngiliz fizikçi ve epidemiyolog John Snow tarafından 1854’te Londra’da meydana gelen kolera salgınının kökenlerini ortaya çıkarmak için hazırlanan tematik bir haritadır. Elde ettiği bulgular, Londra başta olmak üzere dünyanın diğer şehirlerindeki atık bertaraf sistemleri ve su kaynaklarının geliştirilmesinde kullanılmış ve böylece halk sağlığını iyileştirmede önemli ilerlemelerin olmasında önemli bir rol oynamıştır.

Snow, salgınları kontrol altına almayı amaçlayan araştırmasında, koleradan ölenlerin sayısını noktalı bir grafik üzerinde göstermiştir. 1940'ların sonlarında elektronik bilgisayarların ortaya çıkmasıyla bilgisayar çağına başlaması, CBS'nin gelişimini hızlandıran en önemli faktörlerden birisidir. Temel ilke olarak CBS, doğrudan bilgisayar teknolojisi gerektirmese de bütünleşmiş bir sisteme dönüşmesinde en önemli faktördür. O zamanlar Harvard Peyzaj Mimarlığı Bölümü'ndeki bilgisayar laboratuvarı, CBS'nin ortaya çıkmasında büyük bir etkiye sahipti. Sisteme isim verilirken peyzaj bilgi sistemi olarak bazı görüşler olsa da sistem adının genelleştirilmesi ve o dönemde farklı meslek disiplinlerinin kullanılması ihtiyacı da gözetilerek sistem adı coğrafi bilgi sistemi olarak belirlenmiştir. CBS, coğrafyada tanımlanan birçok farklı bileşeni analiz etmek için kullanılması gereken önemli bir araçtır (Uyguçgil, 2011).

Bu isim ile CBS çok kısa sürede ticarileşerek farklı alanlarda kullanımı kaçınılmaz bir araç ve bilim dalı haline gelmiştir. CBS ve bilgisayar teknolojisi paralel olarak gelişmiştir. CBS'nin günlük yaşamdaki etkinliğinin sürekli olarak artması bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile olmuştur. 1980'lerden itibaren bilgisayar teknolojisinin yaygın olarak kullanılması, bilgisayar ekranlarında grafik ve haritaların görsel tasarımını kolaylaştırmıştır (Batty vd. 2010). Teknik imkânlar nedeniyle uzaktan algılama yoluyla artan veri toplama olanakları, bu verilerin CBS ile bağlantılı olarak kullanılmasını ve elde edilen verilerin ağ ortamında kullanıcı hizmetlerine sunulmasını mümkün kılmaktadır.

Gelişen teknolojik imkânlar, CBS'nin işlevselliklerin artmasını sağlamıştır. Bu sayede CBS bir harita oluşturmaktan fazlasını yaparak verilerin dijital ortamda saklanmasını ve geleneksel yöntemlere göre daha hızlı değerlendirilmesini sağlamaktadır. CBS ile mevcut verilerden yeni veriler üretilebilir ve bu verilere dayalı olarak farklı haritalar oluşturulabilir (Demirci, 2008). Bu şekilde veri zenginliği artar. Ayrıca, farklı CBS yazılımları arasında veri dönüştürme yoluyla yazılım farklılıklarının olumsuz etkisi azaltılır. CBS ortamında oluşturulan haritalar ise bilgisayar ortamında kolaylıkla saklanabilmekte ve zaman içinde güncellenebilmektedir. Bu, verilerin güncelliğini yitirmesini önler (Değerliyurt ve Çabuk, 2015).

## 2.4. Uzaktan Algılama

Uzaktan Algılama, nesnelerin, arazi yapılarının veya doğa olaylarının fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında herhangi bir fiziksel ilişki olmaksızın çeşitli algılayıcı sistemler aracılığıyla toplanan veriler yardımıyla bilgi edinme bilim ve sanatı olarak tanımlanmaktadır (Sesören, 1998). Uzaktan Algılama enerji kaynağı, enerjinin izlediği yol, hedef nesne ve algılama sistemi olmak üzere dört bileşenden oluşur. Uzaktan algılama biliminde, elektromanyetik enerji kullanılarak bir nesne hakkında bilgi elde edilir. Güneş, uzaktan algılamada en önemli enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, elektromanyetik dalgalar şeklinde Dünya'ya ulaşır ve Dünya'daki nesnelere geri yansır.

Uzaktan Algılama nesnelere yansıyan elektromanyetik enerjinin yoğunluğunu ölçüp nesnelere hakkında bilgi edinmektedir. Uzaktan Algılama kullanılan enerjiye göre; doğal bir enerji kaynağı kullanılıyorsa “pasif”, yapay olarak üretilen bir enerji (radar) kullanılıyorsa “aktif” uzaktan algılama olarak ikiye ayrılmaktadır (Arca, 2012). En yaygın kullanılan Uzaktan algılama formatı, pasif uzaktan algılamadır. Bu sistemde dünya üzerinde belirli yörüngelerde hareket eden uydular üzerindeki sensörler kullanılmaktadır.

En önemli uzaktan algılama uyduları LANDSAT, Spot ve Ers'dir. Elektromanyetik spektrumun bazı kısımları uydulardaki sensör sistemleri için kullanılmaktadır. Uydu sensörlerinin bant adı verilen bu kısımları aracılığıyla elektromanyetik spektrumun belirli dalga boyu aralıklarındaki bilgiler dijital biçimde toplanabilir ve saklanabilir (Sesören, 1998). Yer istasyonları tarafından elde edilen bu sayısal verilere çeşitli veri işleme ve analiz teknikleri uygulanarak bilgiler elde edilmektedir. Örneğin LANDSAT TM5 uydusunda yedi bant bulunmaktadır. Bu bantların her biri farklı özelliklere sahip nesnelere duyarlıdır. LANDSAT TM5 uydusunun Band 1'i mavi ve su yüzeylerine daha duyarlıdır. Bu nedenle yüzey ölçümleri için LANDSAT TM5 uydusunun Band 1'i kullanılmaktadır.

Uzaktan Algılama çok bant kullanılarak yeryüzü hakkında bilgiler elde etmemizi sağlamaktadır. Arazi kullanım durumu, bitki örtüsünün belirlenmesi çok bant kullanılarak elde edilen bilgilere örnek olarak gösterilebilir. Klasik ölçme yöntemlerine göre uzaktan algılamayla bölgeye ait olan bilgiler ekonomik, istenen doğrultuda ve hızlı bir şekilde belirlenebilmektedir (Tombuş, 2015).

## 2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Afetlerde Kullanımı

CBS'den geniş iş sahalarında meydana gelen acil durumlarda ve doğal afetlerde yararlanılmaktadır. Acil müdahale gerektiren bu durumlarda afetin başarılı bir şekilde yönetilebilmesi için alanın tüm detaylarının tam olarak anlaşılması gerekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri de bize alanı tanımayı sağlamaktadır (Arca, 2012). Güvenilirlik, hız ve kullanım kolaylığı açısından, CBS teknolojisi afet kayıplarını azaltmada tercih edilen bir araç olarak görülmektedir. Afet yönetiminde CBS'nin tercih edilme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Meydana gelen yıkımların kontrolünü sağlamak,
- Afetlerin yıkıcı sonuçlarını azaltmaya ve yaşamları ve kaynakları korumaya yardımcı olmak (Aydınoğlu vd., 2009).

Afet yönetim sistemi ile ilgili araştırmalarda CBS uygulamasının afet yönetimine sağladığı büyük avantajlar mevcuttur. Bu avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür: Etkin bir veri paylaşım aracı olması, güncellenebilmesi, hızlı veri analizleri yapabilmesi ve kolay çözümler sunabilmesi, çoklu görselleştirme olanakları sunmasıdır.

Sayılan tüm bu avantajları ile CBS, afet yönetiminin tüm aşamalarında kullanılabilecek etkili bir araçtır (Arca, 2012). CBS' nin ulaşılabilirlik ve anlık analiz

yararlarına örnek verecek olursak eğer sel sırasında yapılan kurtarma çalışmalarında, insanların mahsur kaldığı bir alana ulaşmak için karadan en kısa ve en güvenli yerin belirlenmesi gerektiğinde, selin meydana geldiği bölgenin yeni çekilmiş uydu fotoğraflarını gösteren topografi haritası, sel kapsamı, selde tahliye edilenlerin konumu ile bölgenin ayrıntılı konumu ve bir trafik haritası gerekmektedir. Bu gereksinim doğduğunda CBS çok etkin bir şekilde kullanılabilir. Gereksinim durumunda bunlardan biri veya birkaçı sisteme çağrılabilir, gerektiğinde kolayca araştırılıp analiz edilebilir ve yeni durumlara karşı ihtiyaçlarını karşılamak için yeni haritalar geliştirilebilir (Durduran ve Geymen, 2008).

CBS yardımıyla çeşitli afetleri izlemek, afet risk haritaları oluşturmak, erken uyarı sistemleri geliştirmek, afet durumlarını belirlemek, çeşitli afet senaryoları hazırlamak, acil destek planları hazırlamak, olası afetler için alternatif tahliye ve ulaşım planları hazırlama, arazi kullanım planları geliştirmek, korunan alanların ve rekreasyon alanlarının planlanması, kamu güvenliği ve güvenli yerleşim alanlarının planlanması, tarihi kaynak tespiti ve korunması, yardıma muhtaç alanların belirlenmesi ve gözlemlenmesi, afet sonrası arama kurtarma çalışmalarının yönü, afet bölgesinin belirlenmesi gibi konularda pek çok çalışma yürütülmektedir (Demirci ve Değerliyurt, 2004).

## **2.6. Uzaktan Algılama ve Afetlerde Kullanımı**

Afet araştırmalarında, afetlerin etkili olduğu alanları ve insanlar üzerindeki etkilerini belirlemek için uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen veriler kullanılmaktadır. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları sadece afet sonrası araştırmalar için değil, aynı zamanda çeşitli bilimsel çalışmalar için de kullanılmaktadır. Günümüzde topografik haritalar, 3 boyutlu arazi modelleri, jeolojik haritalar, litolojik grafik dağılım, çökme ve arazi kullanım haritaları, fay haritaları, havza tespiti, nehir taşkın yatağı tespiti, orman örtüsü ve ağaç türleri, madenler, su kaynakları, uzaktan elde edilen veriler aracılığıyla tespit edebilen ve yerleşimlerin, sanayilerin, ticaretin ve ulaşım sistemlerinin

mevcut durumunu izlemek ve tüm bu özellikleri haritalamak uzaktan algılama ile elde edilen verilerle mümkündür (Tombuş, 2015).

Uzaktan algılama teknolojisi yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile afet yönetimi için gereken yeterli ve güncel veriyi sağlamaktadır. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları ile bitki örtüsü, su kütleleri ve jeoloji gibi çeşitli arazi özellikleri haritalanabilmekte, yerleşim alanlarındaki binaların farklı özellikleri analiz edilebilmekte, sokak ağlarının ve açık alanların taşıma kapasiteleri belirlenebilmektedir (Tarhan, 2004).

Uydu ve hava fotoğrafları da volkanik aktivite, sel, heyelan, çığ ve fırtına gibi çeşitli doğa olaylarının zaman içindeki gelişim aşamalarını izlemek için etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin; bu verilerle fırtınaların hangi alanları ne zaman etkileyeceğini ve lav akışlarının etkisini tahmin etmek, volkanik aktiviteyi ve orman yangınlarının nerelerde yayıldığını, selden etkilenen alan ve alanları belirlemek gibi konular tespit edilmekte ve buna bağlı olarak erken uyarı sistemleri, önleme ve kurtarma çalışmaları yapılmaktadır (Sesören, 1998). Uzaktan algılama yöntemi ile yeryüzünün zaman içinde ne gibi değişimlere uğradığı ve bunda etkili olan faktörler de çok rahatlıkla ortaya çıkarılabilmektedir. Örneğin; deprem sonrası yer değişimleri, yanal ve düşey yer değiştirmeler, heyelanların neden olduğu eğim değişiklikleri, fırtına ve dalgalardan kıyılara verilen zararlar bu yöntemle kolaylıkla izlenebilecek özelliklerdir.

Afet sonrası etkileşim analizinde şu anda sahip olduğumuz en önemli veri kaynakları, uzaktan algılama teknikleri ile bize sağlanan kaynaklardır. Afet öncesi ve afet sonrası uydulardan alınan yüksek çözünürlüklü görüntülerdeki değişimler analiz edilerek afetlerin etkisi çok kısa sürede analiz edilebilir. Afet araştırmalarında uzaktan algılama sistemleri ile desteklenen coğrafi ve kentsel bilgi sistemlerinin kullanılmasının, olay yanıtının doğruluğu, politika yapıcılara ve uygulayıcılara afet öncesi, sırası ve sonrasında planlama ve karar verme süreçlerini hızlandırmak ve artırmak için geniş fırsatlar sunmaktadır. Afetlerin sıklıkla yaşandığı, oldukça ciddi can ve mal kaybı verdiğimiz

ülkemizde afetlerin zararlarının en aza indirilmesi etkili bir afet yönetimi ile mümkündür (Arca, 2012).

CBS; veri girişi, işleme, analiz, sorgulama ve güncelleme için çok modern ve kullanışlı bir araç iken, Uzaktan Algılama verimli bir veri toplama yöntemidir. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, günümüzün afet yönetim sistemlerinde bütünleşik veri toplama ve veri işleme araçlarıdır. Uydu görüntüleri ile desteklenen CBS, afet yönetiminin her aşamasında etkin olarak kullanılan ve birçok ülkede afet kayıplarını azaltmak için kullanılan verilerdir (Tombuş, 2015).

Afet yönetimi ile ilgili tüm araştırmalar tek bir merkez tarafından koordine edilmelidir. Merkez, afet yönetiminin tüm aşamaları ile ilgili çeşitli çalışmaların yürütülebilmesi için oldukça geniş bir veri tabanına sahip olmalı ve bu verilerin hızlı ve doğru bir şekilde kullanılması, analiz edilmesi ve iletilmesi için gereken son teknolojilerle donatılmalıdır. Özellikle, bir yandan veri toplamak ve daha sonra diğer kurumların kullanımına sunmak çok önemlidir. CBS ve Uzaktan Algılama bu teknolojilere dahil edilmelidir (Durduran ve Geymen, 2008).

Ülkemizde ve dünyada afetlerden kaynaklı zararları en minimal düzeye indirmek için çeşitli yöntemler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Geliştirilen bu yöntemlerin başında bölgedeki afet risk durumunun ortaya konulması ve buna göre mevcut planların geliştirilmesi gelmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisi, afet kayıplarının azaltılmasında güvenilirlik, hız ve kullanım kolaylığı açısından tercih edilen araç olarak kabul edilmektedir. Kayıplar, afetler meydana gelmeden önlem alınarak azaltılabilir. Bunun için bilinçli ve duyarlı bir yaklaşım, gerekli donanımı sağlayan, iyi organize edilmiş ve iyi işleyen bir yönetim yapısını gerektirmektedir (Arca, 2012).

## 2.7. İzmit Körfezi ve Coğrafi Özellikleri

İzmit Körfezi kıyıları 29.21'29.58' doğu boylamları ile 40.37'40.50' kuzey enlemleri arasında yer alır. Körfez kıyısının kuzeyinde Kocaeli platosu, güneyinde Samanlı dağları, doğusunda ise körfezin doğusunda bulunan alüvyal alan yer almaktadır (Cırtıcı, 2020). İzmit Körfezi, jeomorfolojik yapıya bağlı olarak kıyı kullanımının arttığı ve buna bağlı olarak değişimlerin daha net yaşandığı alanlardan birisidir. İzmit Körfezi Kocaeli sınırları içerisinde Marmara denizinin doğusunda yer alan doğuda İzmit Fuar alanından batıda Yelkenkaya burnuna kadar uzanan tektonik bir oluşumla coğrafi olarak bölünmüş yarı kapalı bir körfezdır (Uzun, 2015). Körfez kara içine doğru sokulmuş 50 km uzunluğundaki alandan oluşmaktadır. İzmit Körfezi'nin en dar yerleri 1.8 km ile Derince-Değirmendere arası ve 2.7 km ile Dil burnu - Hersek arası olup, en geniş alanı ise 9.6 km ile Hereke-Karamürsel arasıdır (Uzun, 2015). İzmit Körfezi'ni batı, orta ve doğu olarak coğrafi açıdan üç bölüme ayırmak mümkündür. Körfez'in batı kısmı doğuda Hersek deltasının kuzeye doğru üçgen yaptığı yer ile batıda Yelkankaya arasında kalan alandan oluşmaktadır. Körfezin en geniş alanını oluşturan orta kısım doğuda Gölcük-Yarımca eşiğinden batıda Hersek deltasına kadar uzanır. Körfezin doğu kesimi orta ve batı kesimine göre daha sığ olmakla beraber İzmit'ten Gölcük Yarımca'ya kadar uzanmaktadır (Ceylan, 2012).

Türkiye'nin nüfus yoğunluğu bakımından en fazla nüfus yoğunluğuna sahip olan bölgesi Marmara bölgesidir. Bölgede iç deniz olma özelliğine sahip olan Marmara denizi mevcut konumu ve geçiş bölgesi olması sebebiyle deniz trafiği açısından oldukça yoğundur. İzmit körfezi de 129.7 km kıyı şeridi ile kıyı kullanım faaliyetlerinin yoğun olduğu Doğu Marmara bölgesinde yer almaktadır. Körfez kıyıları beşeri yapısı, endüstri faaliyetleri, doğal ortam özellikleri, ulaşım faaliyetleri vb. gibi birçok etkenden dolayı oldukça fazla kıyı kullanım alanı yoğunluğuna sahip bir bölgedir (Garipağaoğlu ve Uzun, 2014). Günümüzde dünya nüfusunun hızla artması ve artan bu nüfusun büyük bir çoğunluğunun kıyı bölgelerinde yaşaması, kıyılardaki insan faaliyetlerinin de etkisiyle kıyı çizgisi ve kıyı alanlarında birçok değişiklik meydana gelmiştir. Özellikle son 25 yılda iç ve dış turizme olan talep, ikinci konut ve tatil köylerinin inşası, korunan alanlarda günöbirlik



turizm adı altında yapılan zamansız uygulamalar, turizme yönelik çalışmalar nedeniyle Türkiye kıyıları yoğun demografik baskı altında kalmıştır. Karadan-denize doğru yapılan çalışmalar ve ulaşım problemine çözüm olarak İnşaa edilen otoyollar gibi uygulamalar ekolojik olarak oldukça önemli olan kıyı şeritlerinin büyük bir baskı altında olduğunu açıkça göstermektedir (Akyol vd., 1997). 129.7 km'lik kıyı şeridi ile İzmit Körfezi kıyıları da baskı altında olan alanlardandır.

### **2.7.1. İzmit Körfezinin Jeomorfolojisi**

Kuzey Anadolu Fayı boyunca iki parçaya ayrılan Kocaeli ili güneyinde Armutlu Yarımadasına kuzeyinde Kocaeli yarımadasına ait yükseltilerle çevrilmektedir. İzmit Körfezi çevresi farklı morfolojik özelliklere sahip olduğundan üç kısımda incelenmiştir (Tari, 2007; Ceylan, 2012). Kuzeydeki Kocaeli yarımadası, Üst Miyosen'i aşındırması ve zamanla bir plato halini almıştır. Deniz seviyesinden ortalama 150-200 m yükseklikte olan ova, İzmit Körfezi'ni oluşturan Kuzey Anadolu bölgesinin gelişmesiyle bölünmektedir. Güneyde Samanlı Dağları, Kuzey Anadolu fayının iki kolu arasındaki bölge olarak tanımlanmaktadır. Bu bölüm ortalama 700-1000 metre yükseklikte bir platodur (Tari & Tüysüz, 2011). Kuzey ve güney bölümler arasındaki üçüncü bölüm, İzmit-Adapazarı çöküntü alanıdır. İzmit-Adapazarı çöküntü alanı İzmit Körfezi, Sapanca Gölü ve Adapazarı Ovası gibi farklı tipte aktif tortul havzalar bulunmaktadır. Günümüzde bu çöküntünün iç kısımlarında çökmeler, kenar kısımlarında ise aşınma devam etmektedir (Cırtıcı, 2020; Tari, 2007).

İzmit Körfezi, tektonik hareketle ikiye ayrılan ve bu şekilde oluşan bir çöküntüdür. Marmara Denizi çöken bu alanın büyük bir bölümünü doldurmaktadır. Bu bölge geç Pliyosenden beri makaslama bölgesinin gelişimi ve İzmit Körfezi'nin açılmasıyla beraber parçalanarak Karadeniz'e eğim yapan bir yapı niteliğindedir. Bölge plato özelliğinde olup, ortalama yüksekliği 700-1000 metre arasında değişiklik gösteren yüksek plato şeklindedir (Tari ve Tüysüz; 2011).

### 2.7.2. İzmit Körfezi'nin Hidrografyası

İzmit Körfezi'nde çok fazla göl bulunmamakla birlikte akarsu su ağı oldukça geniştir. Özellikle kısa akarsuların bulunması bölgenin hidrocoğrafyasının oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Körfezin kuzey kesiminde yer alan Kocaeli yaylası, akarsuların kaynağını ve beslenmelerini etkileyen güney kesime göre daha düşük bir kottadır. Kuzeydeki yükselti güneye göre daha düşük olduğu için akarsuların boyları kısa ve kaynağı dardır (Uzun, 2015). İzmit körfezinin oluşumunda akarsu aşındırma şekillerinden olan biriktirmenin etkisi oldukça yoğundur (Akkuş, 1999). Körfezde akıntı olarak iki farklı sistem ile karşılaşmaktadır. Bu iki akıntı sisteminden alt akıntı olarak Akdeniz suyu, üst akıntı olarak Karadeniz suyu girişi gözlemlenmektedir. Körfezdeki yüzey akıntısını etkileyen en önemli unsur rüzgârlardır.

İzmit Körfezi'nin kuzey kesiminde Bekiç çayı, Çağlak çayı, Değirmen çayı, Çenesuyu çayı, Koca çayı, Köy Çayı, Enarca dere, Ayvalık deresi, Akalka çayı, Şeytan çayı, Çınarlı çayı, Ağa çayı, Hamza çayı, Hallaç çayı, İrim çayı ve Geyik dere bulunmaktadır. Koyun güney kesiminde ise Çuhane deresi, Kiraz deresi, Cevizli deresi, Hisar deresi, Pazardere, Ulaşlı deresi, Havuz deresi, Yağcı deresi, Halidere, Yalakdere, Serin deresi, Döngel deresi, Ilıca deresi, Kazıklı deresi, Değirmendere, Kızılüzüm deresi, Kaytazdere, Karasu deresi ve Lale deresi bulunmaktadır (Uzun, 2015).

### 2.7.3. İzmit Körfezi'nin İklim ve Bitki Örtüsü

İzmit Körfezi kıyılarındaki iklim tipleri, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Kışlar kısmen ılık ve yağışlı, yazlar ise daha sıcak ve kurak geçmektedir. Kuzey ve güneyin neredeyse aynı sıcaklıkta olduğu Körfez Kıyısı boyunca belirli bir sıcaklık farkı bulunmamaktadır. Yağışların mevsimsel dağılımı, körfezin kuzey ve güney kıyıları arasındaki yükseklik farkından dolayı farklılık göstermektedir (Cırtıcı, 2020). Özellikle Körfezin güney kesiminde bulunan dağlık bölgelerdeki yamaçlar kuzeyden gelen hava kütlelerini yükselterek bu kesimlerde bol yağış

olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle güneydoğu ve doğu kesimlerinde yağış miktarı yıllık yağış oranından fazladır (Akkuş, 1999).

#### **2.7.4. İzmit Körfezi'nde Nüfus ve Yerleşme**

31 Aralık 2021 tarihi itibarıyla AKS verilerine göre Kocaeli ilinde ikamet eden nüfus bir önceki yıla göre 36.183 kişi artarak 2.033.441 kişi olmuştur. Kocaeli'nde bulunan nüfusun %49,9'unu kadınlar, %50,1'ini erkekler oluşturmaktadır. TÜİK'ten alınan son verilere göre bölgedeki nüfus yoğunluğu ise 563 kişi olmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu, 2022).

#### **2.7.5. İzmit Körfezi ve Güneyinin Depremselliği**

Güneyde Afrika-Asya levhaları ile kuzeyde Avrasya levhaları arasında yer alan Anadolu bloğu batıya doğru hareket etmekte ve bunun sonucu olarak da Marmara Denizi'nde büyük bir gerilme ve stres birikimine sebep olmaktadır. Biriken bu stres tarih boyunca Marmara bölgesinde hem şiddet olarak hem de büyüklük olarak oldukça yıkıcı depremlere neden olmuştur. İzmit körfezinde gerçekleştirilen araştırmalarda 1500'lü yıllardan beri 1719, 1894, 1999 yıllarında 4 büyük deprem meydana geldiği tespit edilmiştir (Ambraseys ve Jackson, 2000). Derin ve sığ sismik kesitlerin incelenmesi sonucunda, doğuda Başiskele limanından İzmit Körfezi'ne giren ve mevcut morfolojiyi kontrol eden ana fayın KAFZ'nun kuzey kolu olduğu görülmektedir. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde çalışmış olan ve hem İzmit Körfezi'nin tabanında hem de karada kırıklar oluşmasına sebep olan KAF'ın bu koludur (Akkargan, 2005).

1.810 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayan İzmit Körfez Havzası, Marmara bölgesinde tektonik olarak aktif bir kuşak olan Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde yer almaktadır. Paleozoik dönemden beri günümüze kadar farklı yaştaki kayalar sahada yayılmış durumdadır. Sahadaki bu kayalar çoğunlukla Paleozoik temellerden oluşur ve aktif

levhaların hareketlerine bağı olarak farklı tektonik hareketleri yönlendiren bir morfoloji mevcuttur.

Körfez’de farklı dönemlere ait olan farklı seviyelerdeki aşınım yüzeyleri, akarsu vadilerinde mevcut olan eğim kırıklıkları çoklu bir döngünün mevcut olduğunu göstermektedir. Bu mevcut durumlar incelendiğinde sahanın polisiklik olduğu söylenebilir. Körfez sahasında hâkim olan yer şekilleri morfolimatik olarak flüvial süreçlerin kontrolü altındadır. Bölgede deniz seviyesinden başlayan yükselti 1460 metreye çıkar ve bölgenin ortalama eğimi 10.9°’dir. Körfez’in hem kuzeyinde hem de güneyinde plato alanı oldukça geniş bir alana sahiptir. Körfez’in güney-güneydoğusunda ise dağlık sahalardan oldukça yoğundur. Bölgede yaygın olarak tepelik gibi görünen platolar akarsular tarafından parçalanmıştır. Bölgede kıyının hemen gerisinde mevcut olan ovalık kısımlar bulunmaktadır. Bölgede akarsu ve tektonik oluşum hala aktiftir (İlze, 2013; Akkargan, 2005).

KAF kuşağı 1200 km uzunluğu ile doğuda Bingöl’ün Karlıova ilçesinden başlayıp Biga Yarımadası ve Saros Körfezi’ni de içine alarak Türkiye’nin kuzeyini kapsamaktadır. 1912 yılından itibaren yıkıcı ve ölümlü neticelenen  $M_w > 6.5$ ’ten büyük olan 10 deprem meydana gelmiştir (Cırtıcı, 2020). 12 Kasım 1999 Düzce depremi neticesinde fayın Şarköy Tekirdağ ile Yalova arasında kalan bölümü sismik boşluk alanı olarak tanımlanmaktadır (Çayır, 2021). Kuzey Anadolu Fayı özellikleri bakımından net olarak izlenebilen bir faydır. Fayda meydana gelen depremlerin oluşu ve bu depremlerle beraber batıya doğru gerçekleşen kırılma 1939’da meydana gelen Erzincan depremi sonrasında yarı-sistemik olarak gözlemlenmiş ve bu kırılma 1967 Adapazarı-Mudurnu Suyu Vadisi depreminin akabinde 1999 yılında meydana gelen Gölcük-Doğu Marmara ile Düzce depremleri ile devam etmiştir. Kuzey Anadolu Fayı Bolu’ya kadar net bir şekilde izlenmekte olup kuzeydeki ana kolu İzmit Körfezi’ne kadar uzanıp Marmara Denizinden geçerek Ganos Fayı’na bağlanmaktadır. Ganos Fayı’na bağlanan KAF Kuzey Ege Denizi’ne uzanmaktadır (Cırtıcı, 2020; Çayır, 2021).

KAF'ın Marmara denizi içerisindeki fay geometrisi, davranışı ve deprem oluşunun özellikleri karada gözlenen özelliklerinden farklılık göstermektedir. Marmara Denizi'nde 1900 yılından beri 2 önemli deprem dışında büyük deprem meydana gelmemesi Marmara Denizi ile ilgili modelleri desteklemeye ve açıklamaya olanak sağlamamıştır. Bununla beraber 1935 yılında meydana gelen Marmara Adası ( $M_s=6.4$ ) ve 1963 yılında meydana gelen Çınarcık ( $M_s=6.3$ ) depremleri, Marmara Denizi'nde  $M_w>6.0$  üzeri depremlerin meydana gelebileceğini açık bir şekilde göstermektedir (Kalafat, 2011). Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun ana parçaları üzerinde bulunan büyük depremler kırılmalarını batıya doğru gerçekleştirerek süregelmış ve son olarak 1999 yılında meydana gelen depremler Kuzey Anadolu Fayı'nın batıya olan uzantısında gerçekleşmiştir (Kalafat, 2011).

MTA tarafından Kuzey Anadolu Fayı'nın Hersek Deltası'nın batı kısmında kalan fayların kırılıp kırılmadığı, bölgenin yakın gelecekteki depremselliği açısından önem arz etmektedir. 1967, 1957, 1951, 1944, 1943, 1942 ve 1939 depremleri, KAF üzerindeki sismik aktivitenin düzenli olarak doğudan batıya kaydığını göstermektedir (Çayır, 2021). 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen deprem, depremin batıya göçünün devam ettiğini göstermektedir. Bu deprem fayın Hersek Deltası'nın doğusundaki bölümün kırılması neticesinde meydana gelmiştir. Depremlerin fay boyunca düzenli olarak batıya ilerlemesi, KAF'ın Marmara Denizi'nin altında kalan kesimlerinde yakın gelecekte meydana gelebilecek olan deprem riskinin arttırmaktadır (Demirtaş vd.,2009). Bölgede bulunan ve 400.000 metrekare ile bölgedeki en geniş alanı kapsayan Gölcük Deniz Üssü Komutanlığı, Gölcük Tersanesi Komutanlığı ve bölgede bulunan çok sayıdaki aktif sanayi, Askeriyeye özel tersaneler, liman işletmeciliği ve yoğun nüfuslu il ve ilçeler ile Körfez ve çevresinin, aktif sismik aktivitenin olumsuz sonuçlarından etkilenme potansiyeli oldukça yüksektir (Çayır, 2021).

17 Ağustos 1999 tarihinde İzmit körfezinde meydana gelen  $M_w=7.4$  olan deprem aletsel dönemde kayıt altına alınan en büyük ikinci depremdir. Meydana gelen can kayıpları ve verdiği ekonomik kayıplar nedeniyle en büyük depremdir. Bu depremin etkileri günümüzde hala görülmektedir. Bu deprem sadece İzmit körfezinde değil Bursa,

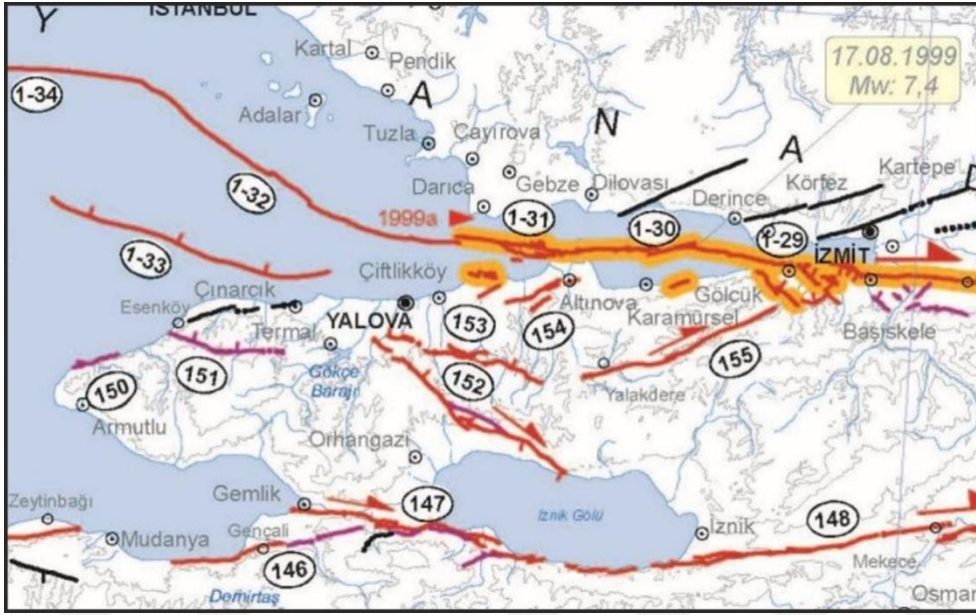
Kocaeli, Yalova, Bolu, Eskişehir, Sakarya ve İstanbul illerinde de mal ve can kaybına sebebiyet vermiştir. Resmi kaynaklar deprem sonucu 18.373 kişinin deprem nedeniyle öldüğünü, 5.840 kişinin kaybolduğunu ve 48.901 kişinin de yaralandığını belirlemiştir (<https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-49322860>). Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'nin araştırma komisyonunun depremden sonra yaptığı bir araştırma sonucu toplamda 364.908 binanın hasar gördüğü ve bu hasar gören binalardan 124.131 binanın orta hasarlı, 112.735 binanın yıkık-ağır hasarlı, 128.042 binanın az hasarlı olduğu tespit edilmiştir (Çayır, 2021).

Aynı zamanda deprem sonucu görülen ikincil afet olan bölgedeki en büyük petrol rafinesi TÜPRAŞ'da meydana gelen yangının söndürülmesi için günlerce çalışmalar devam etmiştir. Kuzey Anadolu Fay (KAF) Zonu'nun geçtiği bu bölgede meydana gelen depremden 87 gün sonra yine aynı fayda merkezi Düzce olan Mw=7.2 büyüklüğündeki bir deprem daha meydana gelmiştir. Sanayi ve nüfus yoğunluğu fazla olan Marmara bölgesinde, meydana gelen bu iki deprem sonrasında birçok kalıcı hasar meydana gelmiştir (Çayır, 2021). Bölgedeki sanayi tesislerinin deprem hasarlarını iyileştirmek için üretime ara vermeleri nedeniyle ülke ekonomisinde küçülme meydana gelmiş ve ihtiyaçlar için dışa bağımlılık artmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2022).

Meydana gelen 1999 depremi sonucunda İzmit Körfezi'nde etkili olan küçük çaplı bir tsunami meydana gelmiştir. 1999 depreminden sonra tsunaminin oluştuğunun kanıtlarından birisi de depremden kısa bir süre sonra İzmit körfezi kıyılarının her ikisinde de meydana gelen deniz çekilmesidir. 17 Ağustos depreminden sonra oluşan tsunami izleri ile ilgili yapılan çalışmalar en fazla çekilmenin 300 m ile gölcük Kavaklı sahilinde kıyıdan içeriye doğru olduğunu göstermektedir. Bu bölgede meydana gelen su basması Körfezdeki diğer kıyılara oranla daha fazla olmuştur (Altınok vd. 2001). Meydana gelen yoğun su basmasının sebebi yalnızca tsunamiden değil, jeolojik yapısı sebebiyle kıyı fayının ve normal fay zonunun oluşmasından dolayı da meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalar bölgedeki Kavaklı fayının da 17 Ağustos 1999 depreminin sonucunda kırıldığını göstermektedir (Demirtaş vd.,2008).

1999 yılında Kocaeli’nde meydana gelen depremin bir sonucu olarak bölgede oluşan fay kırığının Ford Otosan’ın 2 km güneydoğusundan 500 km kuzeybatısına kadar 3-3.5 km uzanmakta olduğu bilinmektedir (Demirtaş vd. 2008). Ayrıca meydana gelen tsunaminin kırığın kuzeydoğusunun, güneybatısına göre maksimum 2.35 m çökmüş olması nedeniyle normalden fazla dalganın iç kesimlere ulaşmasına sebebiyet vermiştir (Demirtaş vd. 2008). Bu durumun en belirgin göstergesi Kavaklı bölgesinde sismik sarsıntı sonucu tortul malzemenin yenilmesi ve bu yenilmeden dolayı gelen tsunami dalgalarının yenilen kesimlerden içeriye girmesidir (Rothaus vd., 2004).

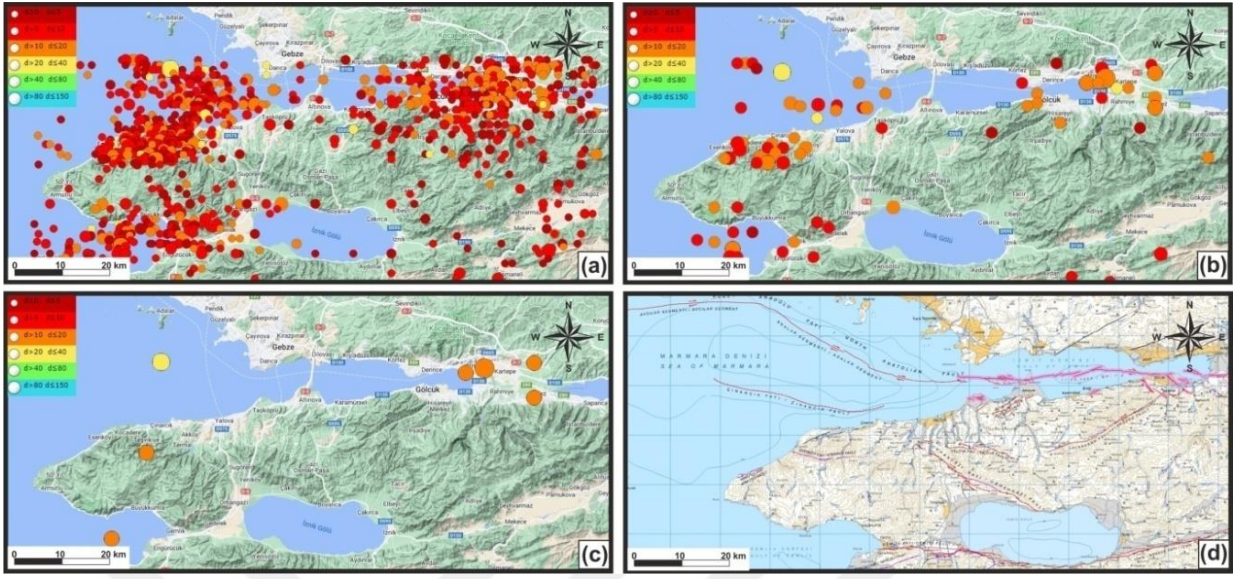
Çalışma Alanı olan İzmit Körfezi ve civarında yer alan başlıca aktif faylar, Kuzey Anadolu Fayının batı uzantılarını oluşturan ve Şekil 3’de gösterilen, Gölcük Segmenti, Karamürsel Segmenti, Darıca Segmenti, Adalar Segmenti, Çınarcık Segmenti, Avcılar Segmenti’dir. Yine çalışma alanının ve İzmit Gölü güneyinde yer alan Gençali Fayı, Gemlik Fayı, İzmit-Mekece Faylarıdır. Armutlu yarımadası ve batısı ile İzmit Körfezi ve İzmit Gölü arasında kalan faylar ise, Armutlu Fayı, Esenköy Fayı, Orhangazi Fayı, Yalova Fayı, Altınova Fayı, Yalakedere Faylarıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanı yakın civarında yer alan faylar. (1-29: Gölcük Segmenti, 1-30: Karamürsel Segmenti, 1-31: Darıca Segmenti, 1-32: Adalar Segmenti, 1-33: Çınarcık Segmenti, 1-34: Avcılar Segmenti, 146: Gençali Fayı, 147: Gemlik Fayı, 148: İzmit-Mekece Fayı, 150: Armutlu Fayı, 151: Esenköy Fayı, 152: Orhangazi Fayı, 153: Yalova Fayı, 154: Altınova Fayı, 155: Yalakdere Fayı) (Emre vd., 2013).

Çalışma alanında ( $40^{\circ}35'-40^{\circ}80'$  enlemleri ile  $28^{\circ}75'-30^{\circ}25'$  boylamları arasında kalan bölge), aletsel dönemde (1900 ve sonrası) meydana gelen depremler, bölgenin yapısal unsurlarının günümüzde aktif olduğunun en büyük kanıtıdır. Bu kapsamda Ocak 1900 ile – Nisan 2022 arasında;  $M>3.0$  olan 989 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin 75 tanesinin büyüklüğü  $M>4.0$ , 7 tanesinin büyüklüğü ise  $M>5.0$ 'dir (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb> adresinden, bu çalışma için derlenmiştir) (Şekil 4 ve Tablo 1).





Şekil 4. Çalışma alanında ( $40^{\circ}35'-40^{\circ}80'$  enlemleri ile  $28^{\circ}75'-30^{\circ}25'$  boylamları arasında kalan bölge), 1900 yılından sonra meydana gelen depremler ve bölgede yer alan aktif faylar. a.  $M > 3.0$  olan depremler, b.  $M > 4.0$  olan depremler, c.  $M > 5.0$  olan depremler (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb> adresinden, bu çalışma için derlenmiştir). (Emre vd., 2011).

Tablo 1. Çalışma alanında ( $40^{\circ}35'-40^{\circ}80'$  enlemleri ile  $28^{\circ}75'-30^{\circ}25'$  boylamları arasında kalan bölge) Ocak 1900- Nisan 2022 tarihleri arasında meydana gelmiş  $M \geq 4.0$  depremler (mavi renkli işaretlenmiş depremler  $M > 5.0$  olan depremlerdir) ve bu depremlere ait bazı parametreler (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb> adresinden, bu çalışma için derlenmiştir).

Tablo 1. Çalışma alanında (40°35'-40°80' enlemleri ile 28°75'-30°25' boylamları arasında kalan bölge) Ocak 1900-Nisan 2022 tarihleri arasında meydana gelmiş  $M \geq 4.0$  depremler ve bu depremlere ait bazı parametreler

No	Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Der(km)	xM	MD	ML	Mw	Ms	Mb
1	06.02.2022	12:07	40.450	28.988	7.7	4.1	0.0	4.1	3.9	0.0	0.0
2	08.03.2020	04:21	40.706	29.262	5.1	4.0	0.0	4.0	3.8	0.0	0.0
3	10.10.2019	16:52	40.695	29.260	10.3	4.1	0.0	4.1	3.8	0.0	0.0
4	20.12.2018	06:34	40.600	28.977	7.3	4.6	0.0	4.6	4.4	0.0	0.0
5	30.11.2018	02:36	40.599	28.967	12.1	4.3	0.0	4.3	4.0	0.0	0.0
6	17.07.2016	08:55	40.703	29.166	11.4	4.1	0.0	3.9	4.1	0.0	0.0
7	25.06.2016	05:40	40.707	29.212	9.3	4.5	0.0	4.5	4.4	0.0	0.0
8	22.10.2014	17:11	40.407	30.115	7.5	4.5	0.0	4.5	4.5	0.0	0.0
9	03.08.2014	22:22	40.608	29.165	11.5	4.1	0.0	4.1	3.8	0.0	0.0
10	17.08.2013	18:16	40.410	29.119	5.5	4.3	0.0	4.2	4.3	0.0	0.0
11	16.08.2011	17:30	40.435	28.894	5.4	4.0	0.0	4.0		0.0	0.0
12	20.01.2011	02:09	40.704	29.763	11.7	4.1	0.0	4.1		0.0	4.1
13	11.06.2010	10:56	40.430	28.940	14	4.2	0.0	4.2		0.0	0.0
14	05.10.2008	06:04	40.631	29.013	15.3	4.2	0.0	4.2		0.0	0.0
15	12.03.2008	18:53	40.616	29.007	10.0	4.8	0.0	4.8		0.0	0.0
16	01.08.2007	19:03	40.787	30.090	5.2	4.0	3.8	4.0		0.0	0.0
17	24.10.2006	14:00	40.416	28.988	12.5	5.2	0.0	5.2		0.0	4.6
18	29.09.2004	15:42	40.790	29.020	13	4.0	4.0	4.0		0.0	0.0
19	16.05.2004	03:30	40.700	29.330	10	4.3	4.3	4.3		0.0	0.0

Tablo 1'in Devamı

20	20.10.1999	23:08	40.790	29.000	10	4.4	4.4	0.0		0.0	0.0
21	29.09.1999	00:13	40.700	29.340	12	4.8	4.8	0.0		0.0	0.0
22	18.09.1999	00:48	40.620	29.120	9	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0
23	17.09.1999	19:49	40.720	30.100	15	4.5	4.5	0.0		0.0	0.0
24	13.09.1999	11:55	40.770	30.100	19	5.2	5.2	0.0		0.0	0.0
25	09.09.1999	20:21	40.750	29.950	14	4.1	4.1	0.0		0.0	0.0
26	09.09.1999	01:32	40.710	29.140	11	4.6	4.6	0.0		0.0	0.0
27	06.09.1999	06:33	40.730	29.790	12	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
28	04.09.1999	10:30	40.740	30.030	17	4.2	4.2	0.0		0.0	0.0
29	31.08.1999	22:28	40.630	29.090	19	4.1	4.1	0.0		0.0	0.0
30	31.08.1999	08:33	40.780	29.960	10	4.6	4.6	0.0		0.0	0.0
31	31.08.1999	08:10	40.750	29.920	17	5.2	5.2	0.0		0.0	0.0
32	22.08.1999	10:09	40.660	30.060	1	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
33	22.08.1999	08:23	40.660	29.380	9	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
34	22.08.1999	01:47	40.620	29.080	10	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0
35	21.08.1999	23:34	40.680	29.210	23	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
36	21.08.1999	10:01	40.720	29.960	8	4.1	4.1	0.0		0.0	0.0
37	20.08.1999	20:12	40.590	29.050	9	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0
38	20.08.1999	09:34	40.620	29.180	17	4.6	4.6	0.0		0.0	0.0
39	20.08.1999	09:28	40.590	29.120	8	4.6	4.6	0.0		0.0	0.0
40	20.08.1999	00:03	40.710	29.790	11	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0

Tablo 1'in Devamı

41	19.08.1999	15:48	40.640	29.150	12	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0
42	19.08.1999	15:17	40.590	29.080	11	5.0	5.0	0.0		0.0	0.0
43	19.08.1999	14:24	40.610	29.100	14	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
44	19.08.1999	14:15	40.600	29.060	12	4.5	4.5	0.0		0.0	0.0
45	18.08.1999	13:59	40.790	29.040	9	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
46	18.08.1999	09:30	40.650	29.670	5	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
47	17.08.1999	20:30	40.750	29.320	16	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0
48	17.08.1999	17:09	40.600	30.240	11	4.0	4.0	0.0		0.0	0.0
49	17.08.1999	15:17	40.750	29.750	10	4.1	4.1	0.0		0.0	0.0
50	17.08.1999	14:32	40.730	29.390	17	4.4	4.4	0.0		0.0	0.0
51	17.08.1999	05:54	40.780	29.050	5	4.3	4.3	0.0		0.0	0.0
52	17.08.1999	00:01	40.760	29.970	18	7.4	7.4	0.0		0.0	0.0
53	28.05.1994	18:01	40.670	29.850	14	4.0	4.0	0.0		0.0	3.9
54	28.03.1994	16:58	40.350	29.980	9	4.0	3.9	0.0		0.0	4.0
55	3.03.1991	08:39	40.630	29.000	10	4.6	0.0	0.0		0.0	4.6
56	27.01.1989	09:48	40.430	29.150	11	4.1	0.0	0.0		0.0	4.1
57	03.09.1987	16:24	40.460	29.240	8	4.0	0.0	0.0		0.0	4.0
58	11.04.1985	13:11	40.700	29.010	6	4.2	0.0	0.0		0.0	4.2
59	27.08.1984	06:32	40.740	30.000	27	4.0	0.0	4.0		0.0	3.9
60	27.07.1982	10:23	40.380	28.950	11	4.6	0.0	4.6		0.0	4.3

Tablo 1'in Devamı

61	23.05.1982	16:23	40.450	29.040	4	4.2	0.0	4.2		0.0	3.2
62	20.05.1982	02:42	40.400	28.980	10	4.5	0.0	4.5		0.0	3.9
63	16.04.1982	08:01	40.790	29.840	0	4.0	0.0	0.0		0.0	4.0
64	28.08.1981	07:17	40.470	29.210	10	4.3	0.0	4.3		0.0	3.8
65	28.07.1981	07:17	40.470	29.210	10	4.3	0.0	4.3		0.0	3.8
66	29.05.1976	22:42	40.360	28.890	6	4.4	0.0	4.4		0.0	4.0
67	18.01.1974	10:57	40.500	28.940	18	4.2	3.9	4.2	4.1	3.6	4.0
68	22.11.1973	14:54	40.360	29.880	8	4.4	4.1	4.4	4.3	3.9	4.2
69	28.02.1972	02:04	40.400	29.000	6	4.4	0.0	4.4	4.2	3.7	4.1
70	19.10.1964	14:06	40.500	29.000	10	4.2	4.2	4.1	4.2	4.0	4.2
71	18.09.1963	16:58	40.770	29.120	40	6.3	6.0	6.0	6.2	6.3	5.9
72	19.04.1962	08:22	40.750	28.840	10	4.6	4.4	4.4	4.6	4.3	4.5
73	06.08.1959	12:08	40.400	29.200	10	4.4	4.3	4.2	4.4	4.1	4.4
74	02.04.1959	04:34	40.500	29.410	20	4.8	4.7	4.6	4.8	4.6	4.7
75	21.08.1907	00:00	40.700	30.100	15	5.6	5.4	5.3	5.6	5.5	5.4

### Orhangazi Fayı

Öztürk vd. (2009) tarafından normal bir fay şeklinde haritalandırılmış ve adlandırılmıştır. Fay yaklaşık olarak 9 km uzunluğuna sahiptir ve D-B ve 70° K-B doğrultuları arasında yer almaktadır. Bu fay sağ yanal ötelenmiş dereler ve kapatan sırtları

(shutterraidge) oluşturmaktadır. Bursa ilinin Orhangazi ilçesine bağlı Çakırlı mahallesinin batısında mevcut olan Tekeci Dere’de 21m, Kocaeli sınırları içerisinde Üreğil’in batısında mevcut olan Değirmendere’de ise 23m sağ yanal atım mevcuttur (Öztürk vd., 2009). Fayda ölçülen yapısal verilerden yapılan fayın kinematik analizi sonucu KB-GD yönlü sıkışma ve KD-GB yönlü çekme gerilme belirlenmiştir. Sağ yanal oblik normal fayı olan Orhangazi fayının; kuzey kenardan İznik havzasının açılmasını etkilediği tespit edilmiştir (Doğan ve Tüysüz, 2012).

### **Yalova Fayı**

Yalova ili, Armutlu yarımadasını oluşturan Doğu-Batı doğrultusunda uzanan Samandağlarının kuzeybatısında yer almaktadır. Tektonik kökenli olan bu dağ kuşağı KAFZ’nun güney ve kuzeyindeki yükselim alanına karşılık gelmektedir. Yalova’daki düzlükler deniz ile dağ kütlesi arasında Doğu-Batı uzanımlı bir kuşak oluşturmaktadır. Oluşan bu düzlükler Çınarcık ile Yalova arasından Marmara Denizi’ne kadar ulaşmaktadır. Yalova ili sismisite açısından aktif olan KAF hattı üzerinde yer almaktadır. KAF, çok büyük doğrultu atımlı faylardan birisidir ve genel olarak Avrasya’da bulunan Alp-Himalaya sistemine olan benzerliğiyle dikkat çekmektedir (Turan, 2009).

### **Altınova Fayı**

17 Ağustos 1999 yılında meydana gelen deprem, Altınova’nın doğusunda denizin içinde başlayıp doğuda Gökaya’ya kadar uzanan yaklaşık olarak 130 km uzunluğunda bir yüzey kırılması gerçekleştirmiştir. Gökaya-Gölcük arasındaki alanda kalan bu kırık üzerindeki yer değiştirmelerin sağ yönlü olup birkaç santimetreden beş metreye kadar değişik miktarlarda olduğu ölçülmüştür. Bu kırık batıda bulunan Altınova bölgesinde karadan gözlenemez. Ancak, Yalova doğusunda yer alan Lale dere deltasında bu depremde gelişmiş bir faylanmaya yorumlanabilecek yapısal özellikler sunan yüzey kırıkları gözlenmiştir (Turan, 2009).

## **Yalacdere Fayı**

Yalacdere fayı, KAF' tan sonra bölgenin yapısının oluşması açısından oldukça önemli bir faydır. Yaklaşık olarak K20-30D doğrultusu ile kabaca uyumludur. Önemli topografik yükseltilerden oluşmaktadır ve genel olarak Yalacdere Vadisi'ni takip etmektedir. Fay sol yanal bir fay olup doğrultu atımlıdır. Fayın atım miktarı kesin olarak belirlenmemektedir. Fayın Üst Miyosen'in sonunda KAF meydana gelirken oluştuğu düşünülmektedir. KAF'ın yükselerek batıya doğru hareket etmekte olan güney bloğu ile Yalacdere fayının doğu bloğu kuzey-kuzeydoğuya doğru hareket ettiği kısım makaslama (sıkışma) zonundadır. Bu sıkışma zonu sebebiyle burada bazı kıvrımlar meydana gelmiştir. Yalacdere fayının batı bloğu ise güney-güneybatıya hareket ettiği için doğu bloğuna göre daha çok genişleme bölgesinde kalmakta ve serbestleşmektedir (Akkuş, 1999).

## **Armutlu Fayı**

Türkiye'nin depremsellik bakımında en aktif bölgelerinin başında Marmara Bölgesi gelmektedir. Bu aktifliğin en belirgin örneği 1999 yılında meydana gelen ve artçıları 3 yıl boyunca süren Gölcük ve Düzce depremleridir. 1999' da meydana gelen bu depremler ve akabinde devam eden artçılar bölgenin depremsel olarak aktifliğini önemli ölçüde arttırmışlardır. Aktifliği artan bölgede deprem aktivitesi etkilenen bölgelerden birisi de Armutlu Yarımadasıdır. Bölge deprem aktivitesi açısından Kandilli Rasathanesi'ne ait veriler kullanılarak incelendiğinde 1999 yılında meydana gelen kırığın genel olarak sakin olmakla beraber batı ucundaki mikro-deprem aktivitesinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tunç vd. 2011). 1999 Kocaeli kırığının batı ucunda ve Marmara Bölgesi'nin doğusunda yer alan Armutlu fayının güneyinden ve kuzeyinden Kuzey Anadolu Fayı'nın iki kolu geçmektedir.

Armutlu yarımadası faydaki tektoniğin etkisiyle depremsellik olarak oldukça aktif bir yapıya sahiptir. Anadolu'da neotektonik dönem, Avrasya ve Arap levhalarının Erken Miyosen döneminden başlayıp Orta Miyosene kadar olan dönemde birbirleri ile

çarpışmaları sonucu başlamıştır. KAF ve DAF sistemleri bu çarpışmadan dolayı Anadolu Bloğu'nun doğu kısmında meydana gelen kalınlaşma sonucu oluşmuşlardır. Anadolu Bloğu, KAF ve DAF'ın etkisiyle yılda 2 mm hızla batıya doğru hareket etmektedir. Bu hareket neticesinde Ege Bölgesi'nde horst-graben yapıları ve açılma rejimi gözlenmektedir (Şengör, 1979; Tuğrul vd., 1992; Yılmaz ve Şengör, 1981).

Armutlu Fayı GB-KD doğrultulu iki ana segmentten oluşmaktadır. Batıdaki kolu Taşköprü ile Lale Deresi arasında yaklaşık 4 km uzanmakta ve Akkim Tesislerinin doğusu ile Taşköprü arasında kalan alan da yaklaşık 1.5 km uzunluğundadır (Demirtaş vd.,2009). Bölgede bulunan sanayi kuruluşları göz önünde bulundurulduğunda, bölgenin tektonik özelliklerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi önemlidir. 1999 yılında meydana gelen depremlerden sonra artan mikro-sismik aktivite, yer altı su seviyesindeki değişim ile basınç arasındaki ilişki de araştırılmaktadır. KAF'ın iki kolu arasında bir horst yapısı göstermekte olan Armutlu Yarımada'sının üzerinde bazı jeotermal alanlar bulunmaktadır (Eisenlohr, 1997). Bölgede yüzey sıcaklıkları 60°C-70°C'ye ulaşmakta ve en sıcak olanları Yarımada'nın kuzeyindeki Yalova-Termal ile yarımadanın batısındaki Armutlu'dur. Bölgenin güney ve doğusunda ise yüzey sıcaklıkları 20°C-30°C arasında değişen Orhangazi, Soğucak, Gemlik ve Keramet termal alanlarıdır. Bölgede bulunan termal alanlar ile bölgesel faylar karşılaştırıldığında, bu iki oluşumun arasında bir ilişki olabileceği düşünülmektedir (Eisenlohr, 1997).

Türkiye'nin sismik olarak en aktif tektonik yapılarından birisi olarak kabul edilen Kuzey Anadolu Fayı'nın batı ucunda bulunan Armutlu Yarımadası, termal alanları ve yüksek mikro-deprem aktivitesi ile karakterize olan bir bölgedir. Bölgedeki daha önceden farklı birçok kurum tarafından yerleştirilmiş deprem istasyonları olmasına rağmen, deprem ilişkilerinin daha da ayrıntılı olarak incelenebilmesi amacıyla 2005 yılının Eylül ayında ARNET, Armutlu Sismik Ağı kurulmuştur.

ARNET sismik ağı Armutlu Yarım adasının yakın çevresinde mevcut olan 26 adet deprem istasyonu ve Armutlu Yarımadasından oluşmaktadır. Bu sismik ağ Alman



GeoForschungsZentrum (GFZ) ve Kocaeli Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Merkezi (KOU-YUBAM) tarafından ortak olarak işletilmektedir. Sismik ağ verileri YUBAM laboratuvarlarında işlenmektedir. İşlenen bu veriler kullanılarak Armutlu yarımadasının deprem tomografisi, tektonik özellikleri, makaslama dalgası yayını, odak mekanizması çözümleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Tunç vd. 2011). 2005-2010 yıllarını kapsayan ARNET sismik ağına ait verilerin dağılımı incelendiğinde meydana gelen depremlerin bazı gruplanmalar ve saçılmalar gösterdiği görülmektedir. Mikro-depremlerin göstermiş olduğu saçılmaların, bölgedeki orta ve küçük büyüklüklerde farklı kırık sistemlerinin ve tektonik yapının karmaşıklığının sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Bölgede yatay yönde ani olarak meydana gelen hız değişimleri, bölgenin sahip olduğu tektonik yapının karmaşıklığını destekler niteliktedir. Armutlu Yarımadasında meydana gelen depremlerin odak noktaları incelendiğinde, kısmen ters ve normal faylanmalarla beraber genel olarak sağ yönlü doğrultu atımlı faylanmalar mevcuttur (Tunç vd. 2011).

### **Esenköy Fayı**

14 km uzunluğunda, genel doğrultusu 267-291 olan, 70-75 arası eğime sahip bir normal fay olup, 6.37 Mw büyüklüğünde deprem üretme potansiyeli mevcuttur. (Karabulut vd. 2002; Sato vd. 2004; Emre vd. 2018).

## **2.8. LANDSAT Çizgisellik Analizleri**

Bir bölgede mevcut olan jeolojik unsurların tektonik çizgiselliklerinin belirlenmesi oldukça zaman almakta ve maliyet gerektirmektedir. Bunun için UA ve CBS'nin bütünleşik kullanımı geniş alanların aynı zamanda incelenebilmesi afet yönetimi için oldukça önemli fırsatlar sunmaktadır (Gazozcu, 2011).

Arslan ve Akyürek (2015)'in çalışmalarında belirttiği gibi uydu görüntülerinin jeolojideki kullanımlarından birisi olan çizgisel haritaların oluşturulması ve bu haritaların jeolojik yapıların tespitinde kullanılması da afet risk yönetimi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Kıranşan (2021), çizgiselliği “şekil olarak çevreleyen diğer yapılardan farklı olan ve yer altı yapılarına karşılık gelebilen haritalanabilir yüzey özellikleridir” olarak ifade etmektedir. Deprem riski altında bulunan ülkemizde afetin etkilerini en aza indirebilmek için çok bantlı uydu görüntülerinin yorumlanması ve bu yorumlama sonucunda fayların ve fay kırıklarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Çünkü fay kesişimlerinin olduğu bölgeler; fayların bükülme, ani yükseklik değişikliği gösterdiği alanlar, fayların atım yapmış olduğu kısımlar ve litolojik değişime uğramış sahalar deprem riskinin yüksek olduğu, tehlike arz eden yerlerdir (Demirkesen, 2005). Bu bölgeler uydu görüntülerinden yararlanılarak elde edilen çizgisellik haritaları ile belirlenebilmektedir. Otomatik olarak oluşturulmuş olan çizgisellikler MTA'nın hazırladığı jeolojik oluşumların ayrıntılı olarak gösterildiği topografik haritalarla karşılaştırılıp, oluşturulan çizgiselliklerin morfolojik olarak mevcut olan çizgisellikler olduğunun tespiti için kullanılmakta ve bu bulgular saha çalışmalarıyla doğrulanabilmektedir (Arslan & Akyürek, 2015).

Çizgisellik analizleri birkaç adımdan oluşmaktadır. Öncelikli olarak, seçilen uydudan yararlanılarak çalışılan bölgenin uydu görüntüleri elde edilmektedir. Elde edilen bu görüntüler sayısallaştırma yöntemleri ile ekrandaki kompozit alanlar sayısallaştırılarak fay çizgilerinin çıkarımı yapılmaktadır. Sayısallaştırma yönteminden sonra uygulanan filtreleme yöntemi kenar bulma ve zenginleştirme ile verideki fay çizgilerinin arazide mevcut olan formasyon sınırlarını ve çizgiselliklerini belirlemek için kullanılmaktadır.

Son olarak sayısal yükseklik modelinin (SYM) gölgelendirilmesi ile faylar daha belirgin hale gelmektedir. Fayların çizgiselliklerinin belirlenmesi için SYM yönteminin mutlak kullanılması gerekmektedir (Demirkesen, 2005)

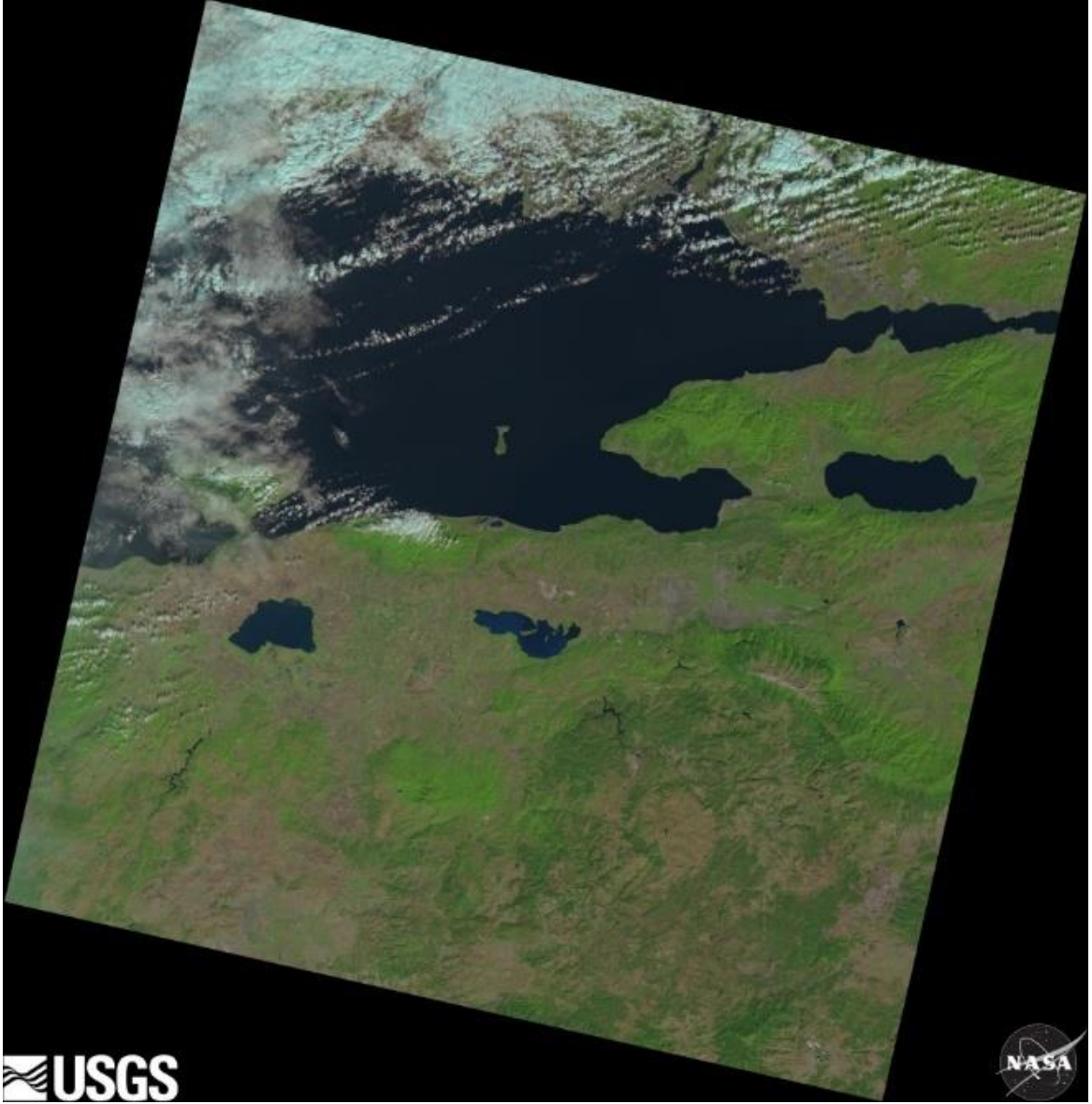
## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### MATERYAL METOD

Bu yüksek lisans tez çalışmasında kullanılan metotlar başlıca 3 adımdan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla; literatür taraması, bölgede meydana gelen depremlerin yer, büyüklük ve zaman bakımından incelenmesi ve uzaktan algılama çalışmalarından oluşmaktadır.

Bu kapsamda literatür taramasından sonra ilk olarak çalışma alanında (İzmit Körfezi ve güneyinin) aletsel dönemde (1900 yılı sonrası) meydana gelen özellikle  $M > 4.0$  olan depremler listelenmiştir ve aktif fay haritasındaki fayların lokasyonları ile karşılaştırılmıştır.

Özellikle Armutlu-Orhangazi arasında, 1900 sonrasında  $M \geq 4.0$  olan depremler mevcut olmasına rağmen (Şekil 4a), bu alanda aktif bir fay yer almamaktadır (Şekil 4d). Bu alanda, bu depremlere kaynaklık edebilecek diğer aktif yapısal unsurlar, uzaktan algılama yöntemiyle belirlenmiştir. Çizgisellik analizi için LANDSAT8-OLI uydusuna ait, USGS internet sitesinden temin edilen ve LC08\_L1TP\_180032\_20211008\_20211018\_01\_T1 kodlu uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 5). Kullanılan bu görüntüye ait özellikler ise, Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir.



Şekil 5.Çalışma kapsamında kullanılan LANDSAT görüntüsü

Tablo 2. Kullanılan LANDSAT görüntüsüne ait özellikler

Özellik	Değeri
Landsat Product Identifier	LC08_L1TP_180032_20211008_20211018_01_T1
Landsat Scene Identifier	LC81800322021281LGN00
AcquisitionDate	2021/10/08
Collection Category	T1
Collection Number	1
WRS Path	180
WRS Row	032
Target WRS Path	180
Target WRS Row	032
Nadir/Off Nadir	NADIR
RollAngle	-0.001
Date L-1 Generated	2021/10/18
Start Time	2021:281:08:45:55.7691250
Stop Time	2021:281:08:46:27.5391240
Station Identifier	LGN
Day/NightIndicator	DAY
Land Cloud Cover	18.00
Scene Cloud Cover	21.07
Ground Control Points Model	323
Ground Control PointsVersion	4
Geometric RMSE Model (meters)	7.300
Geometric RMSE Model X	5.081
Geometric RMSE Model Y	5.241
Image Quality	9
Processing Software Version	LPGS_13.1.0
Sun Elevation L1	41.16538765
Sun Azimuth L1	157.70345199
TIRS SSM Model	FINAL
Data Type Level-1	OLI_TIRS_L1TP

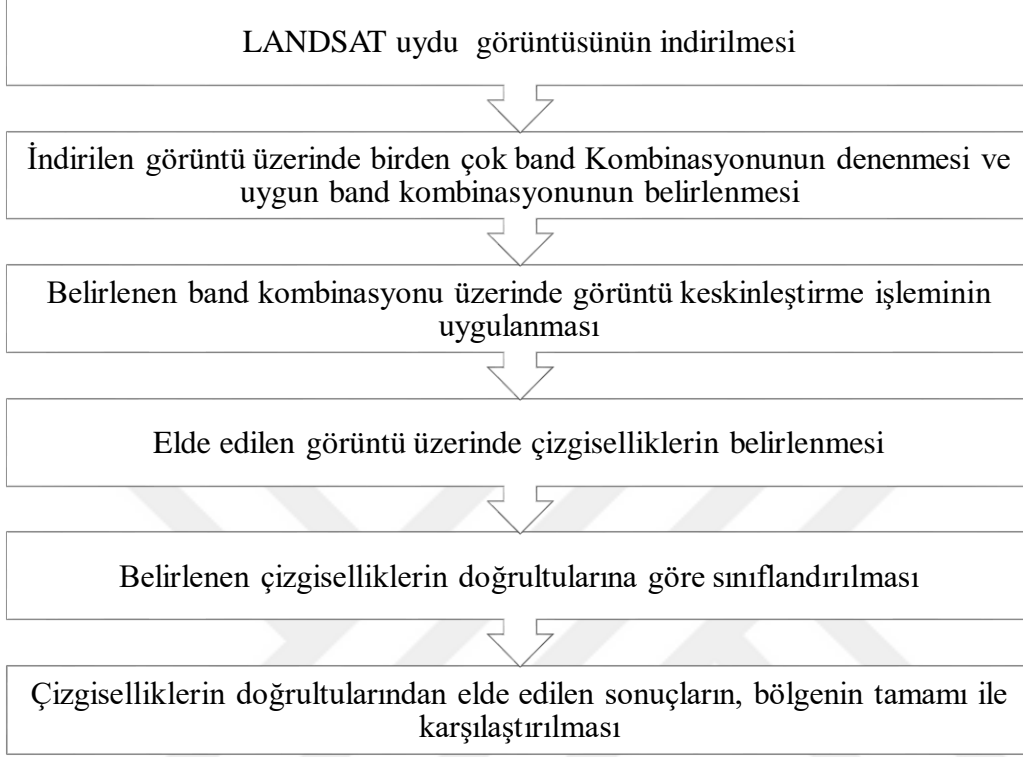
Tablo 2'nin devamı

Sensor Identifier	OLI_TIRS
Panchromatic Lines	15561
PanchromaticSamples	15301
ReflectiveLines	7781
ReflectiveSamples	7651
ThermalLines	7781
ThermalSamples	7651
MapProjection Level-1	UTM
UTM Zone	35
Datum / Ellipsoid	WGS84 / WGS84
Grid Cell Size Panchromatic	15.00
Grid Cell Size Reflective	30.00
Grid Cell Size Thermal	30.00
BiasParameter File Name OLI	LO8BPF20211008083448_20211008101517.01
BiasParameter File Name TIRS	LT8BPF20211007141409_20211014213836.01
CalibrationParameter File	LC08CPF_20211001_20211231_01.01
RLUT File Name	LC08RLUT_20150303_20431231_01_12.h5

Tablo 3. Kullanılan LANDSAT görüntüsüne ait koordinat bilgileri

<b>Özellik</b>	<b>Değeri</b>
Center Latitude	40°19'58.19"N
Center Longitude	28°38'18.85"E
UL CornerLat	41°23'13.99"N
UL CornerLong	27°48'14.15"E
UR CornerLat	40°58'40.19"N
UR CornerLong	30°00'59.69"E
LL CornerLat	39°40'13.87"N
LL CornerLong	27°17'05.46"E
LR CornerLat	39°15'47.88"N
LR CornerLong	29°26'32.68"E
Center Latitudedec	40.33283
Center Longitudedec	28.63857
UL CornerLatdec	41.38722
UL CornerLongdec	27.80393
UR CornerLatdec	40.97783
UR CornerLongdec	30.01658
LL CornerLatdec	39.67052
LL CornerLongdec	27.28485
LR CornerLatdec	39.26330
LR CornerLongdec	29.44241

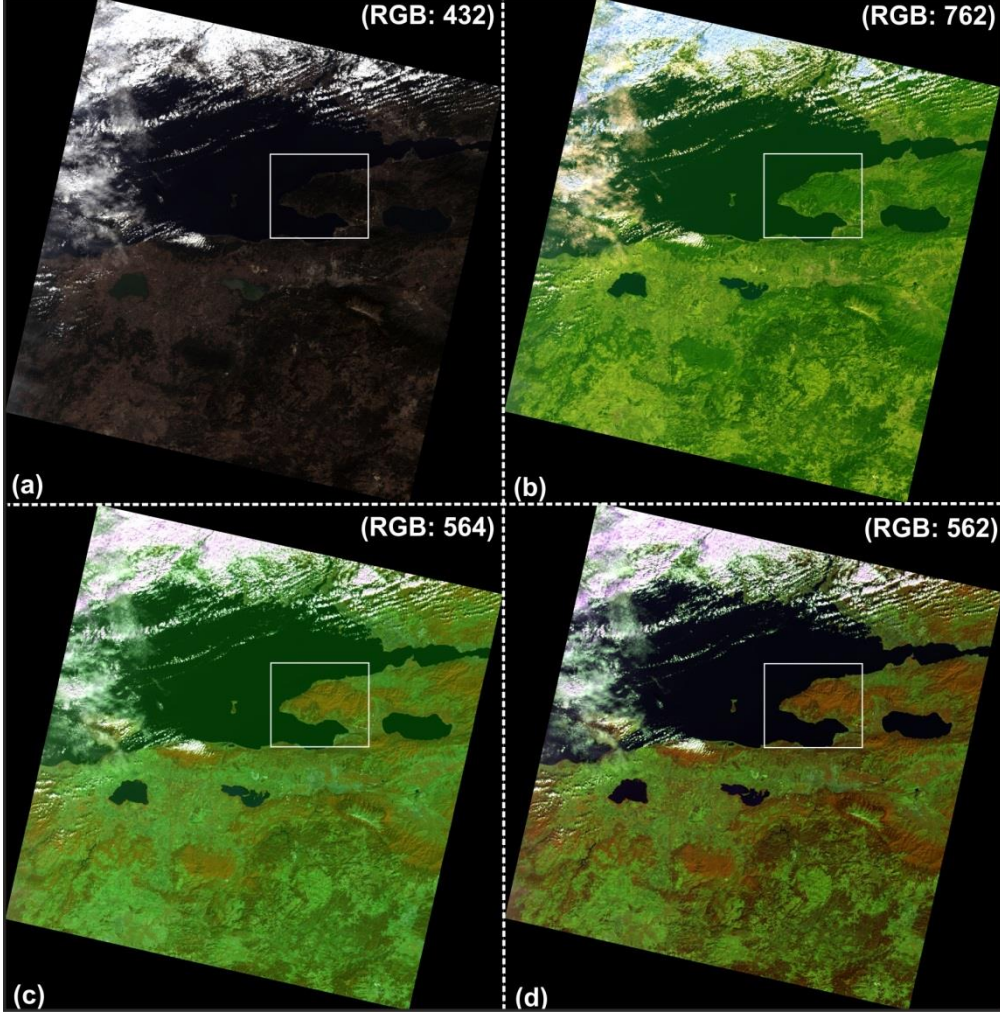
LANDSAT uydu görüntüsünde yapılan işlemler, Şekil 6'da yer alan akış şemasında verilen sırayla gerçekleştirilmiştir.



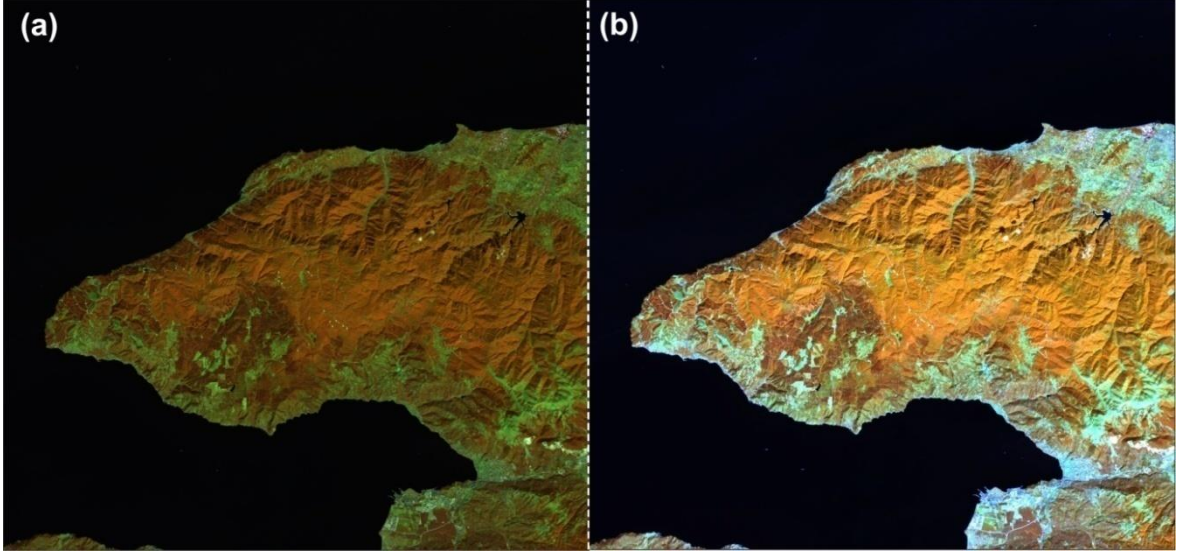
Şekil 6. LANDSAT uydu görüntüsü üzerinde gerçekleştirilen işlemler



Denenen çeşitli bant kombinasyonları sonucunda, çizgisel yapıları en iyi yansıttığı sonucuna varılan 562 bant kombinasyonu ile üretilen görüntü üzerinde çizgisellikler belirlenmiştir (Şekil7). Bu çizgisellikler belirlenirken, band kombinasyonu uygulanmış görüntü üzerine, görüntü keskinleştirilmesi işlemi de uygulanmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Çalışma alanına ait LANDSAT görüntüsü üzerinde denenen çeşitli band kombinasyonlarına ait görüntüler (a) RGB: 432 kombinasyonu (b) RGB: 762 kombinasyonu (c) RGB: 564 kombinasyonu (d) Bu çalışmada kullanılan RGB: 562 kombinasyonu

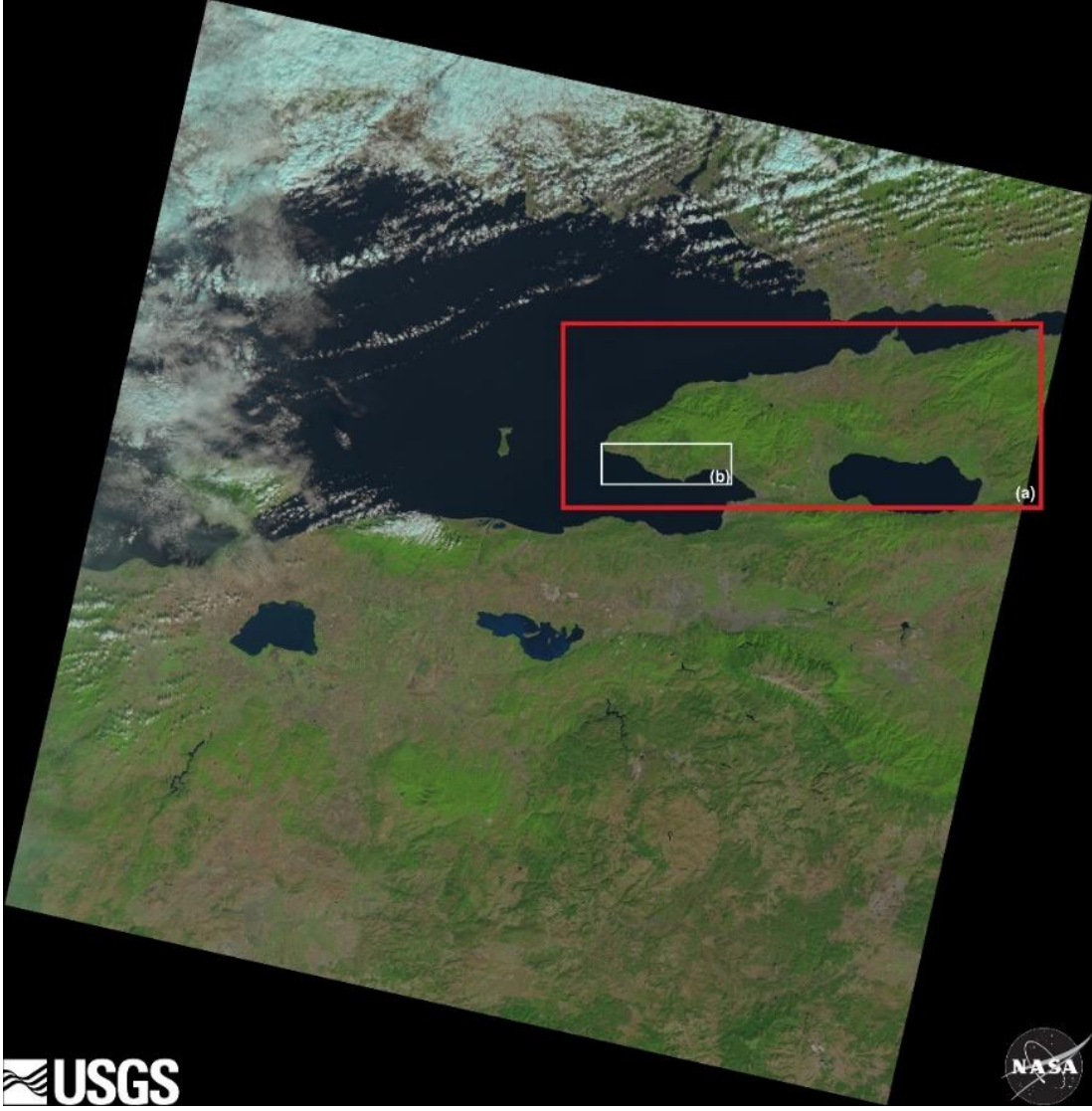


Şekil 8. (a) Bu çalışmada kullanılan RGB: 562 kombinasyonuna ait görüntü (b) RGB: 562 görüntüsü üzerinde uygulanan, “görüntü keskinleştirme” işlemi

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **ARAŞTIRMA BULGULARI**

Literatürde, İzmit Körfezi ile İznik Gölü arasında kalan alanda (İzmit Körfezi Güneyi), deprem üretme potansiyeli bulunan birçok aktif fay tanımlanmaktadır. Bu faylar; Orhangazi Fayı, Yalova Fayı, Altınova Fayı, Yalakdere Fayı'dır. Bu aktif fayların yanı sıra, aktifliği açısından şüpheli olan Armutlu Fayı ve Esenköy Fayı da bulunmaktadır. Çalışma kapsamında ilk olarak; bu bölgede yer alan aktif faylar ve bu bölgede Ocak 1900-Nisan 2022 tarihleri arasında meydana gelmiş  $M \geq 4.0$  depremler incelenmiştir. Özellikle Armutlu-Orhangazi arasında, 1900 sonrasında  $M \geq 4.0$  olan depremler mevcut olmasına rağmen (Şekil 4a), bu alanda aktif bir fay yer almamaktadır (Şekil 4d). Bu alanda, bu depremlere kaynaklık edebilecek diğer aktif yapısal unsurların, uzaktan algılama yöntemiyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır (Şekil 6 ve 7).



Şekil 9. Çalışma alanını kapsayan LANDSAT görüntüsü üzerinde çalışma alanının konumu (a) İzmit Körfezi güneyi (b) Ayrıntılı uzaktan algılama çalışması yapılan Armutlu-Orhangazi arası



Şekil 10. Armutlu Orhangazi arasında yer alan, band kombinasyonu ve görüntü keskinleştirme işlemi uygulanarak elde edilmiş görüntü üzerine çizilmiş çizgisellikler.

Tablo 4. Elde edilen toplam 165 adet çizgiselliğe ait doğrultu ve uzunluk değerleri

Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk
123° 08' 49.6"	1.308 km	139°51' 42.1"	945.99 m	180°24' 42.3"	897.4 m	54° 52' 13.4"	345.85 m	120° 53' 46.9"	1.048 km
142° 15' 38.0"	1.032 km	69° 18' 3.7"	746.93 m	358° 13' 3.8"	924.51 m	134°59' 51.6"	476.76 m	109° 49' 8.8"	938.31 m
320° 06' 10.4"	802.32 m	168°17' 56.1"	1.608 km	62° 31' 4.3"	639.42 m	30° 32' 59.9"	1.672 km	75° 06' 33.2"	549.49 m
50° 24' 10.0"	841.65 m	25° 10' 8.1"	1.587 km	47° 43' 24.6"	621.9 m	60° 47' 22.0"	2.095 km	89° 03' 4.6"	813.91 m
75° 29' 10.4"	1.058 km	16° 58' 54.5"	1.096 km	102°26' 42.0"	866.49 m	76° 03' 7.9"	845.82 m	152° 29' 22.8"	1.638 km
129° 26' 8.4"	962.9 m	123°54' 32.0"	2.483 km	113°22' 21.1"	2.026 km	111°23' 18.9"	1.054 km	182° 18' 6.1"	1.022 km
155° 20' 4.5"	1.578 km	131°43' 31.4"	2.292 km	66° 30' 13.2"	1.018 km	56° 58' 50.6"	1.376 km	105° 38' 29.0"	1.004 km
106° 28' 29.7"	1.264 km	131°08' 26.8"	1.779 km	46° 45' 40.2"	1.97 km	48° 29' 29.3"	767.45 m	92° 22' 15.8"	637.5 m
44° 22' 31.7"	1.446 km	138°00' 23.5"	2.927 km	20° 27' 31.6"	1.517 km	22° 58' 8.7"	434.05 m	154° 09' 56.4"	815.89 m
128° 44' 13.6"	760.52 m	91° 23' 23.9"	1.896 km	91° 04' 18.6"	1.736 km	62° 42' 2.6"	1.313 km	52° 37' 14.8"	2.006 km
133° 18' 7.7"	723.74 m	11° 41' 18.6"	1.474 km	89° 54' 59.4"	1.66 km	72° 00' 17.7"	2.072 km	75° 52' 27.2"	1.488 km
114° 16' 23.5"	1.039 km	71° 09' 43.3"	2.196 km	58° 44' 22.0"	691.99 m	93° 19' 55.9"	1.468 km	123° 45' 55.0"	1.601 km
55° 45' 14.6"	1.08 km	55° 08' 12.1"	1.929 km	89° 09' 56.1"	1.111 km	143°41' 39.2"	1.186 km	304° 41' 10.9"	1.973 km
23° 10' 44.1"	1.812 km	34° 33' 51.4"	1.893 km	104°53' 31.5"	927.67 m	40° 09' 16.0"	1.157 km	36° 27' 7.5"	1.57 km
47° 38' 30.1"	1.481 km	35° 40' 54.9"	4.678 km	145°25' 45.1"	677.17 m	54° 21' 16.4"	741.87 m	20° 24' 28.4"	743.71m

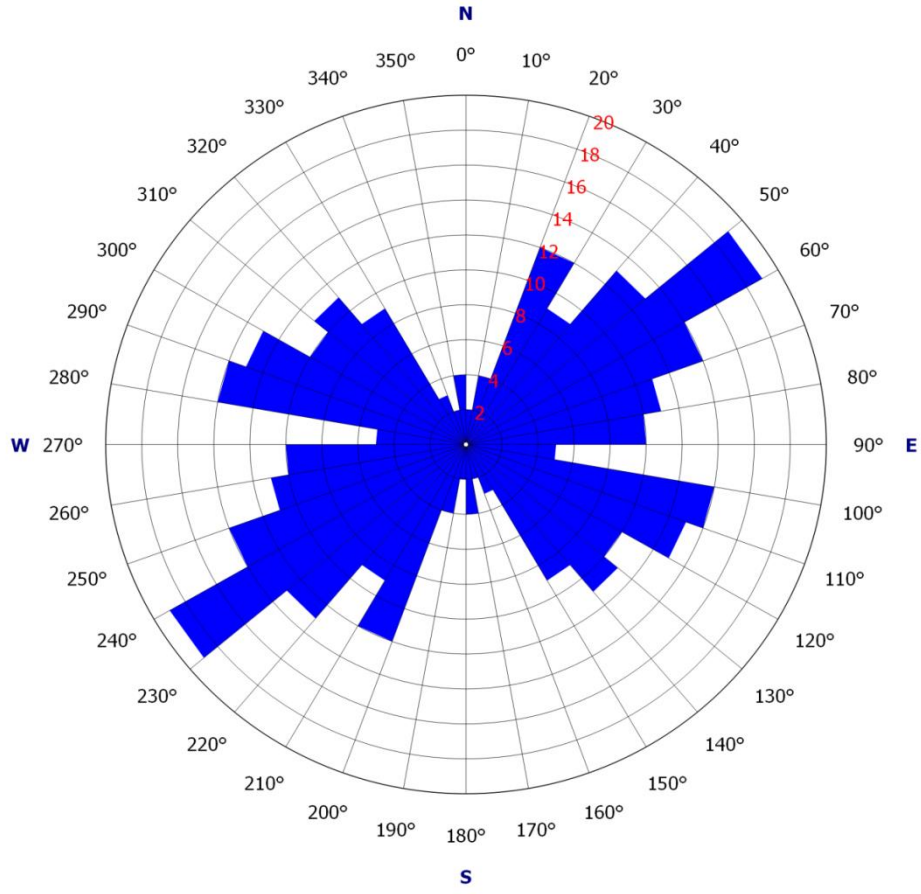
Tablo 4'ün devamı

Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk	Doğrultu	Uzunluk
54° 07' 13.4"	1.2 km	139° 48' 26.8"	1.67 km	104°46' 29.9"	2.111 km	351°04' 47.8"	809.38 m	87° 33' 28.9"	649.86 m
89° 10' 45.0"	381.26 m	140° 35' 33.8"	911.97 m	82° 49' 51.1"	1.35 km	110°17' 24.1"	976.67 m	34° 33' 26.5"	386.13 m
120° 47' 1.5"	597.05 m	53° 20' 53.0"	1.316 km	33° 20' 24.4"	1.304 km	149°00' 41.0"	3.334 km	43° 37' 48.1"	542.83 m
51° 08' 54.1"	499.06 m	104° 27' 21.5"	767.78 m	146 11' 31.9"	946.74 m	48° 13' 55.4"	2.03 km	114° 04' 50.9"	1.271 km
63° 22' 26.6"	272.89 m	111° 08' 19.6"	2.472 km	68° 32' 4.9"	894.01 m	63° 59' 58.7"	1.836 km	112° 51' 49.9"	981.7 m
30° 38' 58.8"	2.613 km	110° 59' 7.0"	5.937 km	69° 30' 59.2"	1.332 km	161°11' 19.5"	1.194 km	26° 42' 56.8"	668.55 m
21° 56' 44.4"	2.186 km	107° 12' 24.4"	2.88 km	41° 24' 56.1"	1.357 km	51° 17' 19.0"	1.024 km	42° 35' 6.1"	817.75 m
201° 41' 13.0"	1.602 km	108° 13' 34.7"	1.413 km	105° 03' 8.7"	1.323 km	103° 18' 0.9"	2.056 km	87° 32' 25.9"	1.146 km
23° 21' 11.1"	1.442 km	78° 14' 46.9"	1.1 km	113° 42' 5.4"	1.301 km	113°54' 40.7"	5.022 km	37° 45' 25.2"	964.19 m
88° 09' 17.7"	1.552 km	136° 47' 3.1"	722.82 m	67° 31' 57.6"	1.388 km	59° 47' 36.4"	4.262 km	22° 52' 22.0"	1.503 km
231° 43' 29.7"	726.14 m	126° 05' 39.5"	1.788 km	124°13' 43.5"	1.12 km	329° 43' 9.4"	1.598 km	66° 09' 0.4"	576.92 m
30° 34' 44.7"	1.211 km	54° 56' 41.1"	1.002 km	110°47' 10.6"	757.77 m	11° 38' 36.5"	1.397 km	99° 27' 16.4"	646.6 m
53° 21' 10.5"	501.25 m	131° 18' 1.2"	1.357 km	46° 46' 1.7"	1.411 km	208°46'36.8"	855.37 m	103°55'30.8"	1.205 km
115° 06' 37.2"	2.037 km	88° 28' 24.5"	935.27 m	60° 05' 42.9"	1.169 km	113°05' 27.2"	2.005 km	41° 50' 17.5"	1.14 km
49° 30' 14.0"	817.34 m	73° 36' 50.0"	753.15 m	61° 00' 13.1"	712.53 m	70° 45' 21.3"	3.987 km	287° 02' 15.8"	1.764 km
89° 30' 50.2"	1.567 km	140° 07' 51.6"	747.89 m	109°05' 46.3"	1.532 km	170°50' 11.3"	670.43 m	197° 04' 46.4"	1.576 km

Tablo 5. Elde edilen toplam 165 adet çizgiselliğe ait doğrultuların sınıflandırılması (N: Veri Sayısı)

<b>Doğrultu (KD-GB)</b>	<b>N</b>	<b>Doğrultu (KB-GD)</b>	<b>N</b>
0°-9° (K0°-9°D)	2	170°-179° (K1°-10°B)	4
10°-19° (K10°-19°D)	4	160°-169° (K11°-20°B)	2
20°-29° (K20°-29°D)	12	150°-159° (K21°-30°B)	3
30°-39° (K30°-39°D)	9	140°-149° (K31°-40°B)	9
40°-49° (K40°-49°D)	13	130°-139° (K41°-50°B)	11
50°-59° (K50°-59°D)	19	120°-129° (K51°-60°B)	10
60°-69° (K60°-69°D)	14	110°-119° (K61°-70°B)	13
70°-79° (K70°-79°D)	11	100°-109° (K71°-80°B)	14
80°-89° (K80°-89°D)	10	90°-99° (K81°-90°B)	5
N= 94		N= 71	
N=165			





Şekil 11. Elde edilen toplam 165 adet çizgiselliğe ait doğrultularının 10°'lik dilimler halinde gül diyagramında gösterimi

Bu kapsamda; LANDSAT8-OLI uydu görüntüsü yardımıyla belirlenen çizgisellikler, uydu görüntüsünde denenen çeşitli bant kombinasyonları sonucunda, çizgisel yapıları en iyi yansıttığı sonucuna varılan 564 bant kombinasyonu ile üretilen görüntü üzerinde çizgisellikler belirlenmiştir. Bu çizgisellikler belirlenirken, band kombinasyonu uygulanmış görüntü üzerine, görüntü keskinleştirme işlemi de uygulanmıştır.

Tüm bu işlemlerden sonra, uzunlukları 272 metre ile 5937 metre arasında değişen, toplam 165 adet çizgisellik saptanmıştır. Bu çizgisellikler belirlenirken, jeolojik birimlerin sınırlarını oluşturan renk tonu farklılığından kaynaklanan unsurlar denetlenmiştir ve bu unsurlar çizgisellik olarak değerlendirilmemiştir.

Bu 165 adet çizgiselliğin, 94 tanesinin doğrultusunun KD' ya (KD-GB doğrultulu); 71 tanesinin doğrultusunun ise KB' ya (KB-GD) olduğu görülmüştür. Tüm bu çizgiselliklerin doğrultuları 10°'lik dilimler halinde ayrıldığında, doğrultuların en çok yoğunlaştığı dilimlerin; 46 adet çizgisellik ile 40°-69° (K40°-69°D) arasında olduğu görülmüştür. K40°-69°D arasında yer alan bu çizgisellikler, tüm çizgiselliklerin % 28'ini oluşturmaktadır.



## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanında ( $40^{\circ}35'$ - $40^{\circ}80'$  enlemleri ile  $28^{\circ}75'$ - $30^{\circ}25'$  boylamları arasında kalan bölge), aletsel dönemde (1900 ve sonrası) meydana gelen depremler, bölgenin yapısal unsurlarının günümüzde aktif olduğunun en büyük kanıtıdır. Bölgede, Ocak 1900-Nisan 2022 arasında;  $M>3.0$  olan 989 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin 75 tanesinin büyüklüğü  $M>4.0$  olup, 7 tanesinin büyüklüğü ise  $M>5.0$ 'dir.

Literatürde, İzmit Körfezi ile İznik Gölü arasında kalan alanda (İzmit Körfezi Güneyi), deprem üretme potansiyeli bulunan birçok aktif fay tanımlanmıştır. Bu faylar; Orhangazi Fayı, Yalova Fayı, Altınova Fayı, Yalakdere Fayı'dır. Bu aktif fayların yanı sıra, aktivitesi kesin olmayan (şüpheli olarak değerlendirilen) Armutlu Fayı ve Esenköy Fayı da bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında ilk olarak; bu bölgede yer alan aktif faylar ve bu bölgede Ocak 1900-Nisan 2022 tarihleri arasında meydana gelmiş  $M\geq 4.0$  depremler incelenmiştir. Özellikle Armutlu-Orhangazi arasında, 1900 sonrasında  $M\geq 4.0$  olan depremler mevcut olmasına rağmen (Şekil 4a), bu alanda aktif bir fay yer almamaktadır (Şekil 4d). Bu alanda, bu depremlere kaynaklık edebilecek diğer aktif yapısal unsurların, uzaktan algılama yöntemiyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda; LANDSAT8-OLI uydu görüntüsü yardımıyla belirlenen çizgisellikler, uydu görüntüsü üzerinde denenen çeşitli bant kombinasyonları sonucunda, çizgisel yapıları en iyi yansıttığı sonucuna varılan 562 bant kombinasyonu ile üretilen görüntü üzerinde çizgisellikler belirlenmiştir. Ayrıca bu çizgisellikler tespit edilirken, band kombinasyonu uygulanmış görüntü üzerine, görüntü keskinleştirme yöntemi de uygulanmıştır. Bunun sonucunda, uzunlukları 272 metre ile 5937 metre arasında değişen toplam 165 adet çizgiselliğin, en çok yoğunlaştığı doğrultu aralığının  $K40^{\circ}$ - $69^{\circ}$ D arasında

olduğu görülmüş olup, elde edilen tüm çizgiselliklerin % 28'ini oluşturmaktadır.

Armutlu-Orhangazi arasında belirlenen bu çizgisellikler göz önünde bulundurulduğunda; baskın doğrultunun İzmit körfezi ve güneyinde yer alan diğer aktif unsurların (Armutlu-Orhangazi dışında kalan) doğrultuları ile uyumlu olduğu grlmştir. Böylece, bir bölgede aktif yapıların belirlenmesi için, LANDSAT8-OLI uydu görüntüsü ile çizgisellik analizi yapılması, güvenilir sonuçlar vermekte olup, son derece yararlıdır.

Ayrıca LANDSAT8-OLI görüntüsü ile yapılan analizlerin, yüksek cznrlkl başka bir uydu görüntüsü ile denetlenmesi, (KOMPSAT gibi) ve saha gözlemlerinin de gerçekleştirilmesi, verilerin güvenirliğini artıracaktır. Bu alışma ile Armutlu-Orhangazi arasında, aktif fay haritalarında yer almayan, ancak LANDSAT görüntüleri yardımıyla tespit edilen çizgiselliklerin varlığı tespit edilmiştir. Bu çizgisellikler, sadece uzaktan algılama ile tespit edilen, fay olduğu kesin olmayan ancak fay olma ihtimali de söz konusu olan yapısal unsurlar olarak değerlendirilebilir. Bunun için, öneri olarak, bu bölgede ayrıntılı bir saha çalışması yapılması ve mikro deprem aktivitesinin izlenmesi gerekebilir.

## KAYNAKÇA

- ADRC Asian Disaster Reduction Center. (2005). " Total Disaster Risk Manegement - GooPractices ". *UN Worl Conferance on disaster reduction to be held on* , Kobe, Japan. 18 - 200.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2022, 18 Ocak). Erişim: <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>
- Akbulut, M. T., & Ayfer, A. (2005). " Deprem hasar görebilirlik riskinin gözleme dayalı belirlenmesine yönelik öneri değerlendirme yaklaşımı ". *YTU mimarlık Fakültesi* (1). 88
- Akgün, E., İnceöz, M., & Manap, H. S. (2021). "Aktif tektonik uzaktan algılama uygulamaları: Doğu Anadolu fay zonundan bir örnek" *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* (36), 473-482.
- Akkargan, Ş. (2005) İzmit Körfezi Sismik Verilerinin Değerlendirilmesi. *Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkuş, D. (1999). Yalacdere Havzası'nın Jeomorfolojisi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Aktel, M., & Çağlar, N. (2007). "Isparta ili afet (kriz) yönetim yapılanması üzerine bir çalışma" *Süleyman Demirel Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 12 (3), 147-162.
- Akyol, N., Tüfekçi, M., Seyhan, K., & Demir, O. (1997). "Türkiye'de kıyıların kullanımı ve kamu yararı ilişkileri: Trabzon ili kıyı kullanımını sonuçları", *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı*.
- Altınok, Y., Tinti, S., Alpar, B., Yalçınmer, A. C., Ersoy, Ş., Bortolucci, E., Armigliato, A. (2001). The tsunami of August 17, 1999 in İzmit bay, Turkey. *Natural Hazard*, 24 (2), 133-146.

- Ambraseys, N. N., & Jackson, J. A. (2000), "Seismicity of the sea of Marmara (Turkey) since 1500", *Geophysical Journal International* , 141 (3). F1-F6
- Arca, D. (2012). "Afet yönetiminde coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama" *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi* , 2(2) 53 - 61.
- Arkoç, O., & Şahin, B. (2015). "Kentsel planlamada sınırlamalara yerbilimlerinin etkisi ve coğrafi bilgi sistemleri (cbs) kullanımı" 9. *Uluslararası Sinan Sempozyumu*, Trakya Üniversitesi, Edirne. 117-123 .
- Arslan, O., & Akyürek, Ö.(2015). " Landsat 7 ETM+ görüntüleri üzerinden çizgiselliklerin otomatik çıkarımı ve analizi: Van depremi örneği" 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu*. Kocaeli.
- Ayça, A. (2012,). Development of a Web GIS-Based Tsunami İnundation Mapping Service; A Case Study For Marmara Sea Region. *Master Thesis* . Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Aydınöglu, A. Ç., Yomralıoğlu, T., Quak, W., & Dilo, A. (2009). "Modeling emergency management data by UML as an extension of geographic data sharing model : ASAT approach", *In 19th TIEMS Conference*, CD, 9-12.
- Bağdatlı, M. C. (2013). Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havza Karakteristikleri ve Taşkın Risk Faktörlerinin Belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Veri Tabanının Oluşturulması. *Doktora Tezi* . Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Batty, M., Smith, A. H., Milton, R, & Crooks, A. (2010). "Map mashups, web 2.0 and the GIS revolution", *Annals of GIS* , 16(1) 1-13 .
- Beck, T. (2005). Learning Lessons from Disaster Recovery: The Case of Bangladesh. *World Bank*, Washington DC, No: 32197, 1
- Boz, F. Ç., & Şengün, H. (2017). "Afet ve kalkınma ilişkisinde kadın", *The Journal of Academic Social Science Studies*, (59), 359-374.

- Budak, S. (2018). Investigation of Vegetation and Agricultural Soils in Relation to Groundwater By Using Geographic Information Systems (GIS): A Case Study of Manisa, Alaşehir Basin. *Master Thesis*. İzmir Institute of Technology, The Graduate School of Natural and Applied Sciences. Engineering and Sciences, İzmir.
- B.Ü. Kandilli Rasathanesi BDTİM Deprem Sorgulama Sistemi (2022, 30 Nisan). Erişim: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb> .
- Büyükbaş, E., & Ormanoğlu, B. (2013). " Afetler ve afet yönetiminde meteorolojinin yeri. *Türk İdare Dergisi* , 476, 13-46.
- Canpolat, E., & Turoğlu, H. (2019). "Isparta güneyi ve güneybatısındaki volkanik sahanın jeomorfolojik gelişiminin çizgisellik ve dairesellik analizleri ile yorumlanması", *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (2) 23-36.
- Carter, W. N. (2008). *Disaster Management : A Disaster Manager's Handbook*. Asian Development Bank. Mandaluyong City, Phill.
- Ceylan, M. (2012,). Uzaktan Algılama ve CBS İle Kıyı Çizgi Değişiminin Belirlenmesi: İzmit Körfezi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi* . Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzak Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Cırtıcı, D. (2020). İzmit Körfezi kıyı Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Otomatik Belirlenmesi. *Yüksek lisans tezi*. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Çağırğan, M. (1997). Risk Yönetimi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çayır, A. U. (2021). İzmit Körfezi İçin Tsunami Senaryoları, Dalga Tırmanma ve Kıyı İçeri Su Basma Uzaklıklarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Çelik, İ. H., Usta, G., Yılmaz, G., & Yakupoğlu, M. (2020). "Türkiye'de yaşanan teknolojik afetler (2000-2020) üzerine bir değerlendirme", *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2), 49-57.

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi bilgi sistemi nedir? (2022, 14 Ocak) Erişim: [https://www.bulutkbs.gov.tr/giris/content/plan/dosya/PlanCBS\\_HTML\\_V.1.0/cografibilgi\\_sistemleri\\_nedir\\_.htm](https://www.bulutkbs.gov.tr/giris/content/plan/dosya/PlanCBS_HTML_V.1.0/cografibilgi_sistemleri_nedir_.htm).
- Dale, P. F., & McLaughlin, J. D. (1988). *Land Information Management. In Land Administration*, Oxford University Press.
- Decker, D. (2001). *GIS Data Sources*. John Wiley & Sons.
- Değerliyurt, M., & Çabuk, S. N. (2015), "Coğrafyayı coğrafi bilgi sistemleri ile tanımlamak" *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20 (33), 37-48.
- Demirci, A. (2008). "*Öğretmenler İçin cbs : coğrafi bilgi sistemleri*, Fatih Üniversitesi Yayınları. İstanbul
- Demirci, A., & Karakuyu, M. (2004), "Afet yönetiminde coğrafi bilgi teknolojilerinin rolü", *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9 (12), 67-100.
- Demirkesen, A. C. (2005), "Lansat-5 TM çok bantlı uydu görüntülerinden fayların yorumlanması". *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 1280-1292
- Demirtaş, R., Şaffak, D., Şahin, M., & Bulut, N. (2008). *Kavaklı Fayı (Gölcük-İzmit) Paleosismisite Araştırmaları*.
- Demirtaş, R., Şahin, M., Erdoğan, A., Şaffak, D., & Bulut, N. (2009). *Yalova, Altınova, Taşköprü Belediyesi İmar Planı içerisinde geçen fayın aktif tektonik, paleosismolojik ve yüzey faylanması tehlike zonu açısından değerlendirilmesi*.
- Dilmen, D. I. (2009). GIS Based Tsunami İnundation Maps; Case Studies From Mediterranean. *Master Thesis*, Middle East Technical University, The Graduate School of, Natural and Applied Sciences, Ankara
- Doğan, B., & Tüysüz, O. (2012), "Kuzey Anadolu fay sistemi güney kolunun Geyve-Gemlik arasındaki kesiminin tektonostratigrafik evrimi", *İTÜ DERGİSİ/d*, 10 (4), 107-118.



- Donaldson, L. (1991). "Coping with crises : The management of disaster, riots and terrorism", *Australian Journal of Management* , 16(1) 99 - 102.
- Dönertaş, A. S. (2006). Afet Yönetimi Kapsamında Güvenli Yerleşim Yerlerinin Tasarımı İçin Kentsel Tasarım Standartlarının Geliştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Durduran, S. S., & Geymen, A. (2008). "Afet bilgi sistemi çalışmalarının genel bir değerlendirmesi", 2. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, Kayseri 13-15.
- Eflanili, B. (2021). Türkiye'de Afet Yönetimi: Depremler. *Doktora Tezi*, Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu
- Eisenlohr, T. (1997). "The thermal springs of the Armutlu peninsula (NW Turkey) and their relationship to geology", *Active Tectonics of Northwestern Anatolia: The Marmara Poly-Project: a Multidisciplinary Approach by Space-geodesy, Geology Hydrogeology, Geothermics and Seismology* , 197.
- Emhan, A. (2009). "Risk yönetim süreci ve risk yönetmekte kullanılan teknikler", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(3), 209 - 220.
- Emre, Ö., Doğan, A., Duman, T. Y., & Özalp, S. (2011). *1/250.000 ölçekli diri fay haritası serisi, Bursa ( NK 35-12 ) Paftası, Seri No: 9*. Türkiye Maden Tetkik Arama Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., & Şaroğlu, F. (2013). *1/1.250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi-30. Ankara, Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T., Özalp, S., Şaroğlu, F., Ş.Olgun, Elmacı, H., Çan, T. (2018). "Active fault database of Turkey". *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16 (8), 3229-3275.
- Erkal, T., & Değerliyurt, M. (2011). "Türkiye'de afet yönetimi". *Doğu Coğrafya Dergisi* 14(22), 147-164.

- Erkan, E. A. (2010). Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye'de Yaşanan Sorunlar. *Uzmanlık Tezleri*. DPT Sosyala Sektörel ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ertürkmen, C. (2006). Afet Yönetimi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Fazal, S. (2008). *GIS Basics*. New Age International.
- Garipağaoğlu, N., & Uzun, S. (2014). "İzmit Körfezi kıyılarında kıyı alanı kullanımı", *Türk Coğrafya Dergisi*, (63) 9-22.
- Gazozcu, T. (2011). Gelibolu Yarımadası Tektonik Çizgiselliklerinin Uzaktan Algılama ve CBS İle Tespit Edilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Geçen, R. (2017). "Fay hatlarının coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile tespit edilmesi". *Elazığ: Uluslar arası Jeomorfoloji Sempozyumu (12-14 Ekim Elazığ)*, Tam Metin Kitabı, 173-181
- Ghale, Y. A. (2014). Multitemporal Change Detection on Umria Lake and Its Catchment Area Using Remote Sensing And Geographical Information Systems. *Master Thesis*. İstanbul Technical University, The Graduate School of Science Engineering and Technology, İstanbul.
- Güçtekin, G. (2017). Kocaeli Güneyinin Agregat Potansiyel Alanlarının CBS Kullanılarak Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Gülen, A. R. (2008). Deprem Risk Analizi ve Şehirleşmede Balıkesir Merkezi Örneği. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir
- Günaydın, M. (2019). "Afetle mücadelenin dört evresi", *15. Ulusal Tıp Kongresi*. Antalya.
- Gündoğdu, E., Özden, S., & Karaca, Ö. (2016). "Simav fayı ve yakın civarının saha verileri ile alos-palsar ve landsat görüntülerinin karşılaştırılmalı yapısal analizi", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 32(1) 1-12.

- Gürsoy, Ö., Kaya, Ş., & Kavak, K. (2007). "Almus fay zonu'nun uzaktan algılama ve sayısal arazi modeli teknikleri ile incelenmesi",11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara
- Güven, İ. T. (2016). Değirmendere'nin Yer Bilimleri ve Yapı Özelliklerine Göre CBS Tabanlı Deprem Risk Analizi. *Doktora Tezi*, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2009). *World Disaster Report: Focus on early warning, early action*.
- Işık, Ö., Aydınlioğlu, H. M., Koç, S., Gündoğdu, O., Korkmaz, G., & Ay, A. (2012). "Afet yönetimi ve afet odaklı sağlık hizmetleri". *Okmeydanı Tıp Dergisi* 28(2), 82-123
- İlze, S. (2013,). İzmit Körfezi Havzasının Jeomorfolojisi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kadioğlu, M. (2011). *Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Yönetmek, En Kötüsünü Yönetmek*. T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını. İstanbul. 47-54
- Kadioğlu, M. & Özdamar, E (Ed.). (2008), *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara
- Kalafat, D.(2011). "Marmara Bölgesi'nin depremselliği ve deprem ağının önemi". *1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Ankara. 11-14
- Karabulut, H., Bouin, M., Bouchon, M., Dietrich, M., Cournou, C., & Aktar, M. (2002). "The seismicity in the eastern Marmara Sea after the August 17 ,1999 İzmit earthquake". *BullSeismSocAm*, 92(1), 387-393.
- Karagüzel, R. (2012). "Arazi kullanımı ve kentsel planlama sürecinde yerbilimleri". *65.yıl Mahir Vardar- Jeomekanik Tünelcilik ve Kaya Yapılarının Tasarımı Özel Oturumu*. İstanbul 231 - 260.
- Kavak, K., Özden, S., Dündar, S., & Ömer, S. (2005). "Yeniçağa (Bolu) yöresinde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAZZ) ERS-2 Sar ve Landsat TM görüntüleriyle incelenmesi". *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu (2-5 Haziran) Bildiriler Kitabı*, 164- 170.

- Kıral, H. (2018). "Kurumsal risk yönetiminin riskleri". *Denetim* (18), 5 - 14.
- Kıranşan, K. (2021). "SRTM ve Landsat 7 etm verileri ile Bingöl - Karlıova arası doğu anadolu fay zonu'nda çizgisellik analizleri". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 26 (46), 143-158.
- Kırıcı, H. K. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulamalarıyla Türkiye'de Fay Hatları İle Depremlilik İlişkisinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Koçak, O. (2018). *Afet Yönetimi ve Etik*. Ekin Basım Yayın Dağıtım. Bursa
- Koçkan, Ç. (2015). "Doğal afet risk yönetimi". 3. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*. İzmir.
- Koşar, M. (2019). CBS ve Uzaktan Algılama Kullanılarak Çok Kriterli Karar Analizi Yöntemi İle Malatya İlinin Heyelana Duyarlı Alanlarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana .
- Köküm, M. (2019). "Landsat TM görüntüleri üzerinden Doğu Anadolu fay sisteminin Palu (Elazığ)-Pütürge (Malatya) arasındaki bölümünün çizgisellik analizi". *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1) 119-127.
- Kreps, G. A. (1985). "Disaster and the social order". *Social Theory*, 3(1) 49 - 65.
- Kurterdem, N. K. (2005). Eskipazar (Karabük Güneyi) Ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Arasındaki Bölgenin Morfo-Tektonik Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Laçiner, V., & Yavuz, Ö. (2013). "Türk sosyal güvenlik sisteminin afetler karşısındaki durumu". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27 (4), 63 - 89.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Yenilenmiş diri fay haritası (2022, 17 Ocak)  
Erişim: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari>.
- Mvouna, H. A. (2017). GIS Based Analysis and Assessment of Tsunami Risk Case Study of Gocek Bay - Turkey. *Master Thesis*. Istanbul Technical University. Graduate School of Science Engineering and Technology. İstanbul

- Nişancı, R., Yıldırım, V., & Çolak, H. E. (2010). "Coğrafi bilgi sistem uygulamaları" *Bilim ve Teknik*, 514, 58 - 63.
- Özalp, D. (2009). Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS ile Taşkın Risk Analizi. *Doktora Tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- Özcan, Ş. (2021). *Etkili Kriz Yönetimi*. İKSAD Yayınevi. Ankara
- Özdemir, H. (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. *Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul
- Özkul, B., & Karaman, E. (2007). "Doğal afetler için risk yönetimi". *TMMOB Afet Sempozyumu*, 5(7), 251 - 260.
- Özmen, B., & Başbuğ, B. (2011). Türkiye'nin Yeni Afet Yönetimi Sistemi. Dünya Bankası Uzaktan Öğrenim Enstitüsü, Doğal Afetler Risk Yönetimi Programı.
- Özmen, B., & Özden, A. T. (2013). "Türkiye'nin afet yönetim sistemine yönelik eleştirel bir yaklaşım". *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Dergisi*, (49) 1 - 28.
- Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K., & Temiz, A. (2005). "Afet yönetimi ve afet işleri genel müdürlüğü". *Deprem Sempozyumu*, 23, 25. İzmit.
- Özsoy, G. (2007). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi*. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Öztürk, D. (2009). CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- Öztürk, K., Yaltrak, C., & Alpar, B. (2009). "The relationship between the tectonic setting of the lake İznik Basin and the middle strand of the North Anatolian Fault". *Turkish Journal of Earth Science* 18(2), 209-224.

- Öztürk, Ş. (2019). Evaluation of Geothermal Potential of Turkey Using GIS Based Multi Criteria Analysis. *Master Thesis*. Middle East Technical University. The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara
- Öztürk, Y., Çetin, M., & Turgay, O. (2021). "Akarsuların yatak yeri seçiminden fayda belirleyiciliğinin uzaktan algılama tabanlı analizi: Aras Vadisi örneği (Karakurt-Kağızman Arası)". *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* , (6) 81-97.
- Ramazanoğlu, İ. (2008). Balçova İlçesi Ve Çevresinin Aktif Tektoniği Ve Depremselliği: Jeolojik ve Sismolojik Verilerin Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi* , Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Rothaus, R. M., Reinhardt, E., & Noller, J. (2004). "Regional considerations of coastline change, tsunami damage and recovery along the southern coast of the Bay of İzmit (the Kocaeli ( Turkey ) earthquake of 17 August 1999)". *Natural Hazards*. 31 (1), 233-252.
- Sarı, N. (2005). Denizli ve Civarının Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi İle İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi* . Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Sato T., Kasahara. J., Taymaz, T., Ito, M., Kamimura, A., Hayakawa, T., & Tan, O., (2004). "A study of microearthquake seismicity and focal mechanisms within the Sea of Marmara (NW Turkey) using ocean bottom seismometers". *Tectonophysics*,391 (1-4), 303-314.
- Sayıl, N., & Osmanşahin, İ. (2005). "Marmara bölgesinin depremselliğinin incelenmesi". *Deprem Sempozyumu* , 1417 - 1426. Kocaeli.
- Sesören, A. (1998). *Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar*. Mart Matbaacılık Sanatları Ltd. Şti. İstanbul
- Stein J. G., Lebow, R. N. (1981). *Between Peace And War: The Nature Of International Crisis*. Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Şahin, C., & Sipahioğlu, Ş. (2002). *Doğal Afetler ve türkiye*.Gündüz Eğitim Yayıncılık.Ankara

- Şahin, G. A., (2009). Kentsel Afet Risklerine Yönelik Zarar Azaltma Stratejilerinin Geliştirilmesi. *Doktora Tezi* . Dokuz Eylül Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir
- Şahin, G., (2019). CBS ve UA Destekli Kıyı Alanı Planlaması: Körfez İlçesi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.
- Şahin, Y. (2013). *Kamu Yönetiminde Çağdaş Yaklaşımlar*. Seçkin Yayıncılık.
- Şengör, A. M. (1979). "Kuzey Anadolu transform fayı: yaşı, ötelenmesi ve tektonik önemi". *Jeoloji Derneği Dergisi*, 136 (3), 269-282.
- Şengör, A. M., & Yılmaz, Y. (1981). "Türkiye'nin tetis evrimi: bir levha tektoniği yaklaşımı". *Tektonofizik*, 75 (3-4-), 181-241.
- Şengün, H., & Temiz, A. (2007). "Afet yönetimi ve Karabük". *TMMOB Afet Sempozyumu*, 261 - 278.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2014). *Afet Yönetiminde Etkinlik Özel İhtisas Raporu*. . Ankara.
- Tanrıverdi, M. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Şanlıurfa İl Merkezinin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Tarancı, K. A. (2019). Towards Urban Equity: Using GIS for Investigating The Connectivity and Location Characteristics of Urban Public Parks in Ankara *Masters Thesis* . Middle East Technical University, The Graduate School of, Natural and Applied Sciences. Ankara
- Tarhan, Ç. (2004). Planlamada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Disiplinleri Entegrasyonu: Urla ve Balçova Örnekleri. (3) , 106 - 112. İzmir
- Tari, U. Tüysüz, O. (2011). İzmit Körfezi ve Çevresinin Morfotektoniği. *İTÜDERGİSİ/d*, 7(1), 17-28
- Taş, İ. (2017). CBS Tabanlı Mantık Yöntemleri Kullanılarak Fırtına Zararı Risk Haritasının Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi* . Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- Taşkın, S. (2021). CBS Kullanılarak Çeşneli Deresi'nin Taşkın Risk Analizi. *Yüksek Lisans Tezi* . Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tombuş, F. E. (2015). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Risk Belirlemesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Anadolu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Tuğrul, S., Baştürk, Ö., Saydam, C., & Yılmaz, A. (1992). "Karadeniz'in hidrokimyasındaki değişiklikler, su yoğunluğu profilleri". *Doğa Dergisi* , 137-139.
- Tuna, S., (2021) Öğrencilerin Bilişüstü Öğrenme Stratejilerinin Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi: Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale
- Tunç, B., Çaka, D., Irmak, S., Tunç, S., Woith, H., & Barış, Ş., & Zschau, J., (2011). "Armutlu sismik ağı (Arnet) ve Armutlu-Yalova-Gemlik çevresinin tektonik özellikleri". *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, (11-14).
- Turan, İ. M. (2009). "Yalova'daki Yapıların Depremselliğinin İncelenmesi". *Doktora Tezi* . Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Türkiye İstatistik Kurumu* Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, (2021, 2 Mart)  
Erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayal%C4%B1-N%C3%BCfus-Kay%C4%B1t-Sistemi-Sonu%C3%A7lar%C4%B1-2021-45500&dil=1>
- Tüzgen, G. A. (2016). Çerçi Deresi (Fethiye-Muğla) Paleotaşkınlarının Belirlenmesi ve Taşkın Risk Alanlarının CBS Kullanılarak Haritalanması. *Yüksek Lisans Tezi* . Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Çanakkale.
- Usta, G. (2021). Türkiye'de Meydana Gelen Deprem Afetlerinde Sunulan Hizmetlerin Değerlendirilmesi (1999 - 2020): Nitel Bir Araştırma. *Doktora Tezi*. Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gümüşhane.
- Uyguçgil, H. (2011). *Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş*. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi , (1214).



- Uzun, M. (2015). "İzmit Körfezi kıyılarında, kıyı jeomorfolojisi - kıyı kullanımı ilişkisinin coğrafi analizi". *Zeitschrift für die Welt der Türken / Journal of World Turks*, 7 (2), 351 - 375.
- Uzunçubuk, L. (2005). Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi. *Doktora Tezi* . Ankara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Varol, N., & Gültekin, T. (2016). "Afet Antrolojisi". *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 1431 - 1436.
- Yağız, A. (2020). Uzaktan Algılama ve CBS Yöntemleri İle Gölcük Çevresindeki Heyelanların İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi* . Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Yalçın, Ö. (2002) "Depreme dayanıklı kentler için coğrafi bilgi sistemleri", *Gazi Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 153-165.
- Yıldırım, H. (1994). Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Mam Uzay Teknolojileri Bölümü, 24.1.002 Ubitek Koordinasyon Proje Dökümanı* . İstanbul
- Yıldız, A., Bağcı, M., Başaran, C., Çonkar, F. E., & Ayday, C. (2017). "Landsat 8 uydu verilerinin jeotermal saha araştırmalarında kullanılması: Gazlıgöl (Afyonkarahisar) çalışması". *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (17), 277-284.
- Yomralıoğlu, T. (2002). *Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. Akademi Kitabevi. Trabzon
- Zorlu, K., Özer, E., & Sevimli, U. İ. (2009). Bolkar Dağları Güneyinde, Ecemiş Fay Zonu'nun Jeolojik ve Tektonik Özellikleri. *Yayınlanmamış Doktora Tezi* . Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

İsim SOYİSİM : Sümeyra DURMAZ ÇETİN

Doğum Yeri :

Doğum Tarihi :

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

#### Bildiriler

1) Uluslararası :

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurum ve Yıl :

:

### İLETİŞİM

E-posta Adresi :

ORCID :