



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

COĞRAFYA TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ANTROPO-JEOMORFOLOJİ YAKLAŞIMIYLA “FAY HATTI MANZARALI
DOLGU ALANLARININ” DEĞERLENDİRMESİ, İSTANBUL ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜBRA YILDIRIM KAZAN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ EBUBEKİR KARAKOCA

BİLECİK, 2026

10683150

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
COĞRAFYA TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ANTROPO-JEOMORFOLOJİ YAKLAŞIMIYLA “FAY HATTI MANZARALI
DOLGU ALANLARININ” DEĞERLENDİRMESİ, İSTANBUL ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜBRA YILDIRIM KAZAN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ EBUBEKİR KARAKOCA

BİLECİK, 2026

10683150

BEYAN

Antropo-Jeomorfoloji Yaklaşımıyla “Fay Hattı Manzaralı Dolgu Alanlarının” Değerlendirmesi, İstanbul Örneği, başlıklı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazım aşamasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehberine uygun olarak tez/dönem projemi hazırladığımı, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel etik kurallarına uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, çalışmamın herhangi bir kısmının başka bir tez/dönem projesi olarak sunulmadığını, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Kübra YILDIRIM KAZAN

../../2026

İmza:

Bölüm I. Yapay Zekâ Kullanım Durumu

- ☒ Bu tezin/projenin yazım süreçlerinde yapay zekâ tabanlı araçlardan **faıldalandım**.
☐ Bu tezin/projenin yazım süreçlerinde yapay zekâ tabanlı herhangi bir araçtan **faıldalanmadım**.

Bölüm II. Yapay Zekâ Kullanım Detayları

**Bu bölüm yalnızca yapay zekâ kullanımı beyan edilmiş ise doldurulacaktır. Aksi durumda boş bırakılmalıdır.*

Tezinizde/projenizde kullandığınız yapay zekâ araçlarını ve sürümünü listeleyiniz:

Claude Sonnet 5 (Anthropic)

**Yapay zekâ araçlarını tezin/projemin aşağıdaki aşamalarında ilgili amaçlar için kullandım.
(Birden fazla seçenek işaretlenebilir):**

- ☐ Cümle oluşturma
- ☐ Literatür tarama
- ☒ Çeviri
- ☐ Düzenleme/dil kontrolü
- ☐ Veri işleme ve analizi
- ☐ Veri görselleştirme
- ☐ Görüntü üretme
- ☐ Kaynakça düzenleme
- ☐ Diğer (Belirtiniz):.....

Bu çalışmada yapay zekâ kullanımı **Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehber**'e ve akademik dürüstlük ilkelerine uygun şekilde gerçekleştirilmiş olup yapay zekâ araçlarından alınan destek, etik kurallar ve kaynak gösterme esaslarına uygun biçimde belirtilmiştir. Yapay zekâ kullanımı, çalışmanın özgünlüğüne, bilimsel etik kurallarına ve ilgili mevzuata aykırı olmayacak biçimde gerçekleştirilmiştir. Usulsüz yapay zekâ kullanımı (örneğin: kaynak göstermeksizin metin üretimi, otomatik içerik üretiminin özgün eser gibi sunulması, yanıltıcı kaynak gösterimi vb.) tarafımdan kesinlikle yapılmamıştır. Yapay zekâ araçlarının sağladığı bilgilerin doğruluğunu kontrol ettiğimi, yanlış veya eksik bilgi bulunması halinde tüm sorumluluğun tarafıma ait olduğunu; ayrıca çalışmamla ilgili bu beyana aykırı bir durumun herhangi bir zamanda tespit edilmesi durumunda ortaya çıkabilecek akademik ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi beyan ederim.

Kübra YILDIRIM KAZAN

.././2026

İmza:

ÖN SÖZ

“Antropo-Jeomorfoloji Yaklaşımıyla Fay Hattı Manzaralı Dolgu Alanlarının Değerlendirmesi, İstanbul Örneği” başlıklı bu çalışma, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında, İstanbul'un Marmara Denizi kıyı şeridinde yer alan kıyı dolgu alanlarının zamansal ve mekânsal gelişimi antropo-jeomorfolojik bir bakış açısıyla incelenmiş; bu yapay zeminlerin Kuzey Anadolu Fayı ile olan ilişkisi ve taşıdıkları deprem riski bilimsel yöntemlerle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda, yoğun kentsel kullanım ile yüksek sismik risk arasındaki çelişkinin gözler önüne serilmesi ve sürdürülebilir kıyı yönetimine katkı sunacak bilimsel bulgular elde edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde araştırmanın amacı, materyal ve yöntemi ile literatür değerlendirmesine yer verilmiş; ikinci bölümde çalışma sahasının genel coğrafi özellikleri ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, kıyı dolgu alanlarının zamansal-mekânsal değişimi, fonksiyonel özellikleri, deprem risk analizi ve PAJİ formülüyle değerlendirilmesine ilişkin bulgulara yer verilmiş; çalışma, elde edilen bulguların tartışıldığı sonuç bölümüyle tamamlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca değerli bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, karşılaştığım her güçlükte sabırla desteğini sunan danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir KARAKOCA'ya içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmam süresince görüş ve önerileriyle katkıda bulunan Coğrafya Bölümü Öğretim Üyelerine de şükranlarımı sunarım.

Bu süreçte maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme minnettarım. Özellikle, tez sürecinin en yorucu anlarında bile yanımda olup sabrını ve anlayışını benden esirgemeyen eşim Veysel KAZAN'a sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

İnsan faaliyetlerinin yeryüzü şekilleri üzerindeki etkisini inceleyen antropo-jeomorfoloji, kıyı alanlarında giderek artan bir önem kazanmaktadır. İstanbul gibi hızla büyüyen metropollerde, kentsel arazi ihtiyacının kıyı dolgu uygulamaları yoluyla karşılanması, doğal kıyı morfolojisinin köklü biçimde değişmesine neden olmaktadır. Literatürde kıyı dolgu alanlarına ilişkin çalışmalar bulunmakla birlikte, bu alanların deprem riski bağlamında ele alındığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, İstanbul'un Marmara Denizi kıyı şeridi boyunca yer alan Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe ve Tuzla dolgu alanlarının zamansal ve mekânsal gelişimini antropo-jeomorfolojik bir yaklaşımla ortaya koymak; bu yapay zeminlerin Kuzey Anadolu Fayı (KAF) eksenindeki deprem riski karşısındaki durumunu bilimsel kriterlerle değerlendirmektir.

Çalışma kapsamında, 1990 yılına ait Landsat 5 ve 2025 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri CBS ortamında karşılaştırılarak dolgu alanlarının son 35 yıllık mekânsal değişimi nicel olarak ortaya konulmuş; her alanın işlevsel özellikleri arazi çalışmaları ve saha gözlemleriyle desteklenmiştir. Antropojenik baskı düzeyinin belirlenmesi amacıyla Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) formülü uygulanmış; ayrıca 1990-2025 deprem verileri ve AHP yöntemiyle üretilen deprem risk haritası kullanılarak sahanın sismik risk düzeyi değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, en geniş dolgu alanının yaklaşık 91,81 hektar ile Maltepe olduğu, bunu sırasıyla Tuzla yaklaşık 82,58 ha, Yenikapı yaklaşık 49,19 ha, Ataköy yaklaşık 15,40 ha ve Zeytinburnu'nun yaklaşık 5,17 ha izlediği belirlenmiştir. PAJİ hesaplamalarına göre tüm dolgu alanları 0,301-0,305 değer aralığında olup "orta düzey" antropojenik baskı sınıfında yer almaktadır. Deprem risk haritası incelendiğinde ise, dolgu alanlarının KAF'a yakınlıkları ile gevşek dolgu ve alüvyal zemin özellikleri nedeniyle orta-yüksek sismik risk kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular, İstanbul kıyı dolgu alanlarının yoğun kentsel kullanımla yüksek sismik risk arasında önemli bir çelişki barındırdığını ortaya koymaktadır. Çalışma, bu çelişkiyi antropo-jeomorfolojik bir çerçevede belgeleyerek literatüre özgün bir katkı sunmakta ve sürdürülebilir kıyı yönetimi ile afet risk azaltma planlamalarına yönelik bilimsel bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kıyı dolgu alanları; Antropo-jeomorfoloji, Kuzey Anadolu Fayı; Analitik Hiyerarşi Süreci, İstanbul

ABSTRACT

Anthropo-geomorphology, which examines the impact of human activities on landforms, has been gaining increasing importance in coastal areas. In rapidly growing metropolises such as Istanbul, meeting urban land demand through coastal landfill applications causes radical changes in natural coastal morphology. Although the literature contains studies on coastal landfill areas, studies addressing these areas within the context of earthquake risk remain quite limited. The aim of this study is to reveal the temporal and spatial development of the Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe, and Tuzla landfill areas along Istanbul's Marmara Sea coastline through an anthropo-geomorphological approach, and to evaluate the status of these artificial grounds with respect to earthquake risk along the North Anatolian Fault (NAF) axis using scientific criteria.

Within the scope of the study, Landsat 5 satellite imagery from 1990 and Sentinel-2 satellite imagery from 2025 were compared in a GIS environment to quantitatively determine the spatial changes in landfill areas over the past 35 years; the functional characteristics of each area were supported by field studies and on-site observations. The Potential Anthropogenic Geomorphology Index (PAGI) formula was applied to determine the level of anthropogenic pressure; in addition, the seismic risk level of the study area was assessed using 1990–2025 earthquake data and an earthquake risk map produced with the AHP (Analytic Hierarchy Process) method. The analyses revealed that the largest landfill area was Maltepe, with approximately 91.81 hectares, followed by Tuzla with approximately 82.58 ha, Yenikapı with approximately 49.19 ha, Ataköy with approximately 15.40 ha, and Zeytinburnu with approximately 5.17 ha. According to the PAGI calculations, all landfill areas fall within the value range of 0.301–0.305, placing them in the "moderate level" anthropogenic pressure class. Examination of the earthquake risk map showed that, due to their proximity to the NAF and their loose fill and alluvial ground characteristics, the landfill areas fall within the moderate-to-high seismic risk category.

The findings reveal a significant contradiction between the intensive urban use of Istanbul's coastal landfill areas and their high seismic risk. By documenting this contradiction within an anthropo-geomorphological framework, the study offers an original contribution to the literature and provides a scientific basis for sustainable coastal management and disaster risk reduction planning.

Keywords: Coastal landfill areas; Anthropogeomorphology; North Anatolian Fault; Analytic Hierarchy Process; Istanbul

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları.....	2
1.2. Materyal ve Yöntem	3
1.2.1. Materyal	3
1.2.2. Yöntem	4
1.3. Çalışma Alanının Yeri ve Sınırları	6
1.4. Literatür Değerlendirmesi.....	7
1.4.1. Türkiye’de Antropojeomorfoloji Çalışmalarının Genel Değerlendirmesi.....	7
1.4.2. İstanbul’da Antropo-jeomorfoloji Çalışmalarının Genel Değerlendirmesi....	13
2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ	15
2.1. Çalışma Alanının Fiziki Coğrafya Özellikleri.....	15
2.1.1. Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri.....	15
2.1.2. Çalışma Alanının Tektonik Yapısı.....	18
2.1.3. Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri	20
2.1.4. Çalışma Alanının İklim Özellikleri	21
2.1.4.1. Çalışma Alanının Sıcaklık Özellikleri	22
2.1.4.2. Çalışma Alanının Yağış Rejimi.....	23
2.1.5. Çalışma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri.....	25

2.1.6. Çalışma Alanının Hidrografya Özellikleri	25
2.2. Çalışma Alanının Beşeri Coğrafya Özellikleri.....	27
2.2.1. Çalışma Alanının Nüfus Özellikleri	27
3. BULGULAR	28
3.1. Kıyı Dolgu Alanlarının Zamansal ve Mekansal Değişimi (1990-2025).....	28
3.2. Dolgu Alanlarının Fonksiyonel Özellikleri	35
3.2.1. Maltepe Dolgu Alanı.....	35
3.2.2. Tuzla Dolgu Alanı	36
3.2.3. Yenikapı Dolgu Alanı	37
3.2.4. Ataköy Dolgu Alanı	38
3.2.5. Zeytinburnu Dolgu Alanı.....	39
3.3. Deprem Risk Analizi	40
3.4. Kıyı Dolgu Alanlarının PAJİ Formülüyle Değerlendirilmesi.....	43
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKÇA.....	48

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksinde kullanılacak iklim ve rölyef değerleri (Nir,1983).....	5
Tablo 1.2. Antropo-jeomorfoloji konusunda Türkiye'de yapılan çalışmaların literatür değerlendirmesi	10
Tablo 3.1. Çalışma alanına ait potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksi (PAJİ) hesaplama parametreleri ve indeks değerleri	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanı lokasyon haritası	7
Şekil 2.1. Çalışma alanı jeoloji haritası.....	18
Şekil 2.2. Türkiye tektonik haritası (Okay ve Tüysüz, 1999)	19
Şekil 2.3. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli (DEM)	21
Şekil 2.4. İstanbul'da aylık ortalama, ortalama en yüksek ve ortalama en düşük sıcaklıkların dağılımı (1950-2025).....	23
Şekil 2.5. İstanbul'un aylık toplam yağış miktarı ortalaması (1950-2025)	24
Şekil 2.6. Çalışma alanı hidrografya haritası	27
Şekil 3.1. 1990 yılına ait Maltepe sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Maltepe sahil uydu görüntüsü (b), Maltepe sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)	30
Şekil 3.2. 1990 yılına ait Tuzla sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Tuzla sahil uydu görüntüsü (b), Tuzla sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)	31
Şekil 3.3. 1990 yılına ait Yenikapı sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Yenikapı sahil uydu görüntüsü (b), Yenikapı dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)	32
Şekil 3.4. 1990 yılına ait Ataköy sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Ataköy sahil uydu görüntüsü (b), Ataköy sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)	33
Şekil 3.5. 1990 yılına ait Zeytinburnu sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Zeytinburnu sahil uydu görüntüsü (b), Zeytinburnu sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)	34
Şekil 3.6. Maltepe Dolgu Alanı, 1953'te Süreyya Plajı açıklarında denizin içine inşa edilen Bakireler anıtı (a), Maltepe'deki kıyı dolgu çalışmaları nedeniyle günümüzde karada ve sahilden 600 m içerde kalmıştır (b).....	36
Şekil 3.7. Tuzla marina rekreasyon ve eğlence alanı (a-b), Tuzla sahil dolgusu (c-d)	37
Şekil 3.8. Yenikapı etkinlik alanı	38
Şekil 3.9. Ataköy Marina'ya dair görseller.....	39

Şekil 3.10. Zeytinburnu dolgu alanında çöken zemin (a),Zeyport liman işletmeleri (b), Zeytinburnu dolgu alanında dikenli tel çitle sınırlandırılmış tekne bağlama alanı (c), Ataköy Zeytinburnu arası sahil dolgusunda çöken zemin (d).....	40
Şekil 3.11. İstanbul ili 1990–2025 yılları arası deprem dağılımı ve fay hattı ilişkisi	41
Şekil 3.12. İstanbul ili deprem riski analizi haritası.....	42

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP / AHS: Analitik Hiyerarşi Süreci

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

DEM: Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)

DI: Okuma Yazma Bilmeyen Nüfus Oranı

DSAS: Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (Digital Shoreline Analysis System)

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)

GEM: Küresel Deprem Modeli (Global Earthquake Model)

İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi

İHA: İnsansız Hava Aracı

Kc: İklim Katsayısı

Kr: Rölyef Katsayısı

KAF / KAFZ: Kuzey Anadolu Fayı / Kuzey Anadolu Fay Zonu

LIDAR: Işık Algılama ve Mesafe Ölçme (Light Detection and Ranging)

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

NDWI: Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (Normalized Difference Water Index)

PAJİ: Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UP: Kentsel Nüfus Oranı

USGS: Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar Kurumu (United States Geological Survey)

1. GİRİŞ

İnsan ve doğa arasındaki ilişki, yaklaşık iki yüzyıl önce sanayi devrimiyle köklü bir değişime uğramıştır. 1750’lerde başlayan sanayi devriminden günümüze kadar süregelen zamanda, insanlık, doğaya olan etkisini hızla artırmıştır (Efe, Soykan, Cürebal, & Sönmez, 2008). Bu süreçte keşifler, icatlar ve teknolojik gelişmeler, insanı doğal süreçlerin pasif bir unsuru olmaktan çıkarıp, yeryüzünü aktif bir biçimde şekillendiren bir aktör haline getirmiştir. Bu durum, insanın jeomorfolojik süreçleri büyütme ve yönlendirme potansiyelini de beraberinde getirmiştir (Tarolli & Sofia, 2016; Brown, 1970). 18. yüzyıldan itibaren insanın doğayı şekillendirme kapasitesi artmış, yapay göller, kanallar, köprüler, gökdelenler gibi modern insan yapımı yer şekilleri ortaya çıkmıştır (Jialin, Lei, Yongchao, & Liu, 2017). Bu etkiler, Sanayi Devrimi’nden itibaren biyotik, sedimanter ve jeokimyasal değişimlerle Holosen’den ayrılan ve ‘Antroposen’ olarak adlandırılan yeni bir jeolojik dönemin varlığını ortaya koymaktadır (Zalasiewicz, Williams, Smith, & Barry, 2008). Bu bağlamda, içinde bulunduğumuz çağ, "Antroposen" ya da "İnsan Çağı" olarak adlandırılmakta ve bu dönem, insanın doğal sistemler üzerindeki baskın etkilerini tanımlamaktadır (Ertek T. A., 2017).

Antroposen çağında, insan etkisinin dünya sistemini oluşturan bileşenler üzerinde belirgin şekilde artması, insanı doğal süreçlerin baskın bir parçası haline getirmiştir. Bu durum, doğal ortam-insan ilişkisine odaklanan bilim dallarında antropojenik temelli yaklaşımların gelişmesine zemin hazırlamış ve jeomorfolojinin bir alt dalı olan “Antropo-jeomorfoloji”nin ortaya çıkışını hızlandırmıştır (Uncu & Karakoca, 2021). Antropojenik jeomorfoloji, insanların doğal süreçlere müdahalesi sonucunda oluşan yeryüzü şekillerini ve bu müdahalelerin erozyon, taşıma, birikim gibi jeomorfolojik süreçlere etkisini inceleyen bir bilim dalıdır. Özellikle inşaat, madencilik, tarım ve baraj yapımı gibi faaliyetlerin çevre üzerinde yarattığı değişimlere odaklanır ve bu şekillerin kasıtlı ya da dolaylı olarak insan eliyle nasıl meydana geldiğini araştırır. (Szabó, Dávid, & Lóczy, 2010)

Antropojenik etkilerin en belirgin biçimde gözlemlendiği alanlardan biri kıyılardır. İstanbul gibi hızla büyüyen metropollerde, kıyı bölgeleri hem mekânsal genişleme hem de ekonomik faaliyetler açısından büyük bir baskı altındadır (Uzun & Akyüz, 2019). Özellikle kıyı dolgu alanları, insanın doğal süreçlere müdahalesinin bir sonucu olarak hem kentsel mekân üretimi hem de jeomorfolojik dönüşümün önemli bir örneğini oluşturur. İstanbul kıyılarında kontrolsüz dolgu alanlarının oluşturulması, kentin en önemli kıyı problemlerinden biridir (Kurt, Demirci, & Karaburun, 2011). Genişleyen kıyı dolgu alanları, doğal jeomorfolojik süreçleri etkileyerek toprak erozyonu, sediment birikimi ve arazi çökmesi gibi çevresel riskler

oluşturmaktadır (Sert, 2022). Marmara Denizi kıyılarında inşa edilen bu dolgular, mekânsal planlama süreçlerinin yetersizliği ve yoğun yapılaşma baskısıyla, İstanbul'un doğal kıyı dinamiklerini derinden etkilemiştir. Bu durum, hem kıyı şeridinin doğal yapısının bozulmasına hem de olası deprem riskleri bağlamında çevresel hassasiyetlerin artmasına yol açmıştır.

Literatürde dolgu alanlarının oluşumu ve çevresel etkileri üzerine çalışmalar bulunmakla birlikte, bu alanların deprem risk analizleriyle ele alındığı kapsamlı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, söz konusu boşluktan hareketle, İstanbul kıyılarında yer alan dolgu alanlarının antro-po-jeomorfolojik bir yaklaşımla değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu sayede hem literatüre özgün bir katkı sağlanması hem de Marmara Bölgesi'ndeki kıyı risk yönetimi süreçlerine ışık tutulması hedeflenmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları

Kıyı dolgu alanları, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de kentsel gelişimin ve nüfus baskısının doğal sonucu olarak son yıllarda giderek yaygınlaşan bir müdahale biçimi hâline gelmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, İstanbul'un Marmara Denizi kıyı şeridi boyunca yer alan Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe ve Tuzla dolgu alanlarının zamansal ve mekânsal gelişimini antro-po-jeomorfolojik bir yaklaşımla ortaya koymaktır.

Literatürde kıyı dolgu alanlarına ilişkin çalışmalar bulunmakla birlikte, bu alanların deprem riski bağlamında ele alındığı çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma kapsamında, söz konusu alanlardaki antro-pojenik müdahaleler ile sismik kırılgenlik seviyeleri belirlenerek, bu yapay zeminlerin Kuzey Anadolu Fayı (KAF) eksenindeki mevcut deprem riski karşısındaki durumları bilimsel kriterlerle değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın literatüre temel katkısı, mevcut dolgu alanlarının PAJİ formülü aracılığıyla nicel olarak değerlendirilmesi ve söz konusu alanlar için bir deprem risk haritasının oluşturulması olmuştur.

Yüksek sismik risk taşıyan bu alanların yoğun kentsel kullanımla bir arada bulunmasının yarattığı çelişki gün yüzüne çıkarılarak, sürdürülebilir kıyı yönetimine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe ve Tuzla dolgu alanlarının çalışma sahası olarak seçilmesinde, bu alanların Marmara kıyı şeridi boyunca farklı coğrafi konumları temsil etmesi, dolgu faaliyetlerinin farklı dönem ve ölçeklerde gerçekleştirilmiş olması ile Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara segmentine göre değişen mesafelerde yer almaları belirleyici olmuştur. Ayrıca bu alanların günümüzde ulaşım, rekreasyon, tersane ve liman gibi birbirinden farklı işlevlerle kullanılıyor olması, antro-pojenik

etki ve sismik risk ilişkisinin çok yönlü bir perspektifle değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu doğrultuda çalışma, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aramaktadır:

1. Çalışma sahasında etkili olan başlıca antropojenik faaliyetler nelerdir?
2. İncelenen dolgu alanlarında gözlemlenen antropojenik unsurların zamansal ve mekânsal dağılımı nasıl bir değişim göstermiştir?
3. Doldurulan bu alanlar hangi amaçlarla kullanılmakta ve mevcut arazi kullanım özellikleri nelerdir?
4. Bu alanların Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile mekânsal ilişkisi ve sismik risk düzeyi nedir?
5. Antropojenik etkilerin azaltılması ve bozulan kıyı alanlarının doğal çevreye yeniden kazandırılması için hangi yönetim ve planlama önlemleri geliştirilebilir?

1.2. Materyal ve Yöntem

1.2.1. Materyal

Çalışma kapsamında yürütülen coğrafi ve mekânsal analizlerde, uluslararası düzeyde açık veri kaynaklarından faydalanılmıştır. Bu doğrultuda, çalışma alanındaki zamansal değişimlerin tespiti için United States Geological Survey (USGS) arşivlerindeki 1990-2025 dönemine ait uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. 1990 yılı için Landsat-5 ve 2025 yılı için Sentinel-2, 30 m çözünürlüğündeki uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanının fiziki özelliklerini ortaya koymak amacıyla, yine aynı kaynak olan USGS veri tabanından yüksek çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) verisi temin edilmiştir. Bölgedeki sismik aktivitenin zamansal ve mekânsal dağılımını ortaya koymak amacıyla, yine aynı dönemi (1990-2025) kapsayan deprem verileri USGS veri setinden elde edilerek filtrelenmiş ve analize dâhil edilmiştir.

Araştırmanın diğer önemli veri katmanlarından olan aktif fay hatları Global Earthquake Model (GEM) veri tabanından, toprak tipi verileri Food and Agriculture Organization (FAO) açık kaynaklarından, litolojik ve jeolojik birimleri gösteren jeoloji haritaları ise Eurasia Natural History Association (DOTALTAI) sayısal veri setlerinden elde edilmiştir.

PAJİ hesaplamasında kullanılan kentsel nüfus oranı (UP) ve okuma-yazma bilmeyen nüfus oranı (DI) verileri, 2025 yılına ait ilçe bazlı nüfus ve eğitim istatistikleri esas alınarak Türkiye İstatistik Kurumu'nun Coğrafi İstatistik Portalından (TÜİK , 2025) temin edilmiştir.

1.2.2. Yöntem

Toplanan tüm veriler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcGIS ortamında ortak veri formatına ve koordinat sistemine dönüştürülmüştür.

Öncelikle, İstanbul'un Marmara kıyılarında yer alan başlıca dolgu alanlarının (Maltepe, Zeytinburnu, Tuzla, Yenikapı ve Ataköy) zamansal ve mekânsal değişiminin ortaya konulması amacıyla, 1990 yılına ait Landsat-5 ile 2025 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda, uydu görüntüleri baz alınarak 1990 ve 2025 yıllarına ait kıyı çizgileri belirlenmiş; iki döneme ait kıyı çizgilerinin karşılaştırılması yoluyla dolgu alanlarının toplam büyüklükleri hektar cinsinden hesaplanmış ve elde edilen veriler ArcGIS ortamında haritalandırılmıştır.

Çalışmanın temel amaçlarından biri olan sismik risk düzeyinin belirlenmesi doğrultusunda, deprem risk analizi gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Bu süreçte yöntem olarak, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) tercih edilmiştir. AHP yöntemi, farklı harita katmanlarını üst üste karşılaştırarak çok kriterli mekânsal karar verme ve uygunluk haritası üretilmesine imkân tanıyan; her bir katmanın analiz sonucunu yüzde cinsinden ne ölçüde etkileyeceğinin ağırlıklandırılarak belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir.

Çalışma kapsamında AHP yönteminde ağırlık değeri verilen katmanlar sırasıyla, aktif faylara uzaklık (%40), jeolojik yapı (%30), deprem yoğunluk verisi (%20), ve litolojik özellikler (%10) olarak belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde literatürde yer alan benzer çalışmalardan yararlanılmıştır. Nitekim (Morales & Vries, 2021), deprem tehlike haritalama kriterleri arasında en yüksek ağırlığı (%34) fay hatlarına uzaklık kriterine verirken, (Erden & Karaman, 2012) da Küçükçekmece bölgesi için oluşturdukları modelde en yüksek ağırlığı (%38) kaynak-saha mesafesi kriterine atfetmiştir. Literatürdeki bu makalelerden hareketle, depremselliği doğrudan etkileyen temel unsur olması nedeniyle bu çalışmada da en yüksek ağırlık (%40) fay hatlarına uzaklık parametresine verilmiştir. Farklı birim ve ölçeklere sahip olan dört kriter katmanının (aktif faylara uzaklık, jeolojik yapı, deprem yoğunluk verisi ve litolojik özellikler) birbiriyle karşılaştırılabilir ve üst üste karşılaştırılabilir hâle getirilmesi amacıyla, her bir katman yeniden sınıflandırma (reclassify) aracı kullanılarak ortak bir ölçek üzerinden 5 sınıfa ayrılmıştır; bu sınıflandırmada 1 en düşük riski, 5 ise en yüksek riski temsil edecek şekilde derecelendirme yapılmıştır. Son adımda, yeniden sınıflandırılan bu katmanlar, ArcGIS yazılımı içerisindeki ağırlıklı çakıştırma (weighted overlay) aracı kullanılarak AHP'den elde edilen yüzdelik oranlarla çarpılmış ve üst üste bindirilmiştir. Bu sayede, tüm kriterlerin

kendi önem derecesine göre etki ettiği, bilimsel standartlara uygun tek bir nihai deprem risk haritası elde edilmiştir.

Araştırma alanındaki dolgu sahalarının antropojenik baskı düzeyinin nicel olarak belirlenmesi ise Nir tarafından geliştirilen Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) ile ortaya konulmuştur. İndeks kapsamında kullanılan parametreler, beşerî ve doğal ortam bileşenleri olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmiştir; beşerî parametreler kapsamında demografik göstergeler, doğal ortam parametreleri kapsamında ise iklim ve rölyef özellikleri Nir'in sınıflandırma yaklaşımı esas alınarak hesaplanmıştır:

$$I = (UP + DI) / 2 \times 1/100 \times (Kc + Kr)$$

Formülde; I Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksini, UP kentsel nüfus oranını, DI okuma yazma bilmeyen nüfus oranını, Kc iklim tipini ve Kr rölyef değerlerini ifade etmektedir (Uzun M. , 2019). İndeks sonuçları dört tehdit düzeyine göre yorumlanmaktadır: 0,00-0,25 aralığı düşük, 0,25-0,50 aralığı orta, 0,50-0,75 aralığı yüksek ve 0,75-1,00 aralığı ise çok yüksek tehdit düzeyini temsil etmektedir (Uncu & Karakoca, 2021). Kc ve Kr katsayılarının belirlenmesinde (Nir, 1983)'in standart sınıflandırma tablosu esas alınmıştır; İstanbul'un Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre ılıman Akdeniz iklim kuşağında yer alması nedeniyle (Öztürk, Çetinkaya, & Aydın, 2017) Kc değeri 0,4 olarak kabul edilmiş, dolgu alanlarının deniz kıyısında yer alması ve genel olarak düz topografik özellik göstermesi nedeniyle Kr değeri 0,2 olarak belirlenmiştir. UP ve DI parametreleri ise TÜİK'in 2025 yılına ait ilçe bazlı nüfus ve eğitim istatistiklerinden elde edilerek indekse dahil edilmiştir.

Tablo 1.1. Potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksinde kullanılacak iklim ve rölyef değerleri (Nir, 1983)

İklim Değerleri (Kc)	Değer	Rölyef Değerleri (Kr)	Değer
Ekvatorial İklim	0,6	Ovalar	0,2
Muson-Savan İklimi	0,8	Tepeler	0,4
Kurak ve Yarı Kurak İklim	0,6	Plato Sahaları	0,5
Ilıman İklim	0,4	Orta Yükseklikte Dağlık Alanlar	0,6
Soğuk İklim	0,6	Yüksek Dağlık Alanlar	0,8
Kutup İklimi	0,4		

1.3. Çalışma Alanının Yeri ve Sınırları

Araştırma alanını oluşturan İstanbul ili, Asya ve Avrupa kıtalarının kesişim noktasında yer alan stratejik bir konuma sahiptir. Şehir, Kocaeli ve Çatalca yarımadaı üzerinde gelişmiş olup bu iki yarımada İstanbul Boğazı ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu durum, kentin Avrupa Yakası ve Anadolu Yakası olarak iki ana bölüme ayrılmasına neden olmuştur. İstanbul'un kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise Marmara Denizi yer almakta; doğuda Kocaeli, batıda Tekirdağ ve Kırklareli illeri ile komşuluk göstermektedir. Bu özelliği ile İstanbul, Marmara Bölgesi içerisinde hem coğrafi hem de fonksiyonel açıdan merkezi bir konumda bulunmaktadır.

Coğrafi koordinatlar bakımından yaklaşık olarak 28°01'–29°55' doğu boylamları ile 40°28'–41°33' kuzey enlemleri arasında yer alan şehir, doğuda Kocaeli Sıradağları, batıda ise Ergene Havzası'nın su bölümü çizgisi ile sınırlandırılmaktadır (Gürel & Gündüz, 2011). İstanbul, tarihi yarımada üzerinde gelişerek günümüzde Adalar dahil toplam 5.712 km²'lik bir alana yayılmıştır; Adalar dışındaki ana kara alanı ise 5.461 km²'dir. (T.C. İstanbul Valiliği, 2026; Harita Genel Müdürlüğü, 2026). Bu alan, Avrupa Yakası'nda 25 ve Anadolu Yakası'nda 14 olmak üzere toplam 39 ilçeden oluşmaktadır (Kahraman, Ünsal, & Çobanlı, 2026).

Çalışma sahasını oluşturan beş dolgu alanının konumsal sınırları şu şekildedir: Ataköy Dolgu Alanı, Bakırköy ilçesi sınırları içerisinde, Ataköy Marina ve çevresini kapsayacak şekilde tanımlanmış; Zeytinburnu Dolgu Alanı, ilçenin güney kesiminde yer alan Kazlıçeşme ve çevresindeki kıyı şeridini içine almaktadır. Yenikapı Dolgu Alanı, Fatih ilçesi sınırları dahilinde, Marmaray ve metro istasyonlarını da kapsayan kıyı kesimini; Maltepe Dolgu Alanı ise İDO İskelesi ile Küçükalyalı Balıkçı Barınağı arasında uzanan yaklaşık 3-3,5 km'lik sahil bandını kapsamaktadır. Tuzla Dolgu Alanı ise ilçe genelinde birbirinden işlevsel olarak farklılaşan Tuzla Marina, Tuzla Liman ve Tuzla Sahil olmak üzere üç alt kesimden oluşmaktadır. Her bir alanın sınırları, 1990 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden dijitalleştirilen kıyı çizgileri esas alınarak ArcGIS ortamında belirlenmiştir.



Şekil 1.1. Çalışma alanı lokasyon haritası

1.4. Literatür Değerlendirmesi

1.4.1. Türkiye’de Antropo-jeomorfoloji Çalışmalarının Genel Değerlendirmesi

Antropojenik jeomorfoloji, dünyada yaygın bir çalışma alanı oluşturmaya rağmen, ülkemizde bu konuda yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. 1880’li yıllardan itibaren insan faaliyetlerinin doğal çevre ve jeomorfolojik süreçler üzerindeki etkilerini inceleyen bir disiplin olarak gelişen antropojenik jeomorfoloji, günümüzde doğal süreçlerle insan etkisinin iç içe geçtiği birçok alanda önemli bulgular ortaya koymaktadır. Türkiye’de de bu alana yönelik ilgi giderek artmakta, insan kaynaklı müdahalelerin jeomorfolojik süreçler üzerindeki rolü daha fazla araştırma konusu hâline gelmektedir. Yapılan çalışmalar, kıyı değişimi, tarımsal faaliyetler, kentsel dönüşüm, su yönetimi ve maden faaliyetleri gibi insan etkisinin belirgin olduğu alanlara odaklanarak, bu müdahalelerin arazi morfolojisi üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerini değerlendirmektedir. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye’de antropojenik süreçlerin yalnızca lokal ölçekte değil, bölgesel ve ulusal ölçekte de yer şekillerinin evrimini belirleyen temel bir unsur hâline geldiği görülmektedir.

Türkiye'de gerçekleştirilen antro-po-jeomorfolojik çalışmaların önemli bir bölümü kıyı alanlarına odaklanmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları uzaktan algılama ve çok zamanlı uydu görüntüsü karşılaştırması yöntemini kullanmıştır. Örneğin (Kurt, Demirci, & Karaburun, 2011), 1987-2007 yılları arasındaki uydu verilerini karşılaştırarak İstanbul kıyılarındaki arazi kullanım değişimini incelemiş ve kıyı dolguları ile liman yapılarının kıyı çizgisinde belirgin bir genişlemeye yol açtığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde (Garipağaoğlu, Özcan, & Uzun, 2014), Moda-Caddebostan (Kadıköy) arasındaki kıyı değişimini incelemiş; sınırlı ölçekli dolgu çalışmalarının dahi kıyı morfolojisinde kalıcı değişimlere yol açtığını tespit etmiştir. (Uzun & Akyüz, 2019)'ün İstanbul'un Anadolu Yakası'ndaki kıyı dolgu alanlarının kullanımını inceleyen çalışmasında ise, dolgu alanlarının %39'unun rekreasyon/yeşil alan, %16'sının ulaşım amacıyla oluşturulduğu; esas kıyı değişiminin Marmara kıyılarında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Marmara kıyılarını konu alan diğer çalışmalar da (Kurt, 2016; Ekinci, 2006) insan kaynaklı müdahalelerin doğal kıyı dinamiklerini baskılayarak kıyı morfolojisini hızla ve büyük ölçüde geri döndürülemez biçimde dönüştürdüğü anlaşılmaktadır.

Ege kıyılarında gerçekleştirilen araştırmalar da benzer bir tabloyu ortaya koymaktadır. (Tağıl & Cürebal, 2005), uzaktan algılama ve CBS teknikleriyle Altınova (Balıkesir) sahilindeki kıyı çizgisi değişimini belirlemiş; diğer çalışmalar da (Şerifaki, 2006) Ege kıyılarındaki tarımsal kullanım, turizm ve yerleşim baskısının etkilerini belgelemiştir. Akdeniz kıyılarında (Özşahin, 2013a), Asi Nehri Deltası'nın (Hatay) antropojenik jeomorfolojisini inceleyerek erozyon, deprensellik ve yerleşim baskısı gibi sorunların insan faaliyetleriyle ilişkisini ortaya koymuştur. Karadeniz kıyılarında yapılan araştırmalar ise (Turoğlu & Duran, 2021; Bayraktar, Bayraktar, & Yüksek, 2016) ulaşım projeleri ve dolgu alanlarının kıyı morfolojisini hızlı ve çoğu zaman geri dönüşü zor biçimde dönüştürdüğünü göstermektedir. Farklı kıyı bölgelerinde yürütülen bu çalışmalar, insan faaliyetlerinin türü ve yoğunluğuna bağlı olarak jeomorfolojik değişimlerin biçim ve hızının farklılaştığını, ancak tüm kıyı sistemlerinde ortak bir baskı unsuru oluşturduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, Türkiye'de antro-po-jeomorfoloji çalışmaları yalnızca kıyı alanlarında meydana gelen değişimlerle sınırlı değildir. İç kesimlerde yürütülen araştırmalar, tarımsal faaliyetlere bağlı sulama-drenaj sistemleri ve arazi degradasyonu süreçlerini (Erol, 1997; Turan, Dengiz, & Kaya, 2021), kentsel alanlardaki dolgu ve dönüşüm uygulamalarının doğal yüzey şekilleri üzerindeki etkilerini (Karataş, 2016), madencilik faaliyetlerini konu alan antro-po-jeomorfoloji çalışmaları ise açık ocak işletmeleri, taş ve mermer ocakları ile pasa ve hafriyat döküm alanlarının topoğrafyada kalıcı ve yapay yer şekilleri oluşturduğunu vurgulamaktadır.

Bu kapsamda (Uncu & Karakoca, 2021), Bilecik merkez ilçe ve köylerindeki taş ocağı işletmelerinin mekânsal ve zamansal gelişimini antropo-jeomorfolojik bir yaklaşımla incelemiş; (Nir, 1983) tarafından geliştirilen Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) yöntemini uygulayarak çalışma sahasının antropojenik süreç oranını 0,45 olarak hesaplamıştır. Bu değer, Bilecik merkez ilçesinin antropojenik tehdit skalasında "orta düzey" kategoride, ancak yüksek eşiğe yakın bir konumda yer aldığını göstermiştir. Benzer şekilde diğer çalışmalar da (Satı & Uncu, 2022; Uzun M. , 2023a) açık ocak ve hafriyat döküm alanlarının özellikle plato yüzeyleri ve yamaçlarda önemli morfolojik değişimlere neden olduğunu ortaya koymuştur.

Antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimlerin doğal afet riskleriyle ilişkisini doğrudan ele alan çalışmalar da bulunmaktadır. Bu kapsamda (Uzun M. , 2021c), Gölcük ve Karamürsel'deki antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimlerin risklere etki düzeyini incelemiş; topografik veriler, uydu görüntüleri ve arazi gözlem-ölçümlerini CBS ve uzaktan algılama teknikleriyle analiz ederek antropojenik değişimlerin heyelan, kaya düşmesi, sel, taşkın ve çökme-göçme olaylarına etki düzeyini belirlemiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile yapılan tehlike duyarlılık-risk analizleri sonucunda, antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimlerin heyelan tehlikesine %33, kaya düşmesine %40, sel riskine %3, taşkın riskine %31 ve çökme-göçme riskine %22 oranında etki ettiği saptanmış; özellikle ulaşım, kıyı dolgu ve yerleşim alanlarının risk potansiyeli açısından öne çıktığı belirlenmiştir.

2000'li yıllardan itibaren Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknolojilerinin gelişmesiyle, antropojenik jeomorfoloji çalışmaları daha yaygın ve detaylı hale gelmiştir. Uydu görüntüleri, sayısal yükselti modelleri, İnsansız Hava Araçları (İHA) ve LIDAR teknolojileri, jeomorfolojik değişimlerin zamansal-mekansal dağılımını ve etkilerini incelemede önemli araçlar olmuştur. Ülkemizde de şehirleşme, sanayi ve madencilik faaliyetlerinin jeomorfolojik etkileri üzerine yapılan çalışmalar artmakla birlikte, bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Uzun M. , 2021d). Bu çerçevede Türkiye'de yürütülen antropo-jeomorfolojik çalışmalar, insan kaynaklı müdahalelerin yer şekilleri üzerindeki etkilerini ortaya koymakla birlikte, özellikle büyük metropoller ve yoğun müdahale alanları için daha ayrıntılı ve bütüncül analizlere duyulan ihtiyacı açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'de antropo-jeomorfoloji alanında gerçekleştirilen çalışmaların genel bir görünümünü ortaya koymak amacıyla, ilgili literatür kronolojik olarak aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. Antropo-jeomorfoloji konusunda Türkiye'de yapılan çalışmaların literatür değerlendirmesi

YAYIN YILI	YAZAR	ESER ADI
1997	Erol	Türkiye'deki Kıyı Kullanım Sorunlarına Jeomorfolojik Yaklaşım
2002	Öner vd.	Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi ve Kıyı Çizgisi Değişimleri
2005	Oğul	Van Gölü Doğu Kesiminde Antropojen Faaliyetlerin Reliefe Etkisi
2006	Şerifaki	İzmir Körfezi Örneğinde Antropojenik Etkiler ve Sonuçları Üzerine Araştırmalar
2008	Alkan	Van Gölü Güneydoğu Kıyılarında Gevaş ve Deveboynu Yarımadası Kıyı Kesiminde Antropojen Faaliyetlerin Röllyefe Etkisi
2008	Efe vd.	Türkiye'de Antroposen Döneminde Doğal Çevre Bozulmasını Etkileyen Antropojenik Faktörler
2008	Gürbüz & Gürer	Anthropogenic affects on lake sedimentation process: a case study from Lake Sapanca, NW Turkey
2008	Özdemir & Bahadır	Hersek (Yalova) Deltasında Antropojen Değişimlerin CBS İle Analizi
2009	Polater	Zilan ve Tekler Akarsu Havzaları Arası Antropojen Faaliyetlerin Reliefe Etkisi
2010	Üneri	Antropojenik Süreçlerin Kontrolünde Ayamama Deresi'nde Meydana Gelen Sel ve Taşkınların Coğrafi Özellikleri
2012	Erdoğan	Bir Kıyı Yerleşmesinde Kimlik Dönüşümü: Tarihsel Süreç İçinde Karşıyaka'nın (İzmir) Kıyı Kullanımında Gözlenen Değişimler
2012	Gülğün vd.	İzmir Kent Örneğinde Bazı Kentsel Sitlerdeki Antropojenik Baskıların İrdelenmesi Üzerinde Bir Araştırma
2013	Özşahin	Asi Nehri deltasının (Hatay) Antropojenik Jeomorfolojisi
2013	Şener vd.	Evaluating the anthropogenic and geologic impacts on water quality of the Eğirdir Lake, Turkey
2014	Şatıroğlu	İstanbul'un Doğu Karadeniz Kıyı Alanları Kullanımlarındaki Değişimin Saptanması
2015	Başkaya & Tekeli	Coastline Changes and Istanbul Coastal Landspace
2015	Ekinci&Yalçınkaya	İstanbul'da Antropojenik Süreçler ve Etkileri
2015	Karataş	Serinyol Birikinti Yelpazesinde (Hatay) Antropojenik Degredasyon ve Hidrojeomorfolojik Etkileri
2016	Bekar	Akdeniz Ekosistemlerinde Günümüz Yangın Rejimlerinin Şekillenmesinde Doğal ve Antropojen Faktörlerin Rolü
2016	Ertek	İnsan Faaliyetlerine Bağlı Jeomorfokronolojik Yıkımlar
2016	Karataş	Üsküdar'da Röllyefin Yeniden Tanzimi: Antropojenik Jeomorfoloji ve Yansımaları
2017	Alak & Sümer	Marmara ve Karadeniz Kıyılarındaki Güncel Sedimanlar İçinde Antroposen'in Varlığına Ait Yeni Bulgular
2017	Ertek	Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, kökeni ve amacı
2018	Büyüksahin	Antropojenik Etkiler ile Havanın Kirletilmesi ve İklim Durumu

2018	Çolak& Memişoğlu	Trabzon İlinde Tarımsal Arazi Kullanımındaki Zamansal Değişimin CBS ile Belirlenmesi
2018	Dokuz vd.	Niğde Kent Merkezi Alivyon Akiferinin Yeraltı Suyu Kalitesini Etkileyen Doğal ve Antropojenik Faktörlerin İncelenmesi
2018	Erkal	Körfez ilçesi'nde (Kocaeli) antropojeomorfolojik araştırma
2018	Gizdeş	Antropojenik Jeomorfolojinin İklim Değişikliğine Etkileri
2018	Kopar vd.	Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki Volkan Rölyefinin Antropojenik Degradasyonu Üzerine Bir Analiz
2018	Muhacir & Özalp	Kıyı Alanlarının Rekreatyonel Amaçlı Alternatif Kullanımının Artvin Örneğinde İrdelenmesi
2018	Pınar & Özdilek	Signature of Anthropogenic Impacts in Detritus Decomposition and the Freshwater Snail <i>Melanopsis buccinoidea</i>
2018	Topuz	Sarıkum Lagünü (Sinop) Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri İle İncelenmesi
2018	Yiğit vd.	Yeşilovacık Koyu'ndaki (Mersin, Türkiye) Akdeniz Fokunun (<i>Monachus monachus</i>) Varlığı; Antropojenik Etki Değerlendirmesi Vaka Raporu
2019	Çelik	Doğal ve Kültürel Değerlerde Antropojen Etkiler: Kilis Örneği
2019	Güner	Atakum'daki (Samsun) Antropojeomorfolojik Yapılar ve Çevresel Etkileri
2019	Polat & Kahraman	Antroposen Çağı'nda Kentsellik, Sürdürülebilirlik ve Dirençlilik
2019	Süme	Kıyı Dolgusu Yapılması Üzerine bir Araştırma; Bozukkale Mevki Örneği
2019	Tutar	Antalya ili doğusunda antropojenik etkiler nedeniyle ağır metal birikiminin <i>Pyrus cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i> ve <i>Pancratium maritimum</i> üzerinde araştırılması
2019	Uzun	Dilderesi Havzası'nda (Gebze-Dilovası) Antropojenik Jeomorfoloji: Değişimler, Boyutları ve Etkileri
2019	Ünal	Antroposen ve Yeni Dünya Tasarıları
2019	Üstün	Antropojenik İklim Değişikliğine Bağlı Deniz Seviyesi Değişiminin Sinop Yarımadası'na Olası Etkileri
2020	Arslan & Baş	Antropojenik Faaliyetler Nedeniyle Değişen Çevrenin Yarasalar Üzerine Etkileri
2020	Akdağ & Özdemir	Çevreye Duyarlılık ve Sorumluluk Bağlamında Yeşil Halkla İlişkiler ve Antroposen Kavramı: Billboardlar Üzerinden Bir Göstergebilimsel Analiz
2020	Balaban	Pertek (Tunceli) Jeotermal Alanının Antropojenik Kirliliğinin Değerlendirmesi
2020	Ören	Fosil polen analizlerinde kullanılan antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi ve arazi kullanım şekilleri
2020	Sümer vd.	Antroposen ve Antropojenik Kirlilik Sayısı / Önsöz
2020	Sümer vd.	Antropojen ve Antroposen Kavramlarının Tarihsel Gelişimine Yerbilimsel Bir Bakış

2020	Uzun	Antropojenik Jeomorfoloji Kapsamında Rölyefin Değişim Analizi: Ataşehir (İstanbul) Örneği
2020	Yılmam & Turgut	Yusufeli Barajı Antropojenik Etkilerinin Peyzaj Planlama Açısından Değerlendirilmesi
2021	Apaydın & Durmaz	Giresun – Piraziz Arasında Karadeniz Sahil Yoluna Bağlı Kıyı Çizgisi Değişimi ve Güncel Plaj Oluşumları
2021	Polat & Kahraman	Antroposen Çağı'nda pandemi ve kentlerin durumu
2021	Turan vd.	Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimlerinin Farklı Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri ile Belirlenmesi: Çarşamba Delta Ovası Örneği
2021	Uncu & Karakoca	Antropo-jeomorfolojik bir yaklaşımla Bilecik (Merkez ilçe) taş ocaklarının mekânsal ve zamansal değişimi
2021	Uzun	Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Antropojenik Jeomorfolojide Değişim Analizleri
2021	Uzun	İzmit Körfezi Kıyılarında İnsan Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimler ve Süreçler
2021	Uzun	Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolik Değişmelerin Oluşmasındaki Faktörlerin Coğrafi Analizi: Maltepe İlçesi (İstanbul) Örneği
2021	Uzun	Gölcük ve Karamürsel'de (Kocaeli) Antropojenik Kökenli Jeomorfolojik Değişimlerin Potansiyel Risk Analizi
2021	Yalçın & Polat	Erzincan Ovası'nda Yer Alan Birikinti Koni ve Yelpazelerinin Genel Özellikleri, Sınıflandırılması ve Antropojenik Degradasyonu
2022	Bekaroğlu	Antroposen: Küresel Değişimin Politikası
2022	Gökten vd.	Antroposen Krizini Aşmak: Co2 Emisyonunu Etkileyen Değişkenler Üzerine Bir Panel Veri Analizi
2022	Aktaş & Bahadır	Çam Burnu (Ordu) ile Gül Burnu (Giresun) Arası Kıyı Çizgisinin Zamansal Değişimi ve Kıyı Kullanımı
2022	Satı & Uncu	Bilecik (Merkez İlçe)'de Antropo-Jeomorfoloji Araştırmaları
2023	Aydın & Kemeç	Antropojenik Etkiler ve İklim Değişikliği Baskısı Altında Sulak Alanlar: Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanı Örneği
2023	Çağlar	İnsanın Biyoçeşitlilik Üzerindeki Etkisi: Milyarlarca Yılda Oluşanı Birkaç Yüzyılda Yok Etmek
2023	Ertek	Antroposen, Antroposfer: Antropojenik Jeomorfoloji
2023	Gürbüz	Devrez Çayı (Türkiye) Balık Faunası Üzerine Antropojenik Faaliyetlerin Etkisi
2023	Oral & Turan	Antropojenik Tehlike Olan Orman Yangınlarıyla Mücadele: Akdeniz Bölgesi Orman Yangınlarından Çıkarımlar
2023	Taşcıoğlu	Bozova İlçesinin Antropojenik Jeomorfoloji Yönünden İncelenmesi
2023	Uzun	Riva (İstanbul) Kıyılarında Doğal ve Antropojenik Etkilerle Değişen Kıyı Çizgisinin DSAS Aracı ile Analizi
2023	Uzun	Antropojenik Jeomorfoloji Yaklaşımı ile Marmara Adası'nda Mermer Ocaklarından Kaynaklı Değişimlerin Analizi

1.4.2. İstanbul'da Antropo-jeomorfoloji Çalışmalarının Genel Değerlendirmesi

İstanbul, hızlı nüfus artışı, yoğun kentleşme baskısı ve büyük ölçekli altyapı projeleri nedeniyle Türkiye'de antropojenik jeomorfolojik değişimlerin en belirgin şekilde gözlemlendiği alanlardan biridir. Kıyı dolguları, dere ıslahları, ulaşım ağları, yüksek yoğunluklu yapılaşma ve topoğrafyanın yeniden düzenlenmesine yönelik mühendislik müdahaleleri, şehrin doğal rölyefini önemli ölçüde dönüştürmüştür. Bu bağlamda İstanbul, antropo-jeomorfoloji çalışmalarında hem süreç hem de sonuç odaklı analizlerin yoğunlaştığı bir araştırma sahası hâline gelmiştir.

İstanbul'daki antropojenik süreçlerin bütüncül olarak ele alındığı çalışmalardan biri olan (Ekinci & Yalçinkaya, 2015), kentteki yerleşim genişlemesi, dolgu faaliyetleri ve ulaşım projelerinin doğal morfolojik yapıyı nasıl dönüştürdüğünü ortaya koymuş; özellikle kıyı alanlarında gerçekleştirilen müdahalelerin kıyı çizgisi değişimlerine ve ekolojik baskılara yol açtığını vurgulamıştır. Benzer şekilde (Üneri, 2010), Ayamama Deresi havzasında meydana gelen sel ve taşkınları antropojenik süreçlerle ilişkilendirerek, dere yataklarına yapılan müdahalelerin hidrojeomorfolojik dengeyi bozduğunu ve afet riskini artırdığını göstermiştir.

Kıyı alanlarındaki değişim, İstanbul'daki antropo-jeomorfolojik araştırmaların en yoğun işlendiği başlıklardan birini oluşturmaktadır. (Uzun M. , 2023b), Riva kıyılarındaki kıyı çizgisi değişimini Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (DSAS) aracılığıyla incelemiş; hem doğal süreçlerin hem de insan kaynaklı müdahalelerin kıyı morfolojisini birlikte şekillendirdiğini ortaya koymuştur. (Uzun M. , 2016) ise Maltepe sahil parkını CBS, uzaktan algılama ve SWOT analizi yöntemleriyle değerlendirmiş; 101 hektarlık yeni dolgu ile mevcut 19 hektarlık eski dolgu alanının birleşerek toplam 120 hektarlık bir sahil parkı oluşturduğunu, bu alanın yaklaşık %70'inin yeşil alan olarak düzenlendiğini tespit etmiştir. Aynı çalışmada, sahanın İstanbul Adaları'ndan sonra Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'ndeki devamına en yakın ikinci alan olması nedeniyle sıvılaşma, zemin çökmesi ve kıyı heyelanı potansiyeli açısından yüksek risk taşıdığı da vurgulanmıştır. (Uzun M. , 2021a), bu kez Maltepe ilçesi genelinde antropojenik değişimin oluşum faktörlerini coğrafi dedektör ve etki-faktör analizi yöntemleriyle incelemiş; şehirleşme ve ulaşım ağlarının bu değişimde belirleyici rol oynadığını belirlemiştir. (Uzun M. , 2021e), ise İzmit Körfezi kıyılarındaki değişimi CBS ve uzaktan algılama (NDWI tabanlı sınıflandırma) teknikleriyle incelemiş; 1975-2020 yılları arasında 6,15 km²'lik kıyı birikimi ve 0,53 km²'lik kıyı aşınımı tespit ederek, bu değişimin %90'ının doğrudan, %7'sinin dolaylı insan etkisinden kaynaklandığını ortaya koymuştur.

İstanbul kıyılarında gerçekleştirilen antropo-jeomorfolojik araştırmalara bir diğer örnek olarak (Garipağaoğlu, Özcan, & Uzun, 2014) tarafından yürütülen çalışma gösterilebilir. Bu araştırmada, Moda-Caddebostan arasındaki kıyı kenar çizgisinin zamansal değişimi Landsat uydu görüntüleri ve ArcGIS tabanlı mekânsal analizler aracılığıyla incelenmiş; kıyı morfolojisindeki değişimin büyük ölçüde dolgu faaliyetleri gibi beşerî müdahalelerden kaynaklandığı ve bu süreçte yaklaşık 22 hektarlık yeni kara alanı kazanıldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde (Kurt, Demirci, & Karaburun, 2011), 1987 ve 2007 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kontrollü sınıflandırma yöntemiyle analiz ederek İstanbul kıyı bölgelerindeki arazi kullanım değişimini incelemiş; yirmi yıllık süreçte yerleşim alanlarının %35 oranında genişlediğini, buna karşılık tarım ve orman alanlarının sırasıyla %31 ve %35 oranında azaldığını tespit etmiştir.

Rölyefin doğrudan yeniden şekillendirilmesine odaklanan (Karataş, 2016), Üsküdar örneğinde topoğrafyanın dolgu, kazı ve teraslama faaliyetleriyle yeniden tanzim edildiğini; bu müdahalelerin doğal yamaç süreçlerini değiştirdiğini ve yüzey akış dinamiklerini etkilediğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde (Uzun M. , 2020), Ataşehir ilçesinde CBS tabanlı analizlerle rölyef değişimini incelemiş; ulaşım altyapısı, yüksek katlı yapılaşma ve mühendislik projelerinin doğal topoğrafyanın önemli bir bölümünü dönüştürdüğünü belirlemiştir.

İstanbul'da gerçekleştirilen antropo-jeomorfoloji çalışmalarının yöntemsel açıdan incelenmesi, özellikle 2010 sonrası dönemde nicel ve mekânsal analiz tekniklerinin belirgin biçimde ön plana çıktığını göstermektedir. Erken dönem çalışmalar daha çok saha gözlemleri ve betimleyici analizlere dayanırken, son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama, çok zamanlı uydu görüntüleri ve mekânsal istatistik tekniklerinin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir (Uzun M. , 2016; Uzun M. , 2020; Uzun M. , 2021a; Uzun M. , 2021e; Uzun M. , 2023b). Özellikle rölyef değişiminin sayısallaştırılması, kıyı çizgisi hareketlerinin zamansal olarak izlenmesi ve antropojenik müdahalelerin mekânsal dağılımının analiz edilmesi, İstanbul'daki çalışmaların temel metodolojik yönelimini oluşturmaktadır.

Çalışmaların ulaştığı sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, İstanbul'da antropojenik etkilerin en yoğun biçimde kıyı alanlarında, dere havzalarında ve hızlı kentleşme bölgelerinde toplandığı görülmektedir. Dere yataklarının daraltılması ve ıslah edilmesi (Üneri, 2010), topoğrafyanın kazı-dolgu faaliyetleriyle yeniden düzenlenmesi (Karataş, 2016) ve kentsel büyümenin doğal yüzeyleri dönüştürmesi (Ekinci & Yalçınkaya, 2015; Uzun M. , 2020) gibi süreçlerin, doğal jeomorfolojik dengeyi bozarak taşkın, erozyon ve zemin kararsızlığı gibi riskleri artırdığı vurgulanmaktadır. Bununla birlikte mevcut literatürde, kıyı dolgu alanlarının

çoğunlukla morfolojik değişim ve arazi kazanımı bağlamında ele alındığı; bu alanların aktif fay sistemleriyle ilişkisi ve deprem tehlikesi açısından antropo-jeomorfolojik bütünlük içinde değerlendirilmesinin ise sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. (Uzun M. , 2016) Maltepe çalışmasında bu ilişkiye kısmen değinilmiş olsa da, konu bütüncül bir deprem risk analizi çerçevesinde ele alınmamıştır. Bu durum, İstanbul gibi aktif tektonik kuşakta yer alan bir metropolde, dolgu alanlarının hem jeomorfolojik dönüşüm hem de afet riski perspektifiyle birlikte analiz edilmesini gerekli kılmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

2.1. Çalışma Alanının Fiziki Coğrafya Özellikleri

2.1.1. Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri

Asya ve Avrupa kıtaları üzerinde yer alan tek metropol olma özelliğine sahip İstanbul, 400.000 yılı aşan tarihi geçmişi, Karadeniz ile Akdeniz'i birbirine bağlayan stratejik konumu, iklimsel ve ekolojik çeşitliliği, 100 kilometreyi aşan uzunluğa sahip, yüksekliği ise 0 ila 600 metre arasında değişen karmaşık topoğrafyası ve doğal kaynak ihtiyacını büyük oranda sınırları içerisinde karşılayabilme potansiyeliyle dikkat çekmektedir (Özgül, 2014). Bunun yanı sıra, kent sınırları içerisinde biri metamorfik özellik taşıyan (İstranca Birliği), diğeri ise metamorfizma geçirmemiş (İstanbul Birliği) iki ana kayaç grubuna ev sahipliği yapması (Özgül, 2014; Ekinci, 2015; Özgül, 2011), İstanbul'u jeolojik açıdan özgün ve araştırmaya elverişli bir alan haline getirmektedir.

İstanbul, litolojik çeşitliliğiyle dikkat çeken, karmaşık jeolojik formasyonlara sahip bir alandır. Kentte üç ana jeolojik döneme ait kayaç birimlerini arazi üzerinde gözlemlemek mümkündür (Yalçın M. N., 2017). Şehrin jeolojik temeli, yaklaşık 500 milyon yıl önceye tarihlenen Paleozoyik yaşlı kayaçlardan oluşmaktadır. (Özaydın & Yıldırım, 2000; Ekinci, 2015). Bu temel; Ordovisyan'den Karbonifer'e kadar uzanan, pasif kıta kenarı çökelleriyle karakterize edilmiş ve okyanus kapanımı evresinde gelişmiş bir istif sunar. Paleozoyik temel üzerinde, daha genç örtü birimleri ve güncel çökeller sıralanır. Bu yönüyle İstanbul, Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar geniş bir yaş aralığını kapsayan kaya stratigrafi birimlerine sahiptir. (Ekinci, 2015)

İstanbul'un doğu yakası, temelini Paleozoik yaşlı kayaç topluluklarının oluşturduğu, litolojik açıdan oldukça çeşitli bir jeolojik yapıya sahiptir (Yalçın M. N., 2017). Stratigrafik dizilim, en altta yüzeylenen ve Orta Ordovisyan'den daha yaşlı olan Kurtköy Formasyonu ile başlar. Bu birim, mor tonlu çakıl taşı, kumtaşı ve çamur taşlarından oluşur ve güçlü sıkışma

nedeniyle oldukça sert bir kayasal yapıya sahiptir (Kurtköy ve Maltepe kuzeyinde yüzeylenir). Kurtköy Formasyonu'nun üzerinde ise Orta Ordovisyen yaşlı Aydos Formasyonu yer alır; bu formasyon, genellikle pembe-boz renkli kuvars arenitlerden (kuvarsça zengin kumtaşı) meydana gelir ve Aydos, Kayış Dağları ve Çamlıca çevresinde geniş bir alanda izlenir (Özgül, 2012).

Bu yaşlı birimleri, Orta Ordovisyen–Alt Silüriyen yaş aralığını temsil eden Gözdağ Formasyonu izler. Gözdağ Formasyonu, ince tabakalı şeyller ile kuvarsit mercekleri içeren şeyllerden oluşur (Kartal, Pendik kuzeyi, Beykoz çevresi). Gözdağ Formasyonu'na geçişli olan Dolayoba Formasyonu (Alt Silüriyen–Devoniyen), daha koyu gri-mavi renklerde ve farklı karbonat fasiyesleri içeren kuvars arenit mercekli şeyllerden oluşmaktadır (Pendik, Tuzla ve Beykoz civarı). Bölgede geniş yer tutan Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu ise sarımsı silttaşı–kumtaşı ar dalanması şeklinde gözlenir. Kartal Formasyonu'nun üzerine gelen Orta–Üst Devoniyen yaşlı Tuzla Formasyonu, Tuzla çevresinde yayılım gösteren kireçtaşlarından oluşur. Bu birimi, tedrici bir geçişle Alt Karbonifer yaşlı, radyolaryalı silisli kayalardan oluşan Baltalıman Formasyonu izler. Üst seviyelerde ise baskın olarak yeşilimsi renkli çakıltaşı ve kumtaşı ar dalanmalarından oluşan Trakya Formasyonu görülür. Son olarak, bölgenin en genç birimi olan Pleyistosen yaşlı Sultanbeyli Formasyonu, Sultanbeyli, Tuzla ve Pendik'in kuzey kesimlerinde gevşek yapıli karasal çökeller şeklinde yaygınlık kazanmıştır. Bu detaylı stratigrafik dizilim, Anadolu Yakası'nın zemin etütleri ve yerleşim planlaması açısından dikkate alınması gereken, büyük bir litolojik ve mühendislik jeolojisi değışkenliğı sunduğunu göstermektedir. (Ekinci, 2015; Özgül, 2011; Özgül, 2014; Gürer, 2002; Özgül, 2012)

İstanbul'un Avrupa Yakası, Paleozoik'ten Kuvaterner'e uzanan geniş bir stratigrafik aralığı temsil eden karmaşık bir jeolojik yapıya sahiptir. Bölgenin temelini, Silüriyen–Alt Karbonifer yaşlı, kırıntılı ve karbonatlı kayalardan oluşan Paleozoik birimler oluşturur. Bu birimler özellikle İstanbul'un batı kesimleri ile Istranca Dağları ve Çatalca çevresinde yüzeylenmektedir (Ekinci, 2015).

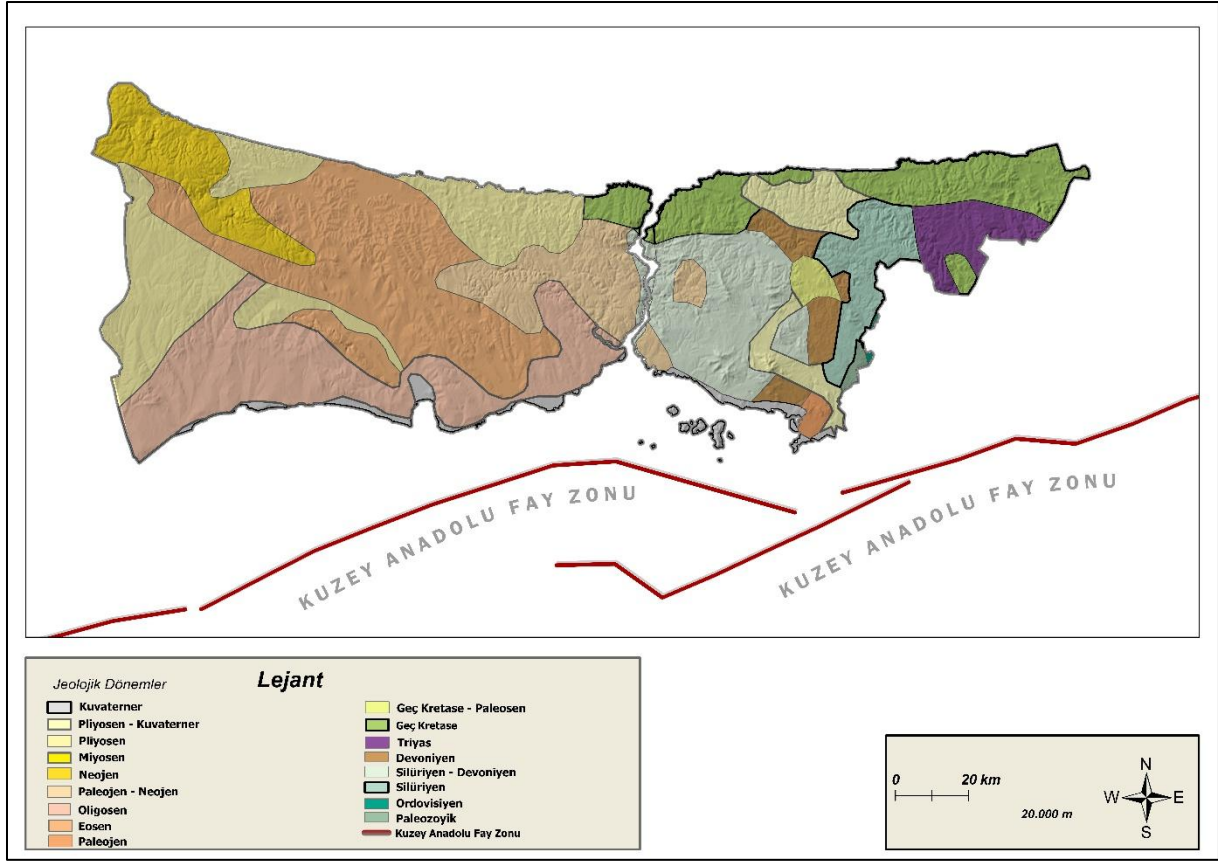
Avrupa Yakası'nda Paleozoik istifin en yaygın temsilcisi Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonudur. Kumtaşı, silttaşı, kıltaşı, grovak ve yer yer kireçtaşı merceklerinden oluşan bu formasyon, yoğun tektonizma nedeniyle fay, kıvrım ve eklem sistemleriyle karmaşık bir yapı sergiler. Üst seviyelerinde ayrışma belirgin olup formasyon kalınlığı yer yer 1000 metrenin üzerine çıkmaktadır (Dalgıç, Turgut, Kuşku, Coşkun, & Coşgun, 2009; Sayar, 2014).

Trakya Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla Eosen yaşlı karbonat istifilmektedir. Kireçtaşı ve marn ağırlıklı bu birimler, Avrupa Yakası'nda Kırklareli ve Soğucak formasyonları ile temsil edilmekte; yer yer fosilli, masif ve karstik özellikler göstermektedir. Eosen birimlerini geçişli veya aşmalı olarak örten Oligosen yaşlı Gürpınar Formasyonu, kil, kumtaşı, konglomera ve karbonatlı seviyelerden oluşan kalın bir çökel istifidir ve İstanbul'un batısında geniş alanlarda yüzeylenir. Oligosen istifini uyumsuz olarak örten Miyosen yaşlı birimler, Neojen havzalarının gelişimiyle ilişkilidir (Özgül, 2012). Miyosen istifinin tabanında yer alan Çukurçeşme Formasyonu, gevşek tutturulmuş kum ve çakıllardan oluşur ve zengin omurgalı fosil içeriği nedeniyle "Küçükçekmece Memeli Zonu (MN12)" olarak tanımlanır. Bunun üzerine uyumlu olarak gelen Güngören Formasyonu kil ve marnlardan, istifin en üstündeki Bakırköy Formasyonu ise Mactra fosilli kireçtaşlarından oluşur (Dalgıç, Turgut, Kuşku, Coşkun, & Coşgun, 2009; Sayar, 2014; Özgül, 2011).

Miyosen sonrası dönemde bölgede Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, haliç çökelleri ve antropojen dolgular yaygındır. Akarsu vadilerinde gevşek alüvyonlar, Haliç çevresinde siltli killeri ve yerleşim alanlarında Holosen yaşlı dolgu birimleri dikkati çeker (Yıldırım, Özyayın, & Ergüvanlı, 1992).

Yapısal olarak, Trakya Formasyonu üzerinde gelişen Eosen-Miyosen istifleri genellikle yataya yakın konumlanmış olup, bölgede KD-GB ve KB-GD doğrultulu lineasyonlar fay ve eklem sistemlerinin jeomorfoloji üzerindeki etkisini yansıtmaktadır (Eroskay & Kale, 1986).

Yukarıda özetlenen stratigrafik çerçeve içerisinde, çalışma sahasını oluşturan beş dolgu alanının konumlandığı temel jeolojik birimler de tanımlanabilmektedir. Anadolu Yakası'nda yer alan Maltepe ve Tuzla dolgu alanları, sırasıyla Kurtköy Formasyonu'nun kuzeyinde ve Tuzla Formasyonu'nun yüzeylendiği kesimlerde bulunmakta; ancak bu Paleozoyik yaşlı ve sert litolojiye sahip temel kayalar, kıyı kesiminde yerini Sultanbeyli Formasyonu ile temsil edilen gevşek yapılı Pleyistosen karasal çökellerine ve daha güncel antropojen dolgu birimlerine bırakmaktadır. Avrupa Yakası'nda ise Ataköy dolgu alanı, adını da aldığı Bakırköy ilçesinde yüzeylenen ve Miyosen yaşlı Mactra fosilli kireçtaşlarından oluşan Bakırköy Formasyonu'nun üzerinde; Zeytinburnu ve Yenikapı dolgu alanları ise bu formasyonun kıyıya yakın kesimlerinde, Kuvaterner yaşlı alüvyon ve antropojen dolgu birimleri üzerinde yer almaktadır. Dolayısıyla, çalışma sahasındaki beş dolgu alanının da, altlarındaki daha yaşlı ve sağlam temel kayalardan bağımsız olarak, yüzeyde Kuvaterner yaşlı gevşek ve konsolide olmamış birimler üzerinde geliştiği görülmektedir; bu durum, söz konusu alanların deprem sırasında oturma ve sıvılaşma gibi risklere karşı taşıdığı hassasiyetin jeolojik temelini oluşturmaktadır.



Şekil 2.1. Çalışma alanı jeoloji haritası

2.1.2. Çalışma Alanının Tektonik Yapısı

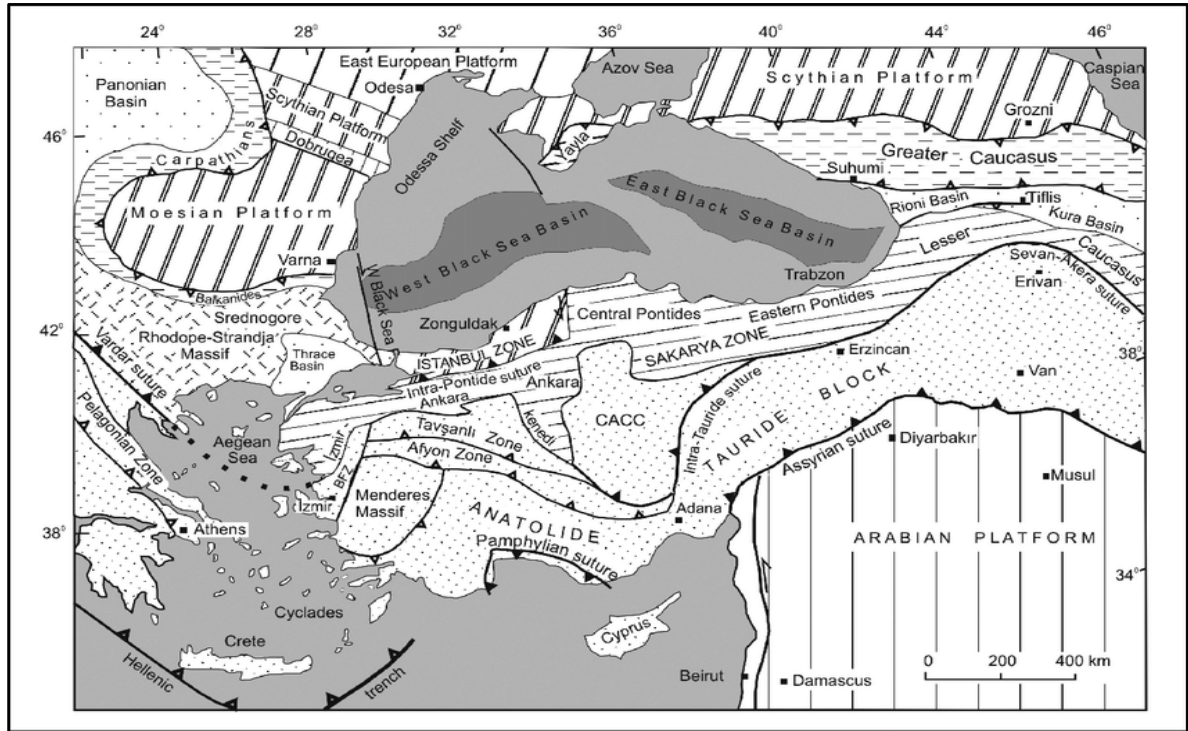
İstanbul'un tektonik gelişimi, Paleozoyik'ten günümüze kadar uzanan çok evreli bir jeodinamik sürecin ürünüdür. Bölge, Paleozoyik boyunca Hersinyen orojenezinin etkisi altında kalmış; Ordovisiyen, Silüriyen ve Devoniyen yaşlı birimler bu dönemde yoğun deformasyona uğramıştır (Ekinci, 2015). Bu süreçte İstanbul'un temelini oluşturan kristalen ve sedimanter istifler şekillenmiş, bölge Pontid tektonik kuşağının bir parçası hâline gelmiştir (Ekinci, 2015; Okay & Tüysüz, 1999). Mesozoyik'in başlarında Hersinyen masifleri, Tetis Okyanusu içerisinde ada görünümünü sunarken, Geç Kretase sonrasında Alp orojenezi etkili olmuş; Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimler, Üst Kretase–Paleosen ve Alt Eosen yaşlı birimler üzerine bindirilmiştir. Bu dönemde yaşlı kayalar kırılmalı bir yapı kazanırken, daha genç istifler kıvrımlanmıştır (Şengör & Yılmaz, 1983).

Türkiye genelinde Neotektonik dönem, Orta Miyosen'de Neo-Tetis Okyanusu'nun güney kolunun (Bitlis Okyanusu) kapanmasıyla başlamış; Arap levhasının Avrasya levhasına doğru hareketi Anadolu Levhası'nın batıya kaçışını zorlamıştır (Görür & Önder, 2023). Bu kaçış hareketi, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca gelişmiş doğrultu atımlı faylarla sağlanmıştır. İstanbul, bu süreçte Kuzey Anadolu Neotektonik Eyaleti

içerisinde yer almış ve Marmara Denizi'nin açılımla ilişkili olarak karmaşık bir tektonik rejimin etkisine girmiştir (Barka, 1991).

Post-Alpin dönemde Marmara Havzası'nın gelişimiyle birlikte İstanbul ve çevresinde kuzey–güney yönlü sıkışma ve buna eşlik eden faylanma yoğunlaşmıştır. Kuzey Anadolu Fayı ana tektonik unsur olmak üzere, Darıca–Tuzla, Maltepe–Beykoz, Yakacık ve Belen–Sepetçi gibi ikincil fay sistemleri gelişmiştir. Bu yapıların etkisiyle Neojen yaşlı çökeller kıvrımlanmış, bazı formasyonlar ileri derecede deformasyona uğramıştır (Ekinci, 2015; Barka, 1991). Günümüzde de etkinliğini sürdüren bu tektonik rejim, İstanbul'un deprem tehlikesinin temel nedenini oluşturmakta ve kentin jeolojik–morfolojik evrimini doğrudan kontrol etmektedir. Marmara Denizi boyunca uzanan ve sağ yanal doğrultu atımlı karakter taşıyan bu fay sistemi, şehrin deprem riski üzerinde doğrudan belirleyici bir rol oynamaktadır (Ambraseys, 2002).

Bu aktif neotektonik rejim, Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın Marmara Denizi'ndeki kollarınca da denetlenmektedir. Anadolu Levhasının batıya doğru hareketi, Marmara Denizi havzasında gerilim birikimine neden olmakta; bu durum hem yüksek sismisiteyi hem de rölyefin şekillenmesini doğrudan etkilemektedir (Yalçiner, Alpar, Altınok, Özbay, & Imamura, 2002). Fay sistemlerinin Anadolu Yakası'nda daha etkin olması, bu kesimde daha yüksek rölyef değerlerinin ve belirgin morfolojik basamakların gelişmesini açıklamaktadır (Ekinci, 2015).



Şekil 2.2. Türkiye tektonik haritası (Okay ve Tüysüz, 1999)

2.1.3. Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri

İstanbul'un jeomorfolojik yapısı; litolojik özellikler, tektonik hareketler, flüvyal ve kıyı süreçleri ile özellikle son yüzyıllarda giderek artan antropojenik müdahalelerin birlikte şekillendirdiği çok katmanlı ve dinamik bir karakter sergilemektedir. Saha, Neojen sonrası etkinleşen tektonik hareketlerin etkisiyle gençleşmiş; aşınım yüzeyleri parçalanmış, akarsu ağları yeniden düzenlenmiş ve topoğrafya belirgin morfometrik özellikler kazanmıştır (Ekinci, 2015; Özşahin, 2013b).

İstanbul, Marmara Denizi ile Karadeniz arasında bir eşik konumunda bulunan Çatalca–Kocaeli Platosu üzerinde yer almakta olup, kentin jeomorfolojik iskeleti kuzeybatı–güneydoğu doğrultusunda uzanan bir çatı eksenini boyunca gelişmiştir. Belgrad Ormanı'ndan Aydos Dağı'na kadar izlenen bu kubbeleşme, akarsu sistemlerinin yönlenmesini doğrudan etkilemiş; İstanbul Boğazı'nın oluşumu ve morfolojik evriminde belirleyici olmuştur (Özşahin, 2015; Ekinci, 2015). Bu yapı, Boğaz çevresinde gelişen yamaç eğimleri ve vadisel şekiller üzerinde de güçlü bir kontrol sağlamaktadır.

Topografik açıdan İstanbul genel olarak alçak ve orta yükseltili platolar, tepeler ve bunları yaran vadilerden oluşmaktadır. Avrupa Yakası'nda Çatalca Platosu, Anadolu Yakası'nda ise Kocaeli Platosu ana jeomorfolojik birimleri oluşturur (Erinç, 2000; Özşahin, 2013b). Anadolu Yakası'nda Aydos Dağı (539 m) gibi aşınımından kurtulmuş şahit tepeler daha belirgin bir rölyef sunarken, Avrupa Yakası daha silik ve dalgalı bir topoğrafyaya sahiptir. Yükselti değerleri bakımından sahanın büyük bir bölümünün 200 m'nin altında yer alması, İstanbul'un genel olarak alçak yükseltili bir plato karakteri taşıdığını göstermektedir (Ekinci, 2015).

İstanbul'un jeomorfolojik gelişiminde flüvyal süreçler temel dış kuvvetlerden biridir. Kağıthane Deresi, Kurbağalıdere ve Küçükçekmece Havzası gibi alanlar, geçmişte etkin olan akarsu sistemlerinin aşındırma ve biriktirme faaliyetlerinin izlerini taşımaktadır (Yalçınlar, 1949; Özşahin, 2013b). Akarsular tarafından oluşturulan alüvyal dolgu sahaları zamanla yerleşime açılmış; ancak bu alanlar zayıf zemin özellikleri nedeniyle özellikle deprem ve tsunami gibi doğal tehlikelere karşı hassas hâle gelmiştir (Yalçınler, Alpar, Altınok, Özbay, & Imamura, 2002).

Sonuç olarak İstanbul'un bugünkü jeomorfolojisi; tektonik hareketler, flüvyal ve kıyı süreçleri ile çok evreli aşınım ve birikim dönemlerinin ortak ürünüdür. Günümüzde bu doğal sistem, özellikle kıyı dolguları, düzenlenmiş akarsu yatakları ve yoğun yapılaşma gibi antropojenik müdahalelerle önemli ölçüde değişime uğramakta; bu durum İstanbul'da

jeomorfolojik özelliklerin afet riski ve mekânsal planlama açısından dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır (Özşahin, 2013b; Yalçiner, Alpar, Altınok, Özbay, & Imamura, 2002)



Şekil 2.3. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli (DEM)

2.1.4. Çalışma Alanının İklim Özellikleri

İstanbul'un iklim özellikleri, kentin coğrafi konumu, denizlerle çevrili yapısı ve atmosferik dolaşım sistemleriyle olan etkileşimi nedeniyle tek bir iklim tipi altında değerlendirilemeyecek kadar karmaşık bir karakter sergilemektedir. Akdeniz makroklima kuşağı içerisinde yer alan İstanbul'da iklimin temel dinamikleri, tropikal ve kutbi hava kütlelerinin mevsimsel yer değiştirmeleri ile bu hava kütleleri arasında gelişen cephe sistemlerinin yıl içerisindeki değişken etkinliği tarafından belirlenmektedir (Baydar, 1994).

Yaz mevsiminde daha çok Akdeniz kökenli tropikal hava kütlelerinin (özellikle maritim tropikal) etkisiyle sıcak ve görece kararlı hava koşulları hâkimdir. Bununla birlikte Karadeniz’e yakınlık ve denizellik etkisi, yaz kuraklığının Akdeniz’in güney kesimlerine kıyasla daha zayıf ve kısa süreli yaşanmasına neden olmaktadır (Kılıç B. , 1984). Bu dönemde mutlak kurak bir ay bulunmamakta olup, haziran–ağustos ayları arasında yarı kurak koşullar etkili olmaktadır (Ekinci, 2015).

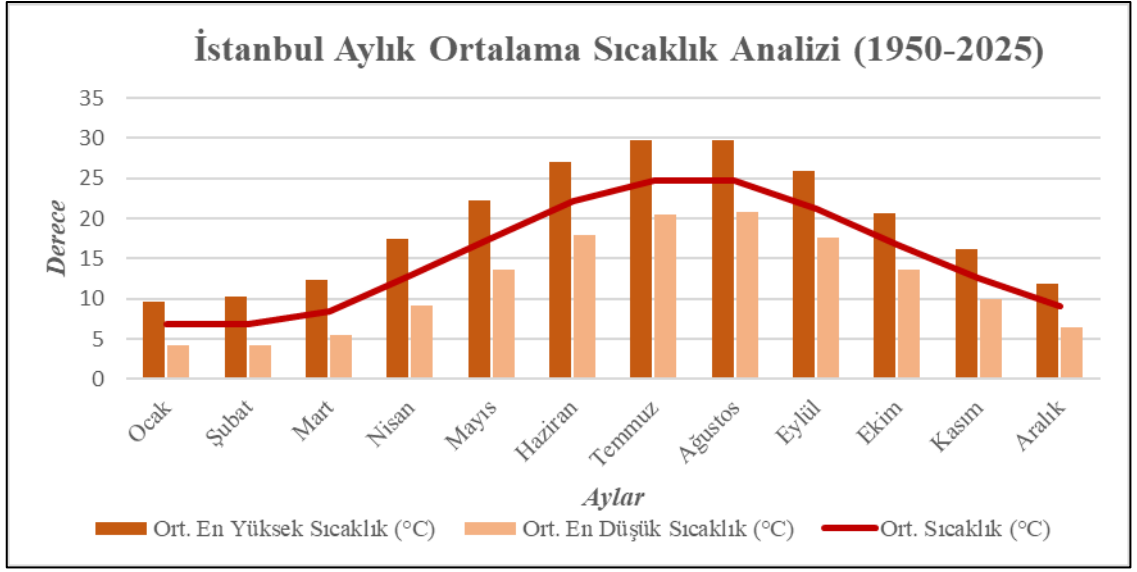
Kış mevsiminde ise İstanbul, Orta ve Doğu Avrupa üzerinden gelen maritim ve kontinental polar hava kütlelerinin etkisi altına girmekte; bu durum kış aylarında hava koşullarının oldukça değişken bir yapı göstermesine yol açmaktadır (Ekinci, 2015). Ilık ve yağışlı dönemlerle kısa süreli soğuk, donlu ve karlı hava tiplerinin ardalanması, İstanbul kışlarının karakteristik özelliğini oluşturmaktadır. Yağışlar yıl geneline dağılmakla birlikte en fazla kış ve sonbahar mevsimlerinde görülmekte, kar yağışları ise sınırlı olmakla beraber özellikle Aralık–Mart döneminde etkili olabilmektedir (Ekinci, 2015; Gürel & Gündüz, 2011). Günlük ve yıllık sıcaklık farklarının görece düşük olması, denizel etkinin kent genelinde belirleyici olduğunu göstermektedir.

İstanbul ikliminin ayırt edici yönlerinden biri de kısa mesafelerde ortaya çıkan mekânsal farklılaşmadır. Kıyı alanları ile iç kesimler, kuzey ve güney bölgeler arasında sıcaklık, yağış ve nem koşulları bakımından belirgin mikroklimatik farklılıklar gözlenmektedir (Kılıç B. , 1984; Balcıoğlu & Gönençgil, 2022). Karadeniz’e bakan kuzey kesimlerde daha nemli ve serin koşullar hâkimken, güney kesimlerde Akdeniz ikliminin etkileri daha belirgindir. Topografya, bakı, yükselti ve boğaz sistemi gibi fiziki faktörlerin yanı sıra kentleşme ve nüfus yoğunluğu da İstanbul’un iklimsel özelliklerinin şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır (Kaya, 2018). Bu bağlamda İstanbul, yaz kuraklığının zayıf olduğu, kışların genellikle ılıman geçtiği, yağışın yıl içine dağıldığı ve denizel termik koşulların baskın olduğu Marmara geçiş ikliminin karakteristik özelliklerini yansıtan ılıman bir iklim tipine sahiptir (Balcıoğlu & Gönençgil, 2022).

2.1.4.1. Çalışma Alanının Sıcaklık Özellikleri

İstanbul’da sıcaklık dağılışı; Marmara Denizi ile Karadeniz arasında yer alan coğrafi konumu, denizel etkiler, topografik özellikler ve şehirleşmenin oluşturduğu antropojen etkiler tarafından belirlenmektedir. Marmara ikliminin geçiş karakteri, sıcaklık değerlerinin yıl içerisinde dar bir aralıkta değişmesine ve ekstrem değerlerin sınırlı kalmasına neden olmaktadır (Sensoy & Demircan, 2008).

1950–2025 dönemine ait uzun süreli rasat verilerine göre İstanbul’da yıllık ortalama sıcaklık 15,3 °C’dir. Aylık ortalama sıcaklıklar ocak ayında 6,8 °C ile en düşük seviyeye inerken, temmuz ve ağustos aylarında 24,7 °C ile en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ortalama en yüksek sıcaklıklar yaz aylarında belirgin şekilde artarak temmuz ve ağustos aylarında 29,7 °C’ye ulaşırken, kış aylarında 9–10 °C aralığında seyretmektedir. Ortalama en düşük sıcaklıklar ise ocak ve şubat aylarında yaklaşık 4,2 °C civarında iken, yaz aylarında 20–21 °C seviyelerine kadar yükselmektedir. (MGM, 2025)



Şekil 2.4. İstanbul'da aylık ortalama, ortalama en yüksek ve ortalama en düşük sıcaklıkların dağılımı (1950-2025)

Ekstrem sıcaklık değerleri incelendiğinde, en yüksek sıcaklığın 40,6 °C ile temmuz ayında, en düşük sıcaklığın ise -9,0 °C ile şubat ayında ölçüldüğü görülmektedir. Bu durum, her ne kadar denizel etki baskın olsa da zaman zaman karasal özelliklerin de etkili olabildiğini göstermektedir (MGM, 2025).

Yıllık sıcaklık amplitüdünün yaklaşık 18 °C civarında olması, denizel etkinin belirginliğini ortaya koymaktadır. Aylık dağılışa bakıldığında, sıcaklıkların kış aylarından ilkbahara doğru düzenli bir artış gösterdiği, yaz ortasında maksimum değerlere ulaştığı ve sonbaharla birlikte yeniden azaldığı açıkça görülmektedir. Yaz aylarında sıcaklıkların aşırı yüksek değerlere ulaşmaması ve kış aylarında çok düşük sıcaklıkların nadiren görülmesi, İstanbul'da denizel etkinin belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır (Ekinci, 2015).

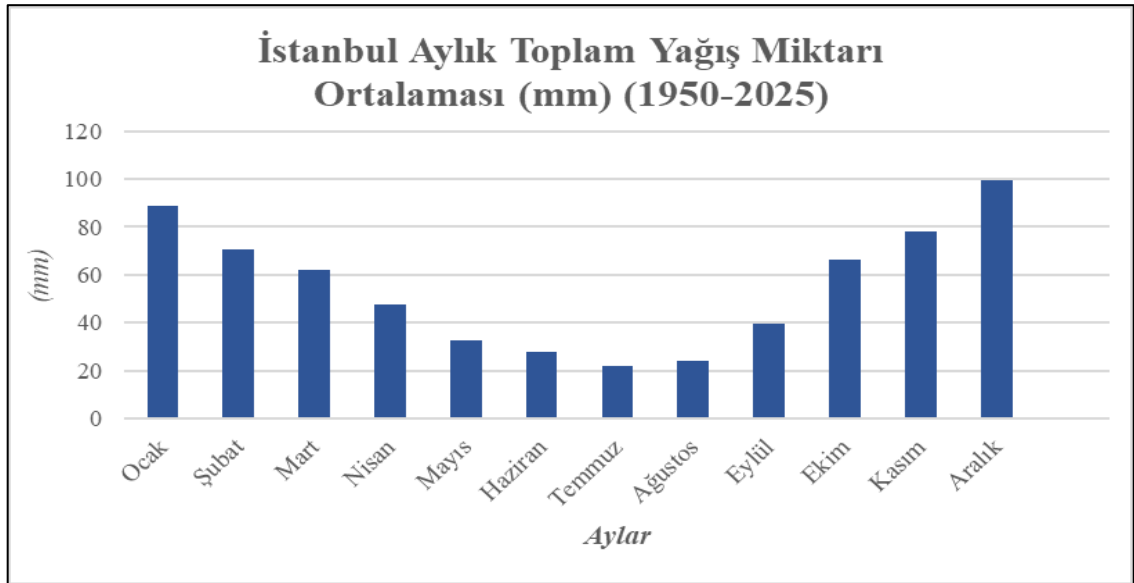
Bu özellikleriyle İstanbul, yıllık sıcaklık farklarının sınırlı olduğu, yazların aşırı sıcak, kışların ise aşırı soğuk geçmediği, orta kuşak deniz etkili bir sıcaklık rejimine sahip ılıman bir iklim alanı niteliği taşımaktadır (Ekinci, 2015; Kılıç B. , 1984; Sensoy & Demircan, 2008). Ayrıca uzun dönemli ortalamalarda gözlenen sıcaklık artışı, kentsel ısı adası etkisinin giderek daha belirgin hale geldiğini göstermektedir (Kaya, 2018).

2.1.4.2. Çalışma Alanının Yağış Rejimi

İstanbul'un yağış özellikleri, Marmara Bölgesi'nde Karadeniz, Akdeniz ve karasal iklim tipleri arasında bir geçiş alanında yer almasının bir sonucu olarak şekillenmektedir. Balkanlar ve Akdeniz kökenli siklonik sistemlerin etkisi ile denizel koşulların sağladığı yüksek nemlilik, İstanbul'da yıl boyunca yağış görülmesine olanak tanımaktadır (Ekinci, 2015; Sensoy &

Demircan, 2008). Bununla birlikte yağışların mekânsal dağılışı homojen bir özellik göstermemekte; özellikle kuzey kesimler ve boğaz hattı güney kıyılara göre daha yüksek yıllık yağış değerleriyle öne çıkmaktadır. Karadeniz’e yakın alanlarda yağış miktarları artarken, Marmara kıyılarında yıllık toplamlar daha düşük seviyelerde kalmaktadır (Balcıoğlu & Gönençgil, 2022).

1950–2025 dönemine ait uzun yıllık rasat verilerine göre İstanbul’da yıllık ortalama yağış miktarı 659,4 mm’dir. Aylık yağış dağılışı incelendiğinde en yüksek yağış miktarının 99,2 mm ile aralık ayında, en düşük yağış miktarının ise 22,1 mm ile temmuz ayında gerçekleştiği görülmektedir. Kış aylarında yağış miktarlarının belirgin biçimde arttığı; ocak ayında 88,8 mm, şubat ayında 70,7 mm ve kasım ayında 78,1 mm yağış kaydedildiği anlaşılmaktadır. İlkbahar aylarında yağış miktarı giderek azalmakta olup mart ayında 62,3 mm, nisan ayında 47,8 mm ve mayıs ayında 32,9 mm yağış görülmektedir. Yaz aylarında ise yağışlar yılın en düşük seviyelerine inmektedir; haziran ayında 27,6 mm, temmuz ayında 22,1 mm ve ağustos ayında 23,9 mm yağış kaydedilmektedir. Sonbahar mevsiminde ise yağışlar yeniden artış göstermekte olup eylül ayında 39,7 mm, ekim ayında 66,3 mm ve kasım ayında 78,1 mm seviyelerine ulaşmaktadır. (MGM, 2025)



Şekil 2.5. İstanbul'un aylık toplam yağış miktarı ortalaması (1950-2025)

Mevsimsel dağılım değerlendirildiğinde en yağışlı dönem kış mevsimi iken yaz ayları en az yağış alan dönemdir. Bununla birlikte yaz yağışlarının tamamen ortadan kalkmaması, İstanbul’da belirgin bir yaz kuraklığının oluşmasını engellemekte ve kentin “Marmara geçiş tipi yağış rejimi” içerisinde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Biricik, 1998; Sensoy

& Demircan, 2008). Yağışlar çoğunlukla frontal karakter taşımakta; yerel topografik koşullar ve hâkim rüzgârların etkisiyle özellikle Boğaz çevresinde yağış miktarlarında artış gözlenmektedir (Balcıoğlu & Gönençgil, 2022).

Uzun yıllık iklim verileri ve yağış etkinliği indisleri, İstanbul'un genel olarak yarı nemli ile nemli iklim tipleri arasında geçiş özelliği gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, kentin hem Akdeniz hem de Karadeniz iklim özelliklerini birlikte yansıtan karmaşık bir yağış rejimine sahip olduğunu göstermektedir (Ekinci, 2015; Biricik, 1998).

2.1.5. Çalışma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri

İstanbul'un bitki örtüsü, kentin Akdeniz ve Avrupa-Sibirya floristik bölgeleri arasında yer alan geçiş konumu, topografik çeşitliliği ve iklimsel farklılıklarıyla birlikte tarihsel süreçte artan beşerî etkilerin ortak ürünü olarak şekillenmiştir (Başer, 2011; Ekinci, 2015). Kuzey kesimlerde ve kuzeye bakan yamaçlarda yağışın ve nemin daha yüksek olması nedeniyle kayın, gürgen, kestane ve meşe türlerinin hâkim olduğu nemcil ormanlar gelişirken; güney kesimlerde ve güneye bakan yamaçlarda kuraklığa daha dayanıklı meşe toplulukları ile maki ve psödomaki formasyonları yaygındır (İstanbul Tarımsal Yatırım Rehberi, 2024; Gürel & Gündüz, 2011; Ekinci, 2015). Orman, maki, psödomaki ve kıyı bitkilerinden oluşan bu doğal bitki örtüsü, İstanbul'da yer yer karışık bir yapı sergilemekte; özellikle ormanların tahrip edildiği alanlarda psödomaki ve maki elemanlarının yayılışı artmaktadır (Gürel & Gündüz, 2011; Ekinci, 2015). Ancak hızlı ve plansız kentleşme süreci, doğal orman alanlarının daralmasına, yerel türlerin yerini egzotik bitkilere bırakmasına ve bitki örtüsünün parçalanmasına neden olmuştur (Başer, 2011; Şimşek & Şengezer, 2012,). Günümüzde bitki örtüsü yalnızca ekolojik ve biyolojik çeşitliliğin bir göstergesi değil, aynı zamanda kentsel ısı adası etkisini azaltan ve yüzey sıcaklıklarını düşüren temel bir çevresel unsur olarak öne çıkmakta; özellikle ağaç formundaki bitkilerin kentsel iklimin düzenlenmesinde kritik rol oynadığı vurgulanmaktadır (Şimşek & Şengezer, 2012,).

2.1.6. Çalışma Alanının Hidrografya Özellikleri

İstanbul'un hidrografik yapısı, Plio-Kuvaterner dönemden itibaren şekillenen jeolojik süreçler, tektonik hareketler ve topografik eğimlerin etkisiyle gelişmiş dinamik bir drenaj ağına sahiptir (Ekinci, 2015; Biricik, 1998). Şehrin akarsu sistemi; dendritik, radyal ve kancalı drenaj tipleri ile karakterize edilmekte olup, sularını Karadeniz, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı gibi farklı alıcı ortamlara ulaştırmaktadır (Ekinci, 2015). Bölgedeki akarsular, yağışa bağlı düzensiz bir rejim göstermekte ve “bozulmuş Akdeniz rejimi” özellikleri sergilemektedir. Bu durum, debilerin kış aylarında artmasına, yaz aylarında ise buharlaşmaya

bağlı olarak azalmasına neden olmaktadır. 100 km uzunluğu ve yıllık yaklaşık 236×10^6 m³ akım kapasitesiyle Riva Deresi şehrin en önemli akarsularından biri konumundadır. Bunun yanı sıra Göksu, Küçüksu, İstinye Deresi ve Büyükdere Boğaz'a; Alibeyköy ve Kâğıthane dereleri Haliç'e dökülmektedir. Ayrıca Sazlıdere'nin Küçükçekmece Gölü'ne, Karasu'nun Büyükçekmece Gölü'ne ve Istranca Deresi'nin Terkos Gölü'ne ulaşması, İstanbul'un akarsu sisteminin farklı havzalara dağılan karmaşık yapısını ortaya koymaktadır (Gürel & Gündüz, 2011; Ekinci, 2015).

Kentin yüzeysel su varlığı; Terkos (Durusu), Büyükçekmece ve Küçükçekmece gibi lagün karakterli göllerin yanı sıra Ömerli, Darlık ve Sazlıdere gibi önemli baraj rezervuarlarıyla desteklenmektedir. Özellikle Küçükçekmece Lagünü'nde denizle bağlantının devam etmesi suyun tuzluluk oranını etkilerken, Terkos Gölü kentin en önemli tatlı su kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır (Biricik, 1998). Roma ve Bizans dönemlerinde sarnıçlar ve kuyular aracılığıyla yönetilen su sistemi, Osmanlı ve Cumhuriyet dönemlerinde inşa edilen bentler ve modern barajlarla birlikte günümüzde daha gelişmiş bir yapıya kavuşmuştur (Biricik, 1998).

Günümüzde İstanbul'un hidrografik yapısı, yoğun kentleşme ve antropojenik müdahaleler sonucunda önemli değişimlere uğramaktadır. Kentsel ısı adası etkisiyle değişen yağış rejimi, kısa süreli ve şiddetli yağışların artmasına bağlı olarak sel ve taşkın risklerini artırmaktadır (Kaya, 2018). Artan nüfus baskısı ve özellikle Marmara Havzası'nın doğu kesiminde (İstanbul–Kocaeli arası) yoğunlaşan sanayi faaliyetleri, su kaynakları üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda evsel nitelikli atık suların havza kirliliğine olan etkisi artmakta ve bu durum su kalitesinin olumsuz yönde değişmesine neden olmaktadır (Garipağaoğlu, 2016). Artan nüfus baskısı ve buna bağlı olarak yükselen su talebi, İstanbul'un mevcut su kaynaklarının yetersiz kalmasına neden olmakta; kentin su ihtiyacı Büyük Melen ve Yeşilçay projeleri başta olmak üzere havzalar arası su transferi yoluyla karşılanmaktadır. (Kaya, 2018; TMMOB-ÇMO, 2016). Bu bağlamda, İstanbul'un su kaynaklarının sürdürülebilirliği; doğal havzaların korunması, etkin su yönetimi politikalarının uygulanması ve antropojenik baskıların kontrol altına alınmasına bağlıdır.



Şekil 2.6. Çalışma alanı hidrografya haritası

2.2. Çalışma Alanının Beşeri Coğrafya Özellikleri

2.2.1. Çalışma Alanının Nüfus Özellikleri

İstanbul, coğrafi konumu, doğal çevre özellikleri ve tarihsel süreçte oluşan sosyo-kültürel birikimi ile geçmişten günümüze önemli bir çekim merkezi olma özelliği göstermektedir (Kuban, 1970). Türkiye’de sanayi, turizm, eğitim, sağlık, finans ve kültür-sanat gibi birçok alanda öncü konumda bulunan şehir, özellikle 1950’li yıllardan sonra yoğun nüfus hareketlerine sahne olmuştur (Gökburun & Doğan, 2023). Bu süreç, kentin nüfus yapısında hızlı bir artışa neden olurken, beraberinde çeşitli kentsel sorunları da ortaya çıkarmıştır. Başta ulaşım, konut yetersizliği ve çevresel bozulma olmak üzere birçok sorunun temelinde, İstanbul’da yaşanan aşırı nüfus yoğunlaşmasının etkili olduğu görülmektedir.

2025 yılı itibarıyla İstanbul’un nüfusu 15.754.053 olup, bu değer Türkiye toplam nüfusunun yaklaşık %18,3’üne karşılık gelmektedir (TÜİK , 2025). Bu durum, İstanbul’u yalnızca Türkiye’nin değil, aynı zamanda Avrupa’nın da en büyük metropol alanlarından biri haline getirmektedir (Kahraman, Ünsal, & Çobanlı, 2026). Nüfusun yaklaşık %65’i Avrupa Yakası’nda, %35’i ise Anadolu Yakası’nda yaşamaktadır.

1950’li yıllardan itibaren hız kazanan kentleşme süreci, şehirde konut ve kentsel alan talebini önemli ölçüde artırmış; bu durum kentsel morfoloji ve arazi kullanımında köklü değişimlere yol açmıştır. Söz konusu dönüşüm, İstanbul’un Türkiye’nin primat şehri konumunu pekiştirirken, aynı zamanda kentsel coğrafya çalışmaları açısından önemli bir inceleme alanı haline gelmesini sağlamıştır. Artan nüfus baskısı ve arazi ihtiyacı, özellikle kıyı alanlarında dolgu uygulamalarını teşvik etmiş ve bu süreç, kentin doğal jeomorfolojik yapısının antropojenik etkilerle yeniden şekillenmesine neden olmuştur.

3. BULGULAR

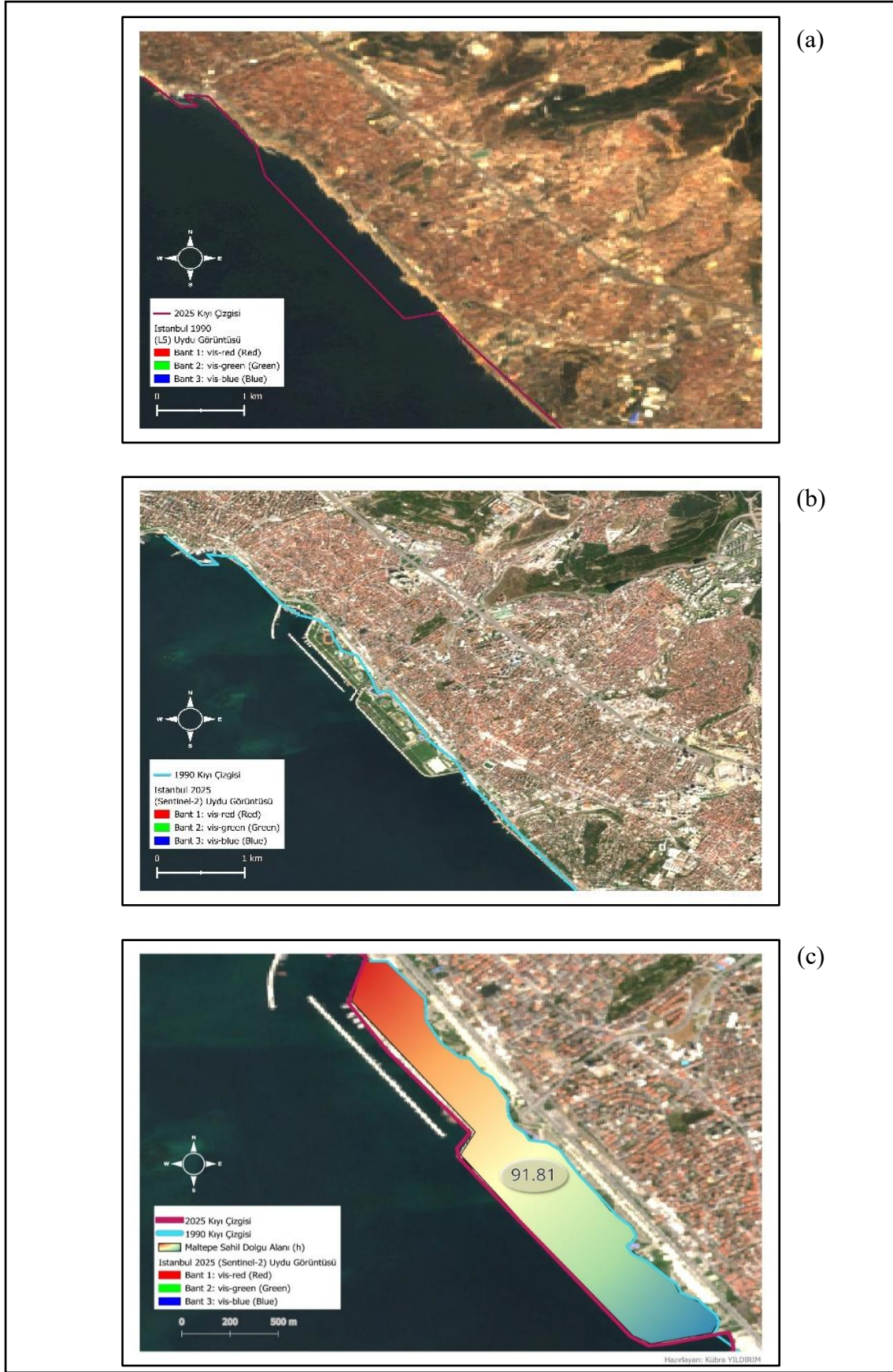
3.1. Kıyı Dolgu Alanlarının Zamansal ve Mekansal Değişimi (1990-2025)

Türkiye’de kıyı alanlarının kullanımı, artan kentleşme, nüfus baskısı ve dolgu faaliyetlerinin etkisiyle giderek önem kazanan başlıca çevresel ve mekânsal sorunlardan biri hâline gelmiştir (Erol, 1997). Bu süreçten en fazla etkilenen kentlerin başında İstanbul gelmektedir; yoğun nüfus artışı, ulaşım ağlarının gelişmesi, liman faaliyetleri, rekreasyon alanı ihtiyacı ve inşaat faaliyetlerinden çıkan hafriyatın değerlendirilmesi gibi gerekçelerle kıyı boyunca gerçekleştirilen dolgu uygulamaları, doğal kıyı sistemlerinin önemli ölçüde değişmesine neden olmuştur.

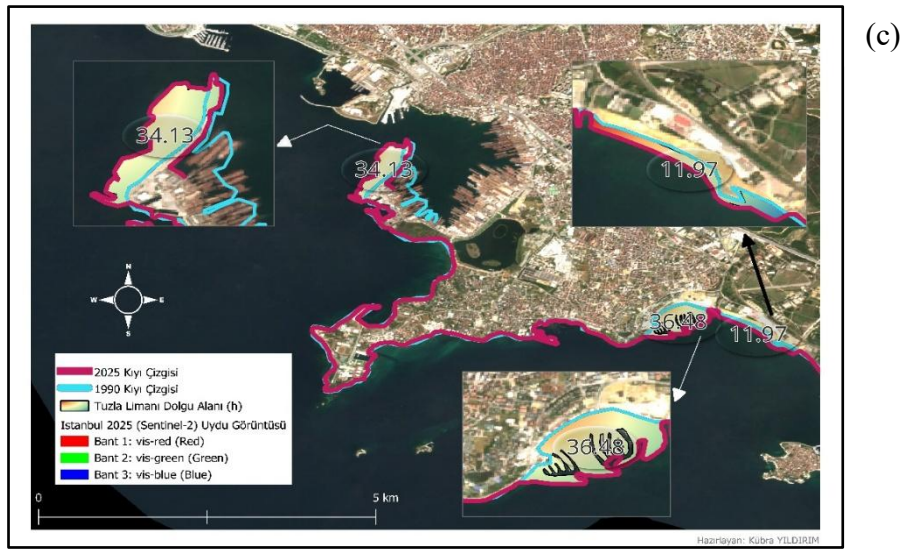
İstanbul, Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ve Karadeniz kıyılarını bir arada barındıran kıyı şeridiyle Türkiye’nin en yoğun kıyı kullanımına sahip illerinden biridir. Marmara kıyıları genel olarak daha alçak yükseltili ve düz bir topografya sunarken, Boğaz kıyıları kıyı gerisinde ani yükselen dik yamaçlarla sınırlandırılmış bir morfoloji sergilemekte, Karadeniz kıyıları ise yüksek ve engebeli bir topografyanın kıyıya kadar sokulduğu bir yapı göstermektedir (Şekil 2.3). Bu topografik farklılık, Marmara kıyılarını dolgu faaliyetlerine görece olarak daha elverişli kılarken, Boğaz ve Karadeniz kıyılarında dolgu potansiyelini sınırlandırmaktadır. Bu çerçevede, çalışma kapsamında İstanbul kıyılarında yer alan beş farklı dolgu alanı (Yenikapı, Zeytinburnu, Ataköy, Maltepe ve Tuzla) inceleme sahası olarak belirlenmiş; bu alanların hem Marmara kıyı kuşağının farklı kesimlerini temsil etmesi hem de dolgu faaliyetlerinin yoğunluk ve dönem bakımından çeşitlilik göstermesi, çalışma için uygun örnekler oluşturmasını sağlamıştır.

Belirlenen dolgu alanlarındaki zamansal ve mekânsal değişimi ortaya koymak amacıyla, 1990 yılına ait Landsat 5 ve 2025 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilmiş; bu sayede dolgu alanlarının son 35 yıllık süreçte geçirdiği mekânsal değişim nicel olarak ortaya konulmuştur (Şekil 3.1- 3.5). Analiz sonuçlarına göre

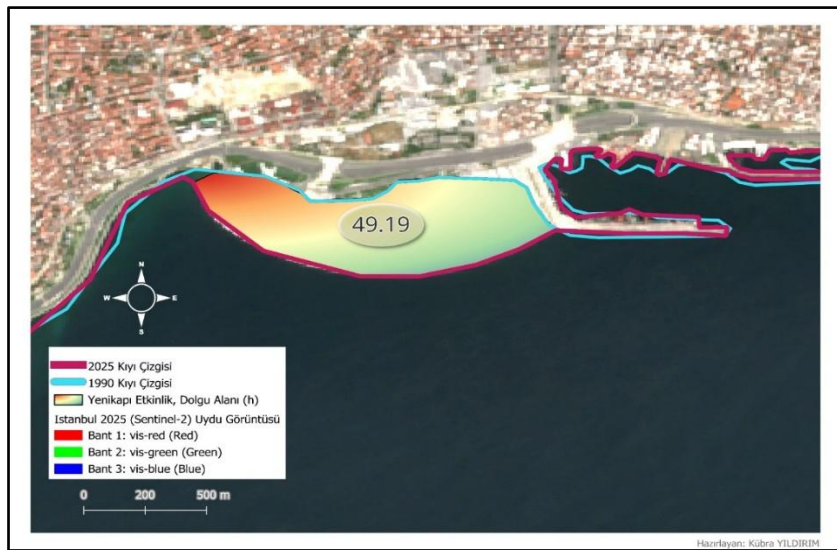
Maltepe kıyı dolgu alanı yaklaşık 91,81 ha ile en geniş yüzölçümüne sahip alan olarak belirlenmiştir. Bunu~82,58 ha ile Tuzla (Marina, Liman ve Sahil dolgu alanları toplamı),~49,19 ha ile Yenikapı,~ 15,40 ha ile Ataköy Marina ve~ 5,17 ha ile Zeytinburnu dolgu alanı takip etmektedir. Elde edilen bulgular, Marmara kıyı kuşağında gerçekleştirilen antropojenik müdahalelerin mekânsal boyutunu ve kıyı morfolojisi üzerindeki dönüştürücü etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır.



Şekil 3.1. 1990 yılına ait Maltepe sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Maltepe sahil uydu görüntüsü (b), Maltepe sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)



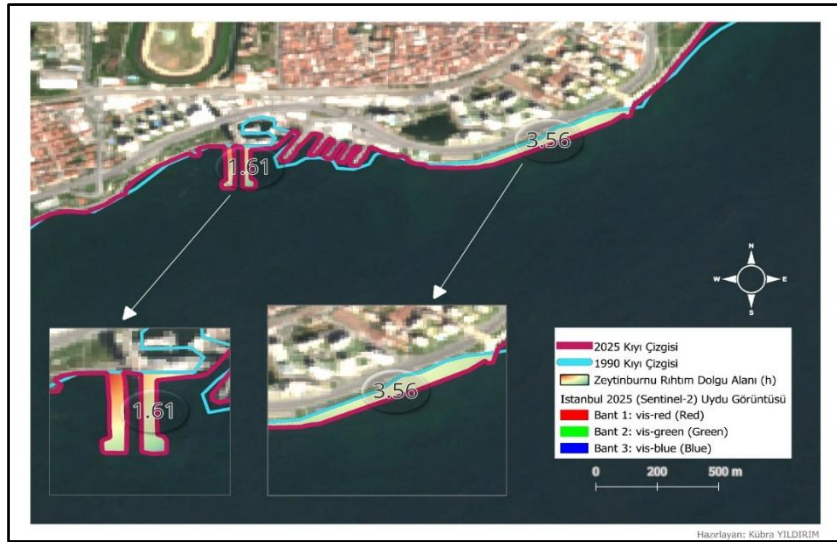
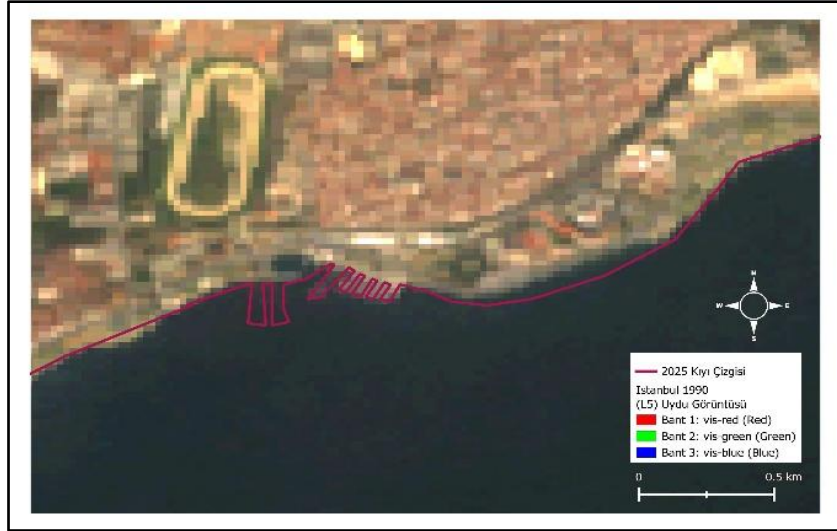
Şekil 3.2. 1990 yılına ait Tuzla sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Tuzla sahil uydu görüntüsü (b), Tuzla sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)



Şekil 3.3. 1990 yılına ait Yenikapı sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Yenikapı sahil uydu görüntüsü (b), Yenikapı dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)



Şekil 3.4. 1990 yılına ait Ataköy sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Ataköy sahil uydu görüntüsü (b), Ataköy sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)



Şekil 3.5. 1990 yılına ait Zeytinburnu sahil uydu görüntüsü (a), 2025 yılına ait Zeytinburnu sahil uydu görüntüsü (b), Zeytinburnu sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (c)

3.2. Dolgu Alanlarının Fonksiyonel Özellikleri

İncelenen dolgu alanlarının her biri, farklı kentsel ihtiyaçlara yanıt verecek şekilde planlanmış ve işlevsel özellikleri bakımından farklı kullanım amaçları doğrultusunda şekillendirilmiştir.

3.2.1. Maltepe Dolgu Alanı

Anadolu Yakası'nda gerçekleştirilen en kapsamlı kıyı dolgu müdahalelerinden biri, 2011-2014 yılları arasında İDO İskelesi ile Küçükalyalı Balıkçı Barınağı arasında uzanan yaklaşık 3-3,5 km'lik sahil bandında uygulanmıştır (Sert, 2022) . Bu süreçte kıyı çizgisi deniz yönünde ortalama 279 metre ilerlemiş, bazı kesimlerde bu mesafe 500 metreyi aşmıştır; 1970-2020 yılları arasında ise toplam 2,23 km²'lik yeni kara alanı kazanılmıştır (Uzun M. , 2016; Uzun M. , 2021a).

Alan üzerinde yapılan arazi gözlemlerinde, dolgu sahasının "Spor Adası" ve "Kültür Adası" olmak üzere iki ayrı işlev bölgesi hâlinde planlandığı ve bugün oldukça yoğun bir kullanıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Sahada geniş piknik alanları, çocuk oyun grupları, çeşitli spor sahaları (basketbol, voleybol, tenis kortları gibi) ve yürüyüş-bisiklet parkurları yer almakta; bu alanlar hafta sonları ve akşam saatlerinde özellikle aile ve genç nüfus tarafından yoğun biçimde kullanılmaktadır (Şekil 3.6). Ayrıca su sporları tesisleri ve zaman zaman düzenlenen festival organizasyonları, alanı yalnızca günlük kullanıma değil, kentsel ölçekte etkinlik alanına da dönüştürmüştür (Özkan, Alp, & Tanrıverdi, 2015). Bu yoğun ve çok yönlü kullanım, dolgu sahasının Anadolu Yakası'ndaki nüfus için önemli bir rekreasyonel boşluğu doldurduğunu göstermektedir.

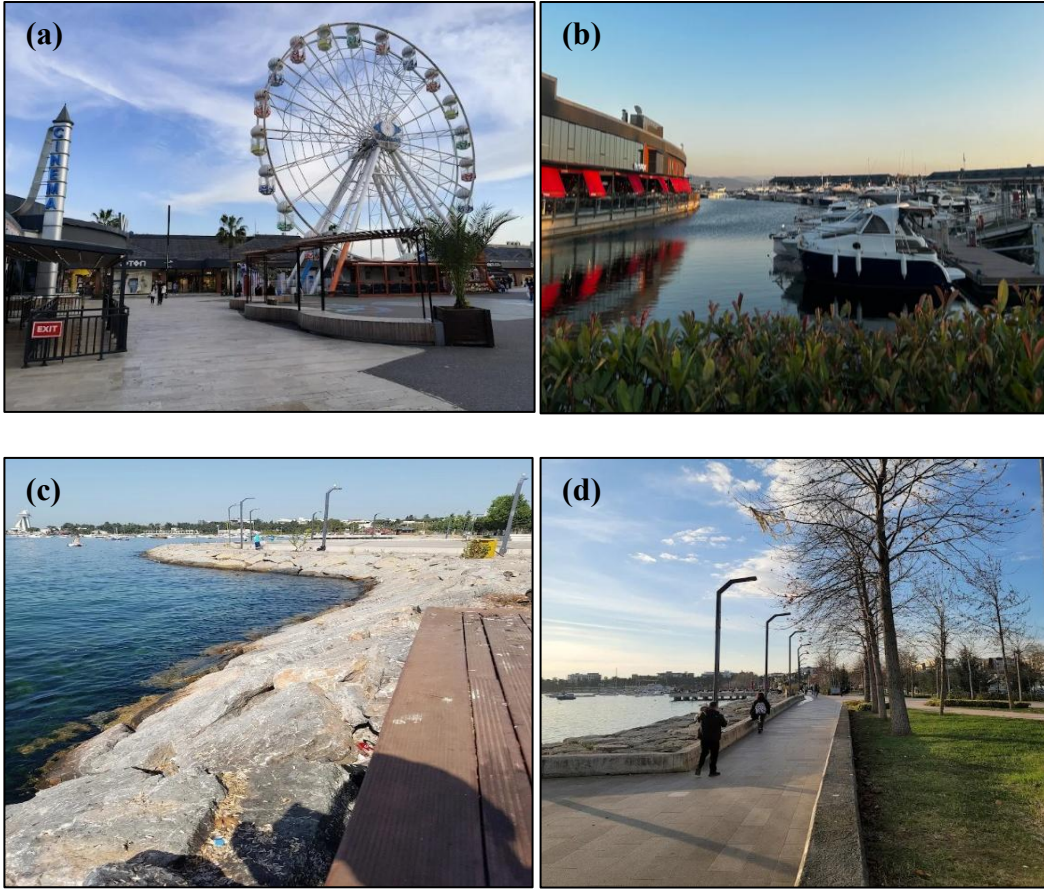
Öte yandan, gerçekleştirilen dolgu süreci Küçükalyalı-Süreyya Plajı-Dragos hattında yer alan aktif falez sistemlerinin denizle olan doğrudan ilişkisini kesmiş, bu morfolojik birimlerin "ölü falez" karakteri kazanmasına neden olmuştur (Uzun M. , 2021a). Bu durum, kıyı dolgu uygulamalarının yalnızca kıyı çizgisini değiştirmekle kalmayıp, kıyının doğal morfodinamik işleyişini de kalıcı biçimde dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır.



Şekil 3.6. Maltepe Dolgu Alanı, 1953'te Süreyya Plajı açıklarında denizin içine inşa edilen Bakireler anıtı (a), Maltepe'deki kıyı dolgu çalışmaları nedeniyle günümüzde karada ve sahilden 600 m içerde kalmıştır (b)

3.2.2. Tuzla Dolgu Alanı

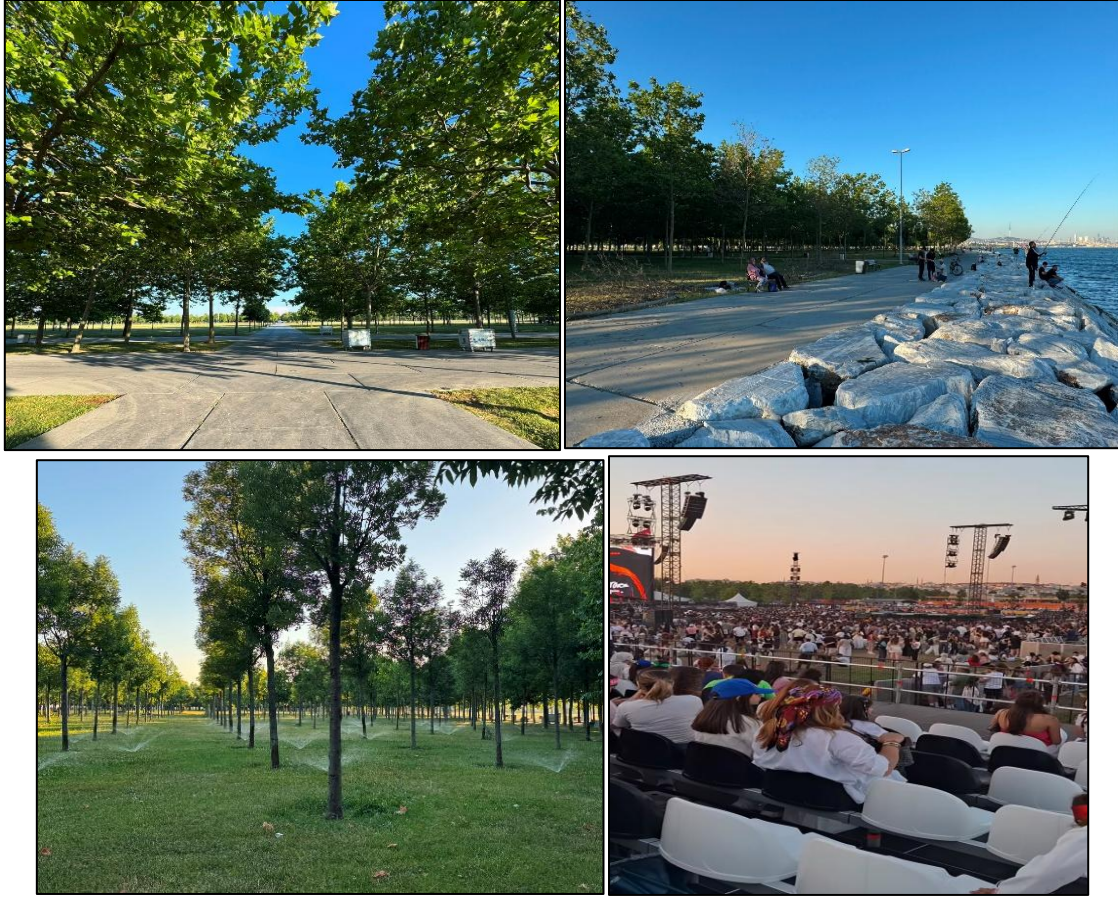
Tuzla kıyıları, tersane ve liman faaliyetlerinin bölgeye taşınmasıyla birlikte işlevsel açıdan farklılaşan üç temel alt bölgede yoğun kıyı dolgu uygulamalarına sahne olmuştur. Bu kapsamda Tuzla Liman alanı endüstriyel liman ve tersane faaliyetleriyle, Tuzla Marina yat işletmeciliği ve denizcilik hizmetleriyle, Tuzla Sahil kesimi ise kıyı düzenleme ve rekreasyonel kullanımlarla öne çıkmaktadır (Uzun & Akyüz, 2019). Kıyı çizgisinin yer yer 100-200 metre deniz yönünde ilerlediği bu süreçte, tersane alanları, marina projeleri, askeri tesisler ve sahil yolu uygulamaları dolgu faaliyetlerinin temel bileşenlerini oluşturmuştur (Şekil 3.7). Özellikle Tuzla Lagünü'nün dolgu uygulamaları kapsamında farklı kullanım alanlarına dönüştürülmesi, insan müdahalesinin kıyı ekosistemleri üzerindeki dönüştürücü etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır (Ekinci, 2006). Bu yönüyle Tuzla kıyıları, İstanbul'daki kıyı dolgu sürecinin doğu sınırında yer alan ve endüstriyel, rekreasyonel ve ulaşım temelli çok işlevli kıyı dönüşümünün belirgin biçimde gözlemlendiği önemli bir antropojenik kıyı sistemi niteliği taşımaktadır (Döker, 2012).



Şekil 3.7. Tuzla marina rekreasyon ve eğlence alanı (a-b), Tuzla sahil dolgusu (c-d)

3.2.3. Yenikapı Dolgu Alanı

Tarihsel süreçte Theodosius Limanı olarak bilinen bu alan, 2012–2014 yılları arasında gerçekleştirilen geniş ölçekli kıyı dolgu uygulamaları sonucunda günümüzdeki formuna kavuşmuştur (Özkan, Alp, & Tanrıverdi, 2015; Perinçek, 2010). Günümüzde “İstanbul Metropolü Miting ve Gösteri Alanı” olarak işlev gören saha; siyasi mitingler, konserler, festivaller ve geniş katılımlı kamusal etkinlikler için önemli bir kullanım alanı niteliği taşımaktadır (Şekil 3.8). Alanın oluşum sürecinde, Marmaray ve metro altyapı projeleri kapsamında açığa çıkan hafriyat malzemelerinin değerlendirilmesi belirleyici bir rol oynamıştır (Sert, 2022; Ciritci, 2022a). Sahil boyunca uzanan yürüyüş ve bisiklet yolları rekreasyonel kullanım imkânı sunmakla birlikte, heterojen dolgu materyalinin varlığı doğal kıyı morfolojisinin önemli ölçüde değiştirilmesine neden olmuş ve alanın doğal kıyı sistemlerinden büyük ölçüde ayrışmasına yol açmıştır.



Şekil 3.8. Yenikapı etkinlik alanı

3.2.4. Ataköy Dolgu Alanı

1987 yılında "Turizm Merkezi" ilan edilmesinin ardından dönüşüm sürecine giren Ataköy kıyı alanı, günümüzde geniş marina kapasitesi ile öne çıkan önemli bir kıyı dolgu sahası niteliği taşımaktadır (Döker, 2012; Coşkun, 2023). Bünyesinde 25 ile 100 metre arasında değişen uzunluklarda toplam 232 mega yatı ağırlayabilen ve 63 ton kapasiteli travel lift sistemine sahip olan Ataköy Marina ve Mega Yat Limanı, dolgu zeminlerin ileri düzey denizcilik faaliyetleri için bir altyapı platformu olarak kullanıldığını göstermektedir (Ataköy Marina, 2025). Sahada gerçekleştirilen arazi gözlemleri, bu kapasitenin yalnızca sayısal büyüklükle sınırlı kalmadığını, kıyı-deniz görüşü üzerinde de belirgin bir etki yarattığını ortaya koymaktadır; yat limanı boyunca sıralanan çok sayıda mega yat, kıyı şeridi boyunca yürüyen bir gözlemci açısından denize doğrudan görüş hattını büyük ölçüde kapatmakta, alanın kamusal bir kıyı-deniz deneyiminden ziyade özel denizcilik altyapısına hizmet eden bir mekâna dönüştüğünü göstermektedir (Şekil 3.9). Diğer dolgu alanlarında marina, liman veya rekreasyon gibi işlevler kısmi veya diğer kullanımlarla bir arada yer alırken, Ataköy örneği kıyı dolgu uygulamalarının neredeyse tamamen marina altyapısı, turizm ve yüksek gelir grubuna

yönelik kıyı kullanımı etrafında şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, kıyı alanlarının kullanım biçimlerinin planlama öncelikleri ve sürdürülebilir kıyı yönetimi ilkeleri açısından yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Ciritci, 2022b)



Şekil 3.9. Ataköy Marina'ya dair görseller

3.2.5. Zeytinburnu Dolgu Alanı

İlçenin güney kesiminde yer alan Kazlıçeşme ve çevresi, büyük ölçüde dolgu zeminleri ile tarihsel bataklık alanları üzerinde gelişim göstermiştir. Arazi gözlemleri, kıyı dolgu alanının günümüzde kıyı yürüyüş yolu, taş tahkimat yapıları ve marina tesisleri gibi işlevler üstlendiğini; yakın çevresinde ise yoğun konut ve ticari yapılaşmanın bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Ataköy'den Zeytinburnu'na kadar kıyı boyunca gerçekleştirilen arazi çalışmalarında, sahil yolu üzerinde belirgin çökme ve oturma izleri taşıyan kesimler tespit edilmiş; bu kesimlerden biri yerel yönetim tarafından bariyerlerle trafiğe kapatılmış durumdadır (Şekil 3.10(d)). Benzer şekilde Zeytinburnu dolgu alanı üzerinde de yol yüzeyinde ileri düzeyde çatlama ve parçalanmaların geliştiği bir başka kesim gözlemlenmiştir (Şekil 3.10 (a)) . Bu bulgular, dolgu zeminlerinde zamanla oturma ve stabilite kaybı süreçlerinin devam ettiğine işaret etmektedir.

Kıyı boyunca ilerleyen güzergâh üzerinde, öncelikle çok sayıda küçük teknenin bağlı olduğu yoğun bir tekne bağlama alanıyla karşılaşmış (Şekil 3.10 (c)), devamında ise Zeyport'a ait liman ve depolama tesisleri kıyı erişimini büyük ölçüde sınırlandırmıştır (Şekil 3.10 (b)). Bu

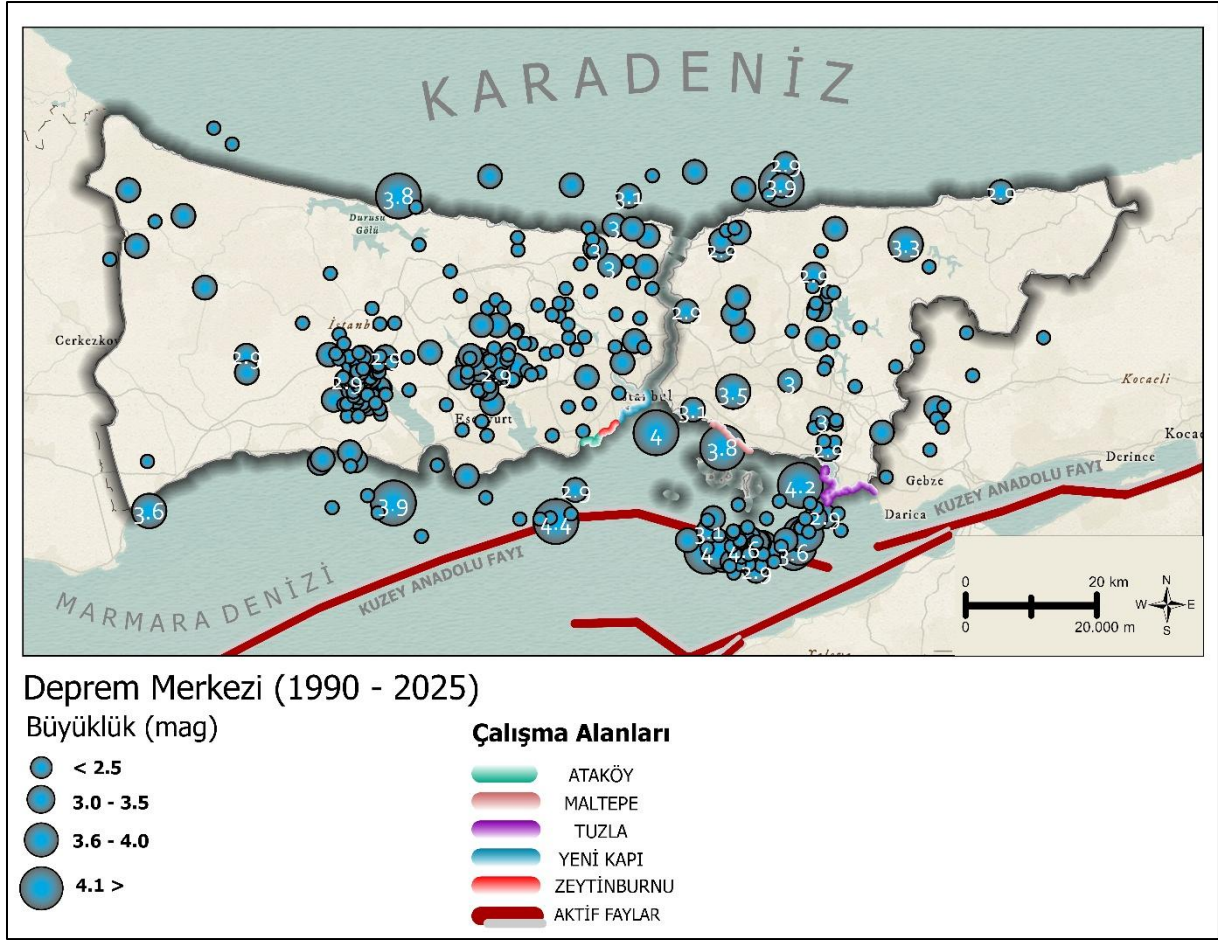
durum, tıpkı Ataköy'de gözlemlendiği gibi, dolgu sahası boyunca kesintisiz bir kıyı-halk erişiminin mümkün olmadığını; kıyı şeridinin liman, marina ve tekne bağlama alanları gibi işlevlerle bölümlere ayrılarak yeniden şekillendirildiğini göstermektedir.



Şekil 3.10. Zeytinburnu dolgu alanında çöken zemin (a), Zeyport liman işletmeleri (b), Zeytinburnu dolgu alanında dikenli tel çitle sınırlanmış tekne bağlama alanı (c), Ataköy Zeytinburnu arası sahil dolgusunda çöken zemin (d)

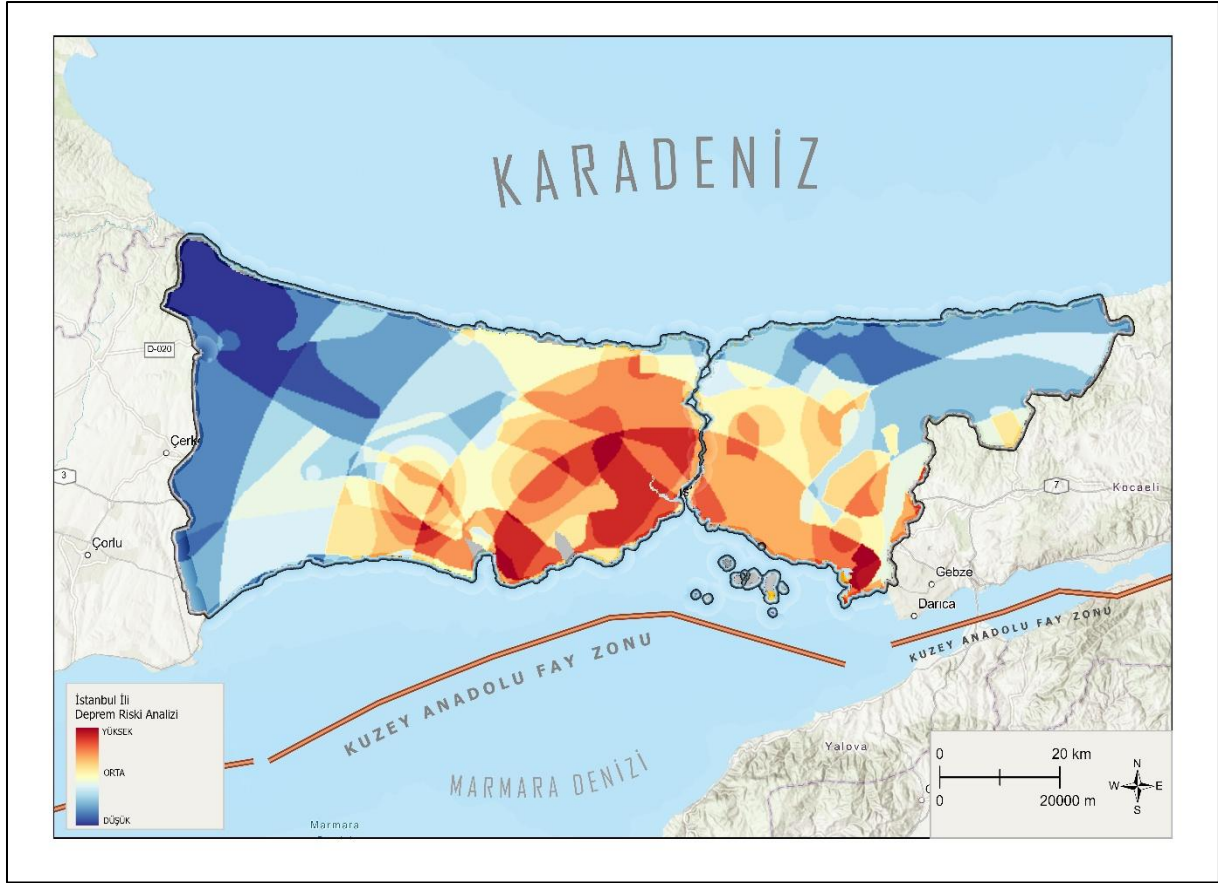
3.3. Deprem Risk Analizi

İstanbul'un aktif bir neotektonik rejim altında bulunduğu ve Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara segmentleri tarafından kontrol edildiği 2.1.2'de ortaya konulmuştu. Bu bölümde, söz konusu tektonik çerçeve, çalışma sahasındaki beş dolgu alanı özelinde 1990-2025 yılları arasındaki deprem kayıtları ve üretilen deprem risk haritası aracılığıyla değerlendirilmektedir.



Şekil 3.11. İstanbul ili 1990–2025 yılları arası deprem dağılımı ve fay hattı ilişkisi

1990-2025 yılları arasındaki deprem merkez üssü dağılım haritası incelendiğinde, inceleme alanında yer alan dolgu sahalarının Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki aktif segmentlerine yakın konumlandığı görülmektedir. Özellikle Marmara Denizi'nin orta ve doğu kesimlerinde deprem odaklarının yoğunlaştığı, çalışma alanlarının da bu aktif tektonik kuşak üzerinde yer aldığı dikkat çekmektedir (Şekil 3.11). Deprem odaklarının büyük bölümünün 3,0–4,0 büyüklüğü aralığında olması bölgedeki tektonik hareketliliğin sürekliliğini göstermektedir. Bu durum, yapay dolgu alanlarının yalnızca fay hatlarına yakınlık açısından değil, aynı zamanda dolgu zeminlerinin deprem sırasında gösterebileceği oturma, deformasyon ve sıvılaşma gibi jeoteknik riskler bakımından da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla çalışma alanındaki dolgu sahalarının bölgesel depremsellik dinamikleri kapsamında ele alınması önem taşımaktadır.



Şekil 3.12. İstanbul ili deprem riski analizi haritası

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi kullanılarak üretilen deprem risk haritası, İstanbul'un güney kıyı şeridinde yer alan dolgu alanlarının önemli bir bölümünün yüksek risk zonlarında konumlandığını göstermektedir (Şekil 3.12). Avrupa Yakası'nda özellikle Ataköy, Zeytinburnu ve Yenikapı çevresindeki dolgu alanları, Kuzey Anadolu Fayı'na yakınlıkları ile gevşek dolgu ve alüvyal zemin özellikleri nedeniyle yüksek sismik risk düzeyine sahip alanlar olarak öne çıkmaktadır. Nitekim Zeytinburnu özelinde (İBB, 2020) tarafından MeTHuVA yöntemiyle gerçekleştirilen hasar görülebilirlik analizleri de bu bulguyu desteklemekte; "Antropojenik Dolgu" ve "Alüvyon" (Qal) birimlerinin, standart hasar sıralamasında en yüksek değer olan "1" skoruyla derecelendirilerek en yüksek kırılabilirlik düzeyine sahip olduğunu ortaya koymaktadır (İBB, 2020; Koca, Kaya, & Kuru, 2024).

Anadolu Yakası'nda ise Maltepe ve Tuzla dolgu alanlarının orta-yüksek risk kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu alanların görece daha uzak fay konumuna sahip olmasına karşın, zemin özellikleri ve kıyı dolgularının jeoteknik karakteristikleri nedeniyle belirli ölçüde sismik kırılabilirlik taşımaya devam ettiğini göstermektedir. Nitekim (Uzun M. , 2016) , Maltepe sahil parkının İstanbul Adaları'ndan sonra

Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki devamına en yakın ikinci alan olduğunu belirtmekte; olası bir depremde birinci derecede tehlikeli bölgede yer alan bu sahanın, aynı zamanda dolgu zemin üzerinde bulunması nedeniyle sivilaşma, zemin çökmesi ve kıyı heyelanı açısından en yüksek potansiyele sahip alanlardan biri olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgu, bu çalışmada üretilen AHP tabanlı risk haritasının Maltepe için ortaya koyduğu orta-yüksek risk sonucunu bağımsız bir kaynakla desteklemekte ve doğrulamaktadır.

3.4. Kıyı Dolgu Alanlarının PAJİ Formülüyle Değerlendirilmesi

Çalışma sahasında yer alan beş dolgu alanının antropojenik baskı düzeyi, 2. bölümde açıklanan Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) formülü kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Çalışma alanına ait potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksi (PAJİ) hesaplama parametreleri ve indeks değerleri

İnceleme Alanı (Dolgu Sahası)	Toplam Nüfus (2025)	Kentsel Nüfus Oranı (UP)	Okuma Yazma Bilmeyen Oranı (DI)	İklim Katsayısı (Kc)	Rölyef Katsayısı (Kr)	Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (I)
Maltepe Dolgu Alanı	525.044	%100	0,938	0,4	0,2	0,303
Tuzla Dolgu Alanı	313.865	%100	0,791	0,4	0,2	0,302
Yenikapı Dolgu Alanı	351.786	%100	1,489	0,4	0,2	0,304
Ataköy Dolgu Alanı	218.204	%100	0,443	0,4	0,2	0,301
Zeytinburnu Dolgu Alanı	275.471	%100	1,254	0,4	0,2	0,304

Hesaplanan indeks değerlerinin tamamı 0,301-0,305 aralığında yer almakta olup, bu sonuç beş dolgu alanının da **"orta düzey"** (0,25-0,50) antropojenik baskı sınıfında değerlendirildiğini göstermektedir. Alanlar arasındaki değer farklarının sınırlı kalması, kentsel nüfus oranı (UP=%100) ile iklim ve rölyef katsayılarının tüm sahalarda sabit tutulmasından kaynaklanmakta; bu nedenle alanlar arasındaki asıl ayrışma, okuma-yazma bilmeyen nüfus oranındaki (DI) farklılıklardan ileri gelmektedir. Nitekim en yüksek DI (okuma yazma bilmeyen) değerine sahip Yenikapı ve Zeytinburnu en yüksek I (Potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksi) değerlerini verirken, en düşük DI (okuma yazma bilmeyen) değerine

sahip Ataköy Marina en düşük I (Potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksi) değerine sahiptir. Bu sonuçların deprem risk analizleriyle birlikte değerlendirilmesi çalışmanın sonuç bölümünde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, antro-po-jeomorfoloji biliminin temel ilgi alanını oluşturan insan faaliyetlerinin yeryüzü şekilleri üzerindeki değiştirici etkisini, İstanbul'un Marmara Denizi kıyı şeridinde yer alan Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe ve Tuzla dolgu alanları özelinde ele almıştır. Türkiye'de ve İstanbul'da antro-po-jeomorfoloji alanında yürütülen çalışmaların incelenmesi sonucunda, kıyı dolgu alanlarının oluşumu, gelişimi ve çevresel etkileri üzerine önemli bir literatür birikiminin bulunduğu, ancak bu alanların deprem riski bağlamında ele alındığı çalışmaların oldukça sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Bu boşluk, çalışmanın temel çıkış noktasını oluşturmuştur. Nitekim söz konusu dolgu alanları, özellikle yaz aylarında binlerce kişinin bir arada vakit geçirdiği yoğun kullanımlı kamusal mekânlar hâline gelmiştir; ancak bu yoğun kullanımın, alanın zemin sağlamlığı ve depreme dayanıklılığı gözetilerek değerlendirilip değerlendirilmediği literatürde yeterince sorgulanmamıştır. Bu çalışma, söz konusu çelişkiyi - yoğun kentsel/rekreasyonel kullanım ile yapay zeminlerin taşıdığı sismik risk arasındaki ilişkiyi- bilimsel bir çerçevede ortaya koymayı amaçlamıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında gerçekleştirilen arazi gözlemleri, İstanbul kıyı şeridinde yer alan bu beş alanın doğal kıyı morfolojisinden uzaklaşarak insan eliyle yeniden şekillendirildiğini, dolayısıyla kıyı çizgisi değişiminin başlı başına bir antropojenik faaliyet olduğunu doğrulamıştır. Bu noktada dikkat çekici bir diğer bulgu, incelenen dolgu alanlarının büyük ölçüde kentsel dönüşüm ve büyük ölçekli altyapı projelerinden (Marmaray, metro hatları vb.) açığa çıkan hafriyat malzemesiyle oluşturulmuş olmasıdır; nitekim Yenikapı ve Maltepe örneklerinde bu durum açıkça ortaya konulmuştur. Dolgu malzemesinin doğal bir sedimantasyon sürecinin ürünü olmayıp, farklı kaynaklardan toplanan heterojen hafriyat malzemesinden oluşması, bu zeminlerin mühendislik açısından öngörülebilirliğini azaltmakta ve deprem sırasında oturma, sıvılaşma gibi risklerin şiddetlenmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bulgu, dolgu alanlarının yalnızca "arazi kazanımı" amacıyla değil, aynı zamanda kentsel atık/hafriyat yönetimi sorununa bir çözüm olarak da üretildiğini; dolayısıyla bu alanların antropojenik karakterinin yalnızca kıyı çizgisi değişimiyle değil, zemin malzemesinin kökeniyle de doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu tespiti nicel bir temele oturtmak amacıyla, 1990 yılına ait Landsat-5 ve 2025 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri

karşılaştırılarak dolgu alanlarının zamansal ve mekânsal değişimi ortaya konulmuş; buna göre en geniş dolgu alanının yaklaşık 91,81 ha ile Maltepe olduğu, bunu sırasıyla Tuzla (82,58 ha), Yenikapı (49,19 ha), Ataköy (15,40 ha) ve Zeytinburnu'nun (5,17 ha) izlediği belirlenmiştir. Bu noktada önemli bir metodolojik sınırlılığın belirtilmesi gerekmektedir: 1990 yılına ait uydu görüntülerinin çözünürlüğünün günümüz standartlarına kıyasla düşük ve piksel yapısının net olmaması, kıyı çizgisinin sayısallaştırılması sürecinde belirli bir belirsizlik payı oluşturmuştur. Bu nedenle elde edilen alansal büyüklükler kesin değerler değil, yaklaşık değerler olarak değerlendirilmeli; çalışmanın bulguları bu sınırlılık göz önünde bulundurularak yorumlanmalıdır.

Antropojenik baskı düzeyinin nicel olarak ortaya konulması amacıyla uygulanan Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) sonucunda, incelenen beş dolgu alanının da 0,301-0,305 değer aralığında yer aldığı ve bu doğrultuda "orta düzey" antropojenik baskı sınıfında değerlendirildiği belirlenmiştir. Ancak bu sonuçların yorumlanmasında literatürde PAJİ yöntemine yönelik ileri sürülen bazı metodolojik eleştiriler de göz önünde bulundurulmuştur. Nitekim ilgili literatürde, PAJİ formülünde kullanılan parametrelerin antropojenik jeomorfolojik koşulları tam anlamıyla açıklamakta yetersiz kalabileceği ve bu yönüyle tartışmalı bir yöntem olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiş; özellikle kentsel nüfus oranı ve okuma-yazma bilmeyen nüfus oranı gibi demografik parametrelerin, büyük ölçekli mühendislik projelerinin ürettiği yapay morfolojik değişimlerle doğrudan bir ilişkisinin bulunmaması nedeniyle bu tür değerlendirmelerde sınırlı bir açıklayıcılığa sahip olabileceği vurgulanmıştır (Uzun M. , 2019). Bu çalışmada da benzer bir sınırlılık gözlenmiş; nitekim beş alan arasındaki PAJİ değerlerinin birbirine oldukça yakın çıkması (0,301-0,305), yöntemin dolgu alanları arasındaki gerçek farklılaşmayı ayırt etme gücünün sınırlı kaldığına işaret etmektedir. Bu nedenle çalışmada PAJİ sonuçları tek başına yeterli görülmemiş, bunun yerine uydu görüntüleri üzerinden tespit edilen fiili mekânsal değişim ile dolgu alanlarının KAF'a olan yakınlığı temel alınarak antropojenik dönüşüm ile depremsellik arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Bu doğrultuda gerçekleştirilen deprem risk analizinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi tercih edilmiş; aktif faylara uzaklık (%40), jeolojik yapı (%30), deprem yoğunluk verisi (%20) ve litolojik özellikler (%10) olmak üzere dört kriter belirlenmiştir. Kriterler arasında en yüksek ağırlığın aktif faylara uzaklık parametresine verilmesi, çalışmanın "fay hattı manzaralı dolgu alanları" başlığında da vurgulandığı üzere, incelenen sahaların büyük ölçüde

Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara segmentine yakın bir konumda yer almasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra, çalışma sahasına ait jeoloji haritası incelendiğinde, dolgu alanlarının neredeyse tamamının Kuvaterner yaşlı, dolayısıyla jeolojik açıdan en genç birimler üzerinde geliştiği görülmüştür; genç ve konsolide olmamış bu tür arazilerin, daha yaşlı ve sağlam kayaç birimlerine kıyasla deprem sırasında oluşan yer hareketlerine karşı çok daha kırılgan bir davranış sergilediği bilinmektedir. Bu bulgu, aktif faya yakınlıkla birlikte, çalışmanın ikinci önemli bulgusu olan zemin yaşı/jeolojik yapı faktörünü de doğrulamaktadır. Elde edilen AHP tabanlı deprem risk haritasına göre, Avrupa Yakası'nda yer alan Ataköy, Zeytinburnu ve Yenikapı dolgu alanlarının KAF'a yakınlıkları ile gevşek dolgu ve alüvyal zemin özellikleri nedeniyle yüksek sismik risk kategorisinde; Anadolu Yakası'nda yer alan Maltepe ve Tuzla dolgu alanlarının ise orta-yüksek risk kategorisinde bulunduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında elde edilen tüm bulgular bir arada değerlendirildiğinde, İstanbul kıyı dolgu alanlarının antropojenik açıdan doğal kıyı sistemlerinden büyük ölçüde ayrılmış yapay morfolojik birimler olduğu, bu alanların yoğun kentsel ve rekreasyonel kullanımına karşın Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara segmentine yakınlıkları ve genç, konsolide olmamış zemin özellikleri nedeniyle önemli düzeyde sismik risk taşıdığı ortaya konulmuştur. Bu durum, çalışmanın başında ortaya konan temel soruyu -binlerce kişinin bir arada bulunduğu bu alanların olası bir depremde ne ölçüde güvenli olduğu sorusunu- doğrulayan bir bulgu niteliği taşımaktadır: yoğun kullanım ile yüksek sismik risk aynı mekânda kesişmektedir ve bu çelişki, mevcut kıyı yönetimi yaklaşımlarının yeniden gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu bulgular ışığında aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Sıvılaşma, zemin oturması ve dalga büyütmesi risklerinin en yoğun yaşanması beklenen bu alanlarda, risk odaklı ve sürdürülebilir kıyı yönetimi ilkeleri doğrultusunda acil mühendislik önlemlerinin (zemin iyileştirme, yapısal güçlendirme, erken uyarı sistemleri vb.) hayata geçirilmesi gerekmektedir.
- Yeni kıyı dolgu faaliyetlerinden tamamen kaçınılmalı; mevcut dolgu alanları, alternatif kamusal alanlar oluşturulması yoluyla uzun vadeli bir plan dahilinde kademeli olarak rehabilite edilmelidir.

- Dolgu sonrasında ortaya çıkan kıyı hakkı gaspı uygulamalarına son verilmeli; özel ve ticari kullanıma tahsis edilmiş sahalar, kamusal statüye yeniden kazandırılarak toplumun eşit ve güvenli kıyı erişimi güvence altına alınmalıdır.
- İleride yapılacak çalışmalarda, PAJİ gibi demografik ağırlıklı indekslerin yanı sıra, zemin etüdü ve jeoteknik sondaj verilerini içeren daha kapsamlı mikro-bölgeleme çalışmalarıyla desteklenmiş, alan bazlı ve çok kriterli bir değerlendirme yaklaşımının benimsenmesi önerilmektedir.
- Çalışma kapsamında yüksek sismik risk taşıdığı belirlenen bu alanların aynı zamanda yoğun kamusal kullanıma sahip olması, kamu güvenliği açısından acil önlem alınmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda, üretilen deprem risk haritalarının ilgili belediyeler ve AFAD ile paylaşılması, saha girişlerine risk bilgilendirme panolarının yerleştirilmesi ve acil durum tahliye planlarının oluşturulması, kamu yararı gözetilerek atılması gereken öncelikli adımlardır.

KAYNAKÇA

- Akdağ, M., & Özdemir, M. (2020). Çevreye Duyarlılık ve Sorumluluk Bağlamında Yeşil Halkla İlişkiler ve Antroposen Kavramı: Billboardlar Üzerinden Bir Göstergebilimsel Analiz. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 3505-3532.
- Aktaş, C., & Bahadır, M. (2022). Çam Burnu (Ordu) ile Gül Burnu (Giresun) Arası Kıyı Çizgisinin Zamansal Değişimi ve Kıyı Kullanımı. *International Journal of Geography and Geography Education*, 320-348.
- Alak, A., & Sümer, Ö. (2017). Marmara ve Karadeniz Kıyılarındaki Güncel Sedimanlar İçinde Antroposen'in Varlığına Ait Yeni Bulgular. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 145-168.
- Alkan, A. (2008). Van Gölü Güneydoğu Kıyılarında Gevaş ve Deveboynu Yarımadası arası kıyı kesiminde antropojen faaliyetlerin rölyefe etkisi. *YÖK TEZ*.
- Ambraseys, N. (2002). The seismic activity of the Marmara Sea region over the last 2000 years. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(1), 1-18.
- Apaydın, A., & Durmaz, M. (2021). Giresun-Piraziz Arasında Karadeniz Sahil Yoluna Bağlı Kıyı Çizgisi Değişimi ve Güncel Plaj Oluşumları. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 150-166.
- Arslan, A., & Baş, M. (2020). Antropojenik Faaliyetler Nedeniyle Değişen Çevrenin Yarasalar Üzerine Etkileri. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 9 (3), 1449-1459.
- Ataköy Marina. (2025). <https://atakoymarina.com.tr/hakkimizda/> adresinden alındı
- Aydın, E., & Kemeç, S. (2023). Antropojenik Etkiler ve İklim Değişikliği Baskısı Altında Sulak Alanlar: Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanı Örneği . *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 1139-1154.
- Aydın, M., & Uysal, M. (2013). Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla İzlenmesi:Sakarya- Karasu. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 24-32.
- Balaban, T. Ö., Okan, Ö. Ö., Sançar, T., & Önal, A. Ö. (2020). Pertek (Tunceli) Jeotermal Alanının Antropojenik Kirliliğinin Değerlendirmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 83-96.
- Balcıoğlu, Y. E., & Gönençgil, B. (2022). Bir Geçiş İklim Bölgesi Olarak İstanbul'un Kuzeyi ve Güneyinde Sıcaklık ve Yağışın Eğilimleri. *TÜCAUM 2022 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 583-597.

- Barka, A. A. (1991). İstanbul'un Depremselliğini Oluşturan Tektonik Yapılar ve İstanbul İçin Bir Mikrobölgeleme Denemesi. *TMMOB İnş. Müh. Odası İstanbul Şubesi, İstanbul ve Deprem Sempozyumu*, 35-56.
- Başer, B. (2011). İstanbul Florasının Doğal Ve Kültürel İzleri. *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*, 155-170.
- Başkaya, F. A. (2013). Kentsel akış iyileştirme - İstanbul'un kentsel akışlarını yeniden ele almak. *İTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 148-160.
- Başkaya, F. A., & Tekeli, E. (2015). Coastline changes and Istanbul coastal landscape. *12th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 2015*, 171-182.
- Baydar, M. (1994). İstanbul Boğazı ve Yakın Çevresinin İklim Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Klimatoloji ve Meteoroloji Bölümü Yüksek Lisans Tezi*, 1-77.
- Bayraktar, E. A., Bayraktar, D., & Yüksek, Ö. (2016). Doğu Karadeniz Kıyılarında T Mahmuzlarının Kıyıya Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 509-517.
- Bekar, İ. (2016). Akdeniz Ekosistemlerinde Günümüz Yangın Rejimlerinin Şekillenmesinde Doğal ve Antropojen Faktörlerin Rolü . *DOI:10.13140/RG.2.2.17266.91842/1*.
- Bekaroğlu, E. (2022). Antroposen: Küresel Değişimin Politikası. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 1130-1149.
- Biricik, A. S. (1998). İstanbul Şehri ve Su. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 11-32.
- Brown, E. H. (1970). Man Shapes The Earth. *The Geographical Journal* ,Vol. 136, 74-85.
- Büyüksahin, F. (2018). Antropojenik Etkiler İle Havanın Kirletilmesi ve İklim Durumu . *International Journal of Human Studies* , 13-24.
- Ciritci, İ. (2022a). Dolgu Zemin Etkinlik Alanlarının Tasarımı Üzerine Eleştirel Bir Değerlendirme: New York-HDPK Little Island ve İstanbul-Yenikapı. *ART/icle: Sanat ve Tasarım Dergisi*, 158-178.
- Ciritci, İ. (2022b). İstanbul'un Yeni Sur Duvarları: Ataköy. 7. *Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi*, 213-221.

- Coşkun, B. U. (2023). Cumhuriyet dönemi Ataköy Kıyılarının 2000’lerde Dönüşümünün Metodolojik Bir Yaklaşım ile İncelenmesi . *Kent Akademisi*, 329-348.
- Çağlar, S. S. (2023). İnsanın Biyoçeşitlilik Üzerindeki Etkisi: Milyarlarca Yılda Oluşanı Birkaç Yüzyılda Yok Etmek. *Türkiye Tabiatını Koruma Derneği Tabiat ve İnsan Dergisi*, 57-63.
- Çelik, S. (2019). Doğal ve Kültürel Değerlerde Antropojen Etkiler: Kilis Örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* , 187-196.
- Çolak, H. E., & Memişoğlu, T. (2018). Trabzon İlinde Tarımsal Arazi Kullanımındaki Zamansal Değişimin CBS ile Belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 946-958.
- Dalgıç, S., Turgut, M., Kuşku, İ., Coşkun, Ç., & Coşgun, T. (2009). İstanbul'un Avrupa Yakasındaki Zemin ve Kaya Koşullarının Bina Temellerine Etkisi. *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 47-70.
- Demirci, A. (2010). İstanbul’un fiziki coğrafyası ve kentsel gelişim. *Türk Coğrafya Dergisi*, 54, 1-12.
- Dokuz, U. E., Korkanç, S. Y., & Korkanç, M. (2018). Niğde Kent Merkezi Alivyon Akiferinin Yeraltı Suyu Kalitesini Etkileyen Doğal ve Antropojenik Faktörlerin İncelenmesi . *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 7, Sayı 3, 1095-1100.
- Döker, M. F. (2012). İstanbul ili Marmara Denizi kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal değişimin belirlenmesi. *International Journal of Human Sciences*, 1350-1370.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., & Sönmez, S. (2008). Türkiye’de Antroposen Döneminde Doğal Çevre Bozulmasını Etkileyen Antropojenik Faktörler. *Tücaum V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, 16–17 Ekim 2008. Ankara, Bildiriler Kitabı.
- Ekinci, D. (2006). Tuzla Kıyıları ve Yakın Çevresinde İnsan Kontrollü Güncel Jeomorfolojik Gelişim. *Türk Coğrafya Dergisi*, 123-145.
- Ekinci, D. (2015). İstanbul'un Doğal Özellikleri. *Antik Çağdan 21. Yüzyıla Büyük İstanbul Tarihi*. içinde İstanbul: İBB Kültür A.Ş. / İSAM.
- Ekinci, D., & Yalçınkaya, B. (2015). İstanbul'da Antropojenik Süreçler ve Etkileri. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, Samsun, 347-368.

- Erden, T., & Karaman, H. (2012). Analysis of earthquake parameters to generate hazard maps by integrating AHP and GIS for Küçükçekmece region. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 478.
- Erdoğan, B. (2012). Bir Kıyı Yerleşmesinde Kimlik Dönüşümü: Tarihsel Süreç İçinde Karşıyaka'nın (İzmir) Kıyı Kullanımında Gözlenen Değişimler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 37-47.
- Erinç, S. (2000). Jeomorfoloji I. S. Erinç içinde, *Jeomorfoloji I*.
- Erkal, A. (2018). Körfez ilçesi'nde (Kocaeli) antropojeomorfolojik araştırma.
- Erol, O. (1997). Türkiye'deki Kıyı Kullanım Sorunlarına Jeomorfolojik Yaklaşım. *Türkiye Coğrafyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 93-122.
- Eroskay, O., & Kale, S. (1986). İstanbul Boğazı Tüp Geçiş Güzergahında Jeoteknik Bulgular. *Mühendislik Jeolojisi Bülteni*, 2-7.
- Ertek, A. (2023). *Antroposen, Antroposfer: Antropojenik Jeomorfoloji*. Ankara: Pegem Yayınevi.
- Ertek, T. A. (2016). İnsan Faaliyetlerine Bağlı Jeomorfokronolojik Yıkımlar. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu 13-14 Ekim 2016 Ankara*, 201-219.
- Ertek, T. A. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, kökeni ve amacı. *Türk Coğrafya Dergisi* 69, 69-79.
- Garipağaoğlu, N. (2016). Marmara Havzası'nda Kentleşme - Atık Su İlişkileri ve Alıcı Ortam Üzerindeki Etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 147-159.
- Garipağaoğlu, N., Özcan, S., & Uzun, M. (2014). Moda-Caddebostan (Kadıköy) Arası Kıyı Alanındaki Değişimin İncelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi Sayı:29*, 60-80.
- Gizdeş, E. (2018). Antropojenik Jeomorfolojinin İklim Değişikliğine Etkileri .
- Gökburun, İ., & Doğan, Ö. S. (2023). İstanbul'un Demografik Dönüşüm Süreci Üzerine Bir İnceleme. *Kent Akademisi Dergisi*, 2440-2459.
- Gökten, Y. S., Koçak, E., & Gökten, K. (2022). Antroposen Krizini Aşmak: Co2 Emisyonunu Etkileyen Değişkenler Üzerine Bir Panel Veri Analizi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1013-1035.

- Görür, N., & Önder, Ş. (2023). Neotectonics of Turkey and its geothermal implication. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 107-122.
- Gülgün, B., Tahta, B. T., Esetlili, M. T., & Aktaş, E. (2012). İzmir Kent Örneğinde Bazı Kentsel Sitlerdeki Antropojenik Baskıların İrdelenmesi Üzerinde Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 187-193.
- Güner, Ö. (2019). Atakum'daki (Samsun) Antropojeomorfolojik Yapılar ve Çevresel Etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 67-78.
- Gürbüz, A., & Gürer, Ö. F. (2008). Anthropogenic affects on lake sedimentation process: a case study from Lake Sapanca, NW Turkey. *Environmental Geology*, 299-307.
- Gürbüz, Ö. A. (2023). Devrez Çayı (Türkiye) Balık Faunası Üzerine Antropojenik Faaliyetlerin Etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 44-57.
- Gürel, A., & Gündüz, A. E. (2011). İstanbul'un Ekolojik Yapısı Üzerine Bir Araştırma. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1-12.
- Gürel, M. (2018). Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleriyle Belirlenmesi: Sinop İli Örneği. *YÖK TEZ*.
- Gürer, T. (2002). İstanbul Beykoz Doğusunun Jeolojisi Ve Mesozoyik Deformasyonu. *Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü*.
- Harita Genel Müdürlüğü. (2026). *İl ve İlçe Yüz Ölçümleri*. Harita Genel Müdürlüğü Resmî Web Sitesi: <https://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumleri> adresinden alındı
- İBB. (2020). *Zeytinburnu Tsunami Risk Analizi ve Eylem Planı Kitapçığı*. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.
- İstanbul Tarımsal Yatırım Rehberi*. (2024). İstanbul: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Jialin, L., Lei, Y., Yongchao, & Liu, P. R. (2017). A review on anthropogenic geomorphology. *Springer*, 109-128.
- Kahraman, M., Ünsal, Ö., & Çobanlı, F. T. (2026). Real estate values and urban variables in Istanbul: Interactions of environmental, physical, economic, migration, and transportation using geographic and nonlinear methods. *Land Use Policy*, 1-20.

- Karataş, A. (2015). Serinyol Birikinti Yalpazesinde (Hatay) Antropojenik Degredasyon ve Hidrojeomorfolojik Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 319-329.
- Karataş, A. (2016). Üsküdar'da Rölyefin Yeniden Tanzimi: Antropojenik Jeomorfoloji ve Yansımaları. *IX. Uluslararası Üsküdar Sempozyumu*, 443-453.
- Kaya, Y. (2018). İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Kırılganlık: İstanbul İçin Bir Değerlendirme. *International Journal of Social Inquiry*, 219-257.
- Kılıç, B. (1984). İstanbul İli ve Çevresinin İklim Özellikleri. *MGM-Ankara*.
- Kılıç, M., & Akpınar, A. (2022). Sakarya İli Karasu Sahili İçin Kıyı Çizgisi Değişiminin CoastSat Uygulamasıyla İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 408-414.
- Koca, K., Kaya, V. N., & Kuru, A. (2024). Kentsel Dokunun Depreme Karşı Dirençliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Tespiti: Zeytinburnu Örneği. *Kent Akademisi*, 472-493.
- Kopar, İ., Çelik, M. A., & Bayram, H. (2018). Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki Volkan Rölyefinin Antropojenik Degradasyonu Üzerine Bir Analiz. *Türk Coğrafya Dergisi*, 37-46.
- Kuban, D. (1970). İstanbul'un Tarihi Yapısı. *Mimarlık Dergisi*, 25-48.
- Kurt, S. (2016). Marmara Denizi Güney Kıyılarında Kıyı Çizgisi ve Kıyı Alanda Meydana Gelen Zamansal Değişim Analizi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 899-924.
- Kurt, S., Demirci, A., & Karaburun, A. (2011). İstanbul Kıyılarında 1987 ve 2007 Yılları Arasında Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler. *Doğu Coğrafya Dergisi* 26 , 115-128.
- MGM. (2025). *İstanbul ili 1950–2025 dönemi meteorolojik gözlem verileri*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ISTANBUL> adresinden alındı
- Morales, F. J., & Vries, W. T. (2021). Establishment of Natural Hazards Mapping Criteria Using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Frontiers in Sustainability*, 10.
- Muhacir, E. A., & Özalp, A. Y. (2018). Kıyı Alanlarının Rekreatyonel Amaçlı Alternatif Kullanımının Artvin Örneğinde İrdelenmesi . *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 43-52.

- Nir, D. (1983). Man, a geomorphological agent. An introduction to anthropic geomorphology. *Keter Publishing House*.
- Oğul, A. (2005). Van gölü doğu kesiminde Antropojen faaliyetlerin Reliefe etkisi. *YÖK TEZ*.
- Okay, A., & Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. *Geological Society, London, Special Publications*, 475-515.
- Oral, V., & Turan, M. (2023). Antropojenik Tehlike Olan Orman Yangınlarıyla Mücadele: Akdeniz Bölgesi Orman Yangınlarından Çıkarımlar. *Kent Akademisi Arşiv Cilt: 16 Sayı: Türkiye Cumhuriyetinin 100. Yılı Özel Sayısı*, 438-454.
- Öner, E., Uncu, L., & Hocaoglu, B. (2002). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi ve Kıyı Çizgisi Değişimleri. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 02 Konferansı Bildiriler Kitabı*, 1237-1247.
- Ören, A. (2020). Fosil polen analizlerinde kullanılan antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi ve arazi kullanım şekilleri . *Türk Coğrafya Dergisi*, 163-172.
- Özaydın, K. (2002). İstanbul'da zemin sorunları ve deprem riski. *İTÜ Dergisi*, 45-56.
- Özaydın, K., & Yıldırım, M. (2000). İstanbul'un Zemin Koşulları ve Geotektonik Sorunlar. *İkinci İstanbul ve Deprem Sempozyumu*, 25-52.
- Özdemir, M. A., & Bahadır, M. (2008). Hersek (Yalova) Deltasında Antropojen Değişimlerin CBS İle Analizi . 2. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu UZAL-CBS* , 468-481.
- Özgül, N. (2011). İstanbul İl Alanının Jeolojisi. *İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü*.
- Özgül, N. (2012). Stratigraphy and Some Structural Features of the İstanbul Palaeozoic. *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*, 817-866.
- Özgül, N. (2014). İstanbul İl Alanının Stratigrafisi ve Jeolojik Gelişimine İlişkin Düşünceler. *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu Iv Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı*, 20-27.
- Özkan, Ö. (2017). Kıyı Kentinin Kültürü - Yeniden Oluşan Sınır ile Değişen Kent Kültürü:Maltepe Sahili Örneği . *Mimar.ist Mimarlık Kültür Dergisi*, 46-51.
- Özkan, Ö., Alp, J., & Tanrıverdi, Ç. (2015). Dolgu Alanları: Kıyı Sınırını Yeniden Oluşturmak! *9. Uluslararası Sinan Sempozyumu*, 253-260.

- Özşahin, E. (2013a). Asi Nehri Deltasının (Hatay) Antropojenik Jeomorfolojisi. *Ege Üniversitesi Yayınları Edebiyat Fakültesi Yayın No: 181*, 925-934.
- Özşahin, E. (2013b). İstanbul ilinin Anadolu yakasının jeomorfolojik özellikleri. *Yök Tez*.
- Özşahin, E. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde depremhasar riski analizi . *International Journal of Human Sciences*, 861-879.
- Özşahin, E. (2015). İstanbul'un Tektonik Jeomorfolojisi (KB Türkiye). *Route Educational and Social Science Journal* , 200-225.
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 17-27.
- Perinçek, D. (2010). Yenikapı Kazı Alanının Son 8000 Yıllık Jeoarkeolojisi ve Doğal Afetlerin Jeolojik İzleri (İstanbul Türkiye). *MTA Dergisi*, 73-95.
- Pınar, İ., & Ozdilek, S. Y. (2018). Signature of Anthropogenic Impacts in Detritus Decomposition and the Freshwater Snail *Melanopsis buccinoidea*. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 39-47.
- Polat, E., & Kahraman, S. (2019). Antroposen Çağı'nda Kentsellik, Sürdürülebilirlik ve Dirençlilik. *Dirençlilik Dergisi* 3(2), 319-326.
- Polat, E., & Kahraman, S. (2021). Antroposen Çağı'nda pandemi ve kentlerin durumu. *Anthropology*, 21-31.
- Polater, H. (2009). Zilan ve Tekler Akarsu Havzaları Arası Antropojen Faaliyetlerin Reliefe Etkisi. *YÖK TEZ*.
- Satı, R., & Uncu, L. (2022). Bilecik (Merkez İlçe)'de Antropo-Jeomorfoloji Araştırmaları. *Anadolu Kongreleri*, 1738-1771.
- Sayar, C. (2014). İstanbul Batı Bölgesinin Jeolojisi ve "Küçükçekmece Memeli Zonu". *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu IV*, 203-207.
- Sensoy, S., & Demircan, M. (2008). *Climate of Turkey*. Ankara: Ankara: DMİ.
- Sert, E. (2022). Modern Kıyının İnşası: 19. Yüzyıldan 21. Yüzyıla İstanbul'da Dört Kıyı Dolgu Projesi Üzerinden Toprağın ve Kentsel Dönüşüm Atığının Metabolik Akışı. *Praksis* 60, 71-92.

- Sönmez, M. E. (2011). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Deprem Hasar Riski Analizi: Zeytinburnu (İstanbul) Örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, 11-22.
- Süme, V. (2019). Kıyı Dolgusu Yapılması Üzerine bir Araştırma; Bozukkale mevki örneği. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1-6.
- Sümer, Ö., Alak, A., & Tekin, A. (2020). Antropojen ve Antroposen Kavramlarının Tarihsel Gelişimine Yerbilimsel Bir Bakış. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 1-20.
- Sümer, Ö., Yücel, D. Ş., & Baba, A. (2020). Antroposen ve Antropojenik Kirlilik Sayısı / Önsöz. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 63(1), 1-6.
- Szabó, J., Dávid, L., & Lóczy, D. (2010). *Anthropogenic Geomorphology A Guide to Man-Made Landforms* (s. 289). içinde Dordrecht: Springer.
- Şatiroğlu, E. (2014). İstanbul'un Doğu Karadeniz kıyı alanları kullanımlarındaki değişimin saptanması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 33-40.
- Şener, Ş., Davraz, A., & Karagüzel, R. (2013). Evaluating the anthropogenic and geologic impacts on water quality of the Eğirdir Lake, Turkey. *Environmental Earth Sciences*.
- Şengör, A., & Yılmaz, Y. (1983). *Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu.
- Şerifaki, E. A. (2006). İzmir Körfezi örneğinde antropojenik etkiler ve sonuçları üzerine araştırmalar. *YÖK TEZ*.
- Şimşek, Ç. K., & Şengezer, B. (2012,). İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *megaronjournal.com cilt 7, sayı 2*, 116-128.
- T.C. İstanbul Valiliği. (2026). *Asya ve Avrupa 'yı Birleştiren Şehir*. T.C. İstanbul Valiliği Resmi Web Sitesi: <https://www.istanbul.gov.tr/asya-ve-avrupayi-birlestiren-sehir-istanbul> adresinden alındı
- Tağıl, Ş., & Cürebal, İ. (2005). Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimini Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 51-68.
- Tarolli, P., & Sofia, G. (2016). Human topographic signatures and derived geomorphic processes across landscapes. *Geomorphology* 255, 140-161.
- Taşcıoğlu, Z. (2023). Bozova İlçesinin Antropojenik Jeomorfoloji Yönünden İncelenmesi.

- TMMOB-ÇMO. (2016). *İstanbul Çevre Durum Raporu*. İstanbul: TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.
- Topuz, M. (2018). Sarıkum Lagünü (Sinop) Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri İle İncelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 481-493.
- Turan, İ. D., Dengiz, O., & Kaya, N. S. (2021). Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimlerinin Farklı Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri ile Belirlenmesi: Çarşamba Delta Ovası Örneği. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.* , 141-152.
- Turoğlu, H. (2017). Deniz ve Göllerde Kıyı, Yasal ve Bilimsel Boyutlarıyla Kıyı. *Jeomorfoloji Derneği Yayın No1*, 1-30.
- Turoğlu, H. (2019). Yapay Kıyıların Jeomorfolojik Tanımlaması: Diliskelesi Kıyıları Örneği (Kocaeli, Türkiye). *Coğrafya Dergisi*, 11-27.
- Turoğlu, H., & Duran, A. (2021). Filyos Çayı Deltasında (Karadeniz) kıyı çizgisi değişiklikleri ve yakın geleceğe yönelik göstergeler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 61-74.
- Tutar, L. (2019). Antalya ili doğusunda antropojenik etkiler nedeniyle ağır metal birikiminin *Pyrus cordata* subsp. *boissieriana* ve *Panocratium maritimum* üzerinde araştırılması . *YÖK TEZ*.
- TÜİK . (2025). Türkiye İstatistik Kurumu: <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr> adresinden alındı
- Uncu, L., & Karakoca, E. (2021). Antropo-jeomorfolojik bir yaklaşımla Bilecik (Merkez ilçe) taş ocaklarının mekânsal ve zamansal değişimi. *Türk Coğrafya Dergisi* 77, 119-130.
- Uzun, M. (2014). Hersek Deltasında (Yalova) Kıyı Çizgisi-Kıyı Alanı Değişimleri ve Etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 27-48.
- Uzun, M. (2016). Kıyı Kullanım Açısından Maltepe Sahil Parkı (İstanbul) Örneğinin Coğrafi Yöntemlerle Değerlendirilmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 1-17.
- Uzun, M. (2019). Dilderesi Havzası'nda (Gebze-Dilovası) Antropojenik Jeomorfoloji: Değişimler, Boyutları ve Etkileri. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 41, 319-345.
- Uzun, M. (2020). Antropojenik Jeomorfoloji Kapsamında Rölyefin Değişim Analizi: Ataşehir (İstanbul) Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 18(1), 57-84.

- Uzun, M. (2021a). Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimlerin Oluşmasındaki Faktörlerin Coğrafi Analizi: Maltepe İlçesi (İstanbul) Örneği. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, cilt 16, sayı56, 389-418.
- Uzun, M. (2021b). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Antropojenik Jeomorfolojide Değişim Analizleri. *Coğrafya Araştırmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları II*, 121-141.
- Uzun, M. (2021c). Gölcük Ve Karamürsel’de (Kocaeli) Antropojenik Kökenli Jeomorfolojik Değişimlerin Potansiyel Risk Analizi. *1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, 13-26.
- Uzun, M. (2021d). İnsan Kaynaklı Jeomorfolojik Süreçler: Antropojenik Jeomorfolojiye Yöntemsel Yaklaşım. *III. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi (UCEK 2021) "Yaşam İçin Coğrafya"* (s. 180). içinde Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.
- Uzun, M. (2021e). İzmit Körfezi Kıyılarında İnsan Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimler ve Süreçler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 61-81.
- Uzun, M. (2023a). Antropojenik Jeomorfoloji Yaklaşımı ile Marmara Adası’nda Mermer Ocaklarından Kaynaklı Değişimlerin Analizi. *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, 75-87.
- Uzun, M. (2023b). Riva (İstanbul) Kıyılarında Doğal ve Antropojenik Etkenlerle Değişen Kıyı Çizgisinin DSAS Aracı ile Analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 95-113.
- Uzun, M., & Özcan, S. (2016). Solaklı Dere- İyidere Arasında (Trabzon/ Of) Kıyı Kullanımının Zamansal Değişimi ve Sürdürülebilir Yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 175-196.
- Uzun, S. M., & Akyüz, Ö. (2019). İstanbul’un Anadolu yakasında kıyı dolgu alanları ve kullanımı. *1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, 1002-1021.
- Ünal, B. (2019). Antroposen ve Yeni Dünya Tasarıları . *Fine Arts*, 186-199.
- Üneri, D. (2010). Antropojenik Süreçlerin Kontrolünde Ayamama Deresi’nde Meydana Gelen Sel ve Taşkınların Coğrafi Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Üstün, Y. M. (2019). Antropojenik İklim Değişikliğine Bağlı Deniz Seviyesi Değişiminin Sinop Yarımadası’na Olası Etkileri. *Afet ve Risk Dergisi*, 64-79.

- Yalçın, F., & Polat, P. (2021). Erzincan Ovası'nda Yer Alan Birikinti Koni ve Yelpazelerinin Genel Özellikleri, Sınıflandırılması ve Antropojenik Degradasyonu. *Gaziantep University Journal Of Social Sciences*, 1043-1068.
- Yalçın, M. N. (2017). İstanbul'un Kaybolan Değerlerine Farklı Bir Örnek: Jeolojik Miras. *Mimar.ist Dergi*, 18-22.
- Yalçiner, A. C., Alpar, B., Altınok, Y., Özbay, İ., & Imamura, F. (2002). Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical documents for the past, models for the future. *Marine Geology*, 190(1-2), 445-463.
- Yalçınlar, İ. (1949). İstanbul civarı ve Kocaeli yarımadasının jeomorfolojisi hakkında notlar. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 134-143.
- Yiğit, N., Ayas, D., & Çolak, E. (2018). Yeşilovacık Koyu'ndaki (Mersin, Türkiye) Akdeniz Fokunun *Monachus monachus* Varlığı; antropojenik etki değerlendirmesi vaka raporu. *Biological Diversity and Conservation*, 97-105.
- Yıldırım, M., Özaydın, K., & Erguvanlı, A. (1992). İstanbul Boğazı Güneyi ve Haliç'in Jeolojik Yapısı ve Geotektonik Özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, 5-14.
- Yılmam, B., & Turgut, H. (2020). Yusufeli Barajı Antropojenik Etkilerinin Peyzaj Planlama Açısından Değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 431-450.
- Yılmaz, Y. (1990). Comparison of young volcanic associations of western and eastern Anatolia formed under a compressional regime: a review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 69-87.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Smith, A., & Barry, T. L. (2008). Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today* 18(2), 4-8.