

İSTANBUL MARMARA KIYILARINDAKİ DOLGU ALANLARININ ANTROPO- JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE DEPREM RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

¹Kübra Yıldırım

kubrayldrm99@gmail.com

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı

²Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir Karakoca

ebubekir.karakoca@bilecik.edu.tr, 0000-0002-6454-2082

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü

ÖZET

Kıyı alanları, yoğun kentleşme baskısı altında antropojenik etkilerin en belirgin biçimde gözlemlendiği mekânsal sistemler arasında yer almaktadır. İstanbul'da Marmara Denizi kıyıları boyunca gerçekleştirilen kıyı dolgu uygulamaları hem jeomorfolojik dönüşümler hem de olası deprem riskleri açısından önemli araştırma alanları oluşturmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu dolgu alanlarının Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile ilişkisi antropo-jeomorfolojik bir yaklaşım çerçevesinde değerlendirilmiş ve deprem riski bakımından mevcut durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe ve Tuzla dolgu alanları incelenmiş; 1990 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı mekânsal analizler kullanılarak bu alanların zamansal ve mekânsal gelişimi haritalandırılmıştır. Antropojenik etkinin belirlenmesinde PAJI (Potential Anthropogenic Geomorphology Index) yöntemi uygulanırken, deprem risk analizinde jeolojik yapı, zemin özellikleri, fay hatlarına uzaklık ve tarihsel deprem verilerini içeren kriterler doğrultusunda Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmıştır.

PAJI analizi sonuçları, incelenen dolgu alanlarının genel olarak orta düzey antropojenik tehdit kategorisinde yer aldığını göstermektedir. Buna karşın, AHP tabanlı deprem risk haritası, Marmara kıyı şeridindeki dolgu alanlarının büyük bölümünün yüksek risk zonlarında konumlandığını ortaya koymuştur. Bulgular, bu alanların aktif fay zonlarına kritik mesafelerde bulunması ve mühendislik açısından hassas jeolojik birimler üzerinde gelişmesi nedeniyle yüksek düzeyde sismik kırılganlık sergilediğini göstermektedir. Sonuç olarak, İstanbul'un kıyı dolgu alanlarında risk odaklı planlama anlayışının benimsenmesi ve sürdürülebilir kıyı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gerek bilimsel gerekse toplumsal açıdan önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

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

ANTHROPO-GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND EARTHQUAKE RISK ASSESSMENT OF COASTAL RECLAMATION AREAS ALONG THE MARMARA COAST OF ISTANBUL

ABSTRACT

Coastal areas are among the spatial systems where anthropogenic impacts are most prominently observed under intense urbanization pressure. Coastal reclamation practices carried out along the Marmara Sea coast of Istanbul constitute significant research areas in terms of both geomorphological transformations and potential earthquake risks. This study evaluates the relationship between these reclamation areas and the North Anatolian Fault (NAF) within the framework of an anthropo-geomorphological approach and aims to reveal their current status in terms of earthquake risk.

Within the scope of the study, the coastal reclamation areas of Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe, and Tuzla were examined. Their temporal and spatial development was mapped using satellite imagery from 1990 and 2025 in combination with Geographic Information Systems (GIS)-based spatial analyses. The Potential Anthropogenic Geomorphology Index (PAJI) was applied to determine anthropogenic impacts, while the Analytic Hierarchy Process (AHP), incorporating criteria such as geological structure, ground conditions, distance to fault lines, and historical earthquake data, was employed for earthquake risk assessment.

The PAJI results indicate that the investigated reclamation areas generally fall within the moderate anthropogenic threat category. In contrast, the AHP-based earthquake risk map revealed that a large proportion of these reclamation areas along the Marmara coastal zone are located within high-risk zones. The findings demonstrate that these areas exhibit a high degree of seismic vulnerability due to their critical proximity to active fault zones and their development on geologically sensitive units from an engineering perspective. Consequently, the adoption of a risk-oriented planning approach and the development of sustainable coastal management strategies for Istanbul's coastal reclamation areas emerge as significant necessities from both scientific and societal perspectives.

Keywords: Coastal reclamation areas; anthropo-geomorphology; North Anatolian Fault; Analytic Hierarchy Process (AHP); Istanbul

1. GİRİŞ

Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar geçen süreçte insan, doğal sistemler üzerindeki etkisini giderek artırmış ve yeryüzünü aktif biçimde şekillendiren temel bir jeomorfolojik aktör hâline gelmiştir (Efe vd., 2008). İnsan faaliyetlerinin yeryüzü şekilleri üzerindeki dönüştürücü etkisinin belirginleşmesi, jeomorfolojinin bir alt disiplini olan antropo-jeomorfolojinin gelişimini hızlandırmış; insan kaynaklı yüzey değişimlerinin bilimsel çerçevede incelenmesini gerekli kılmıştır (Ertek, 2017).

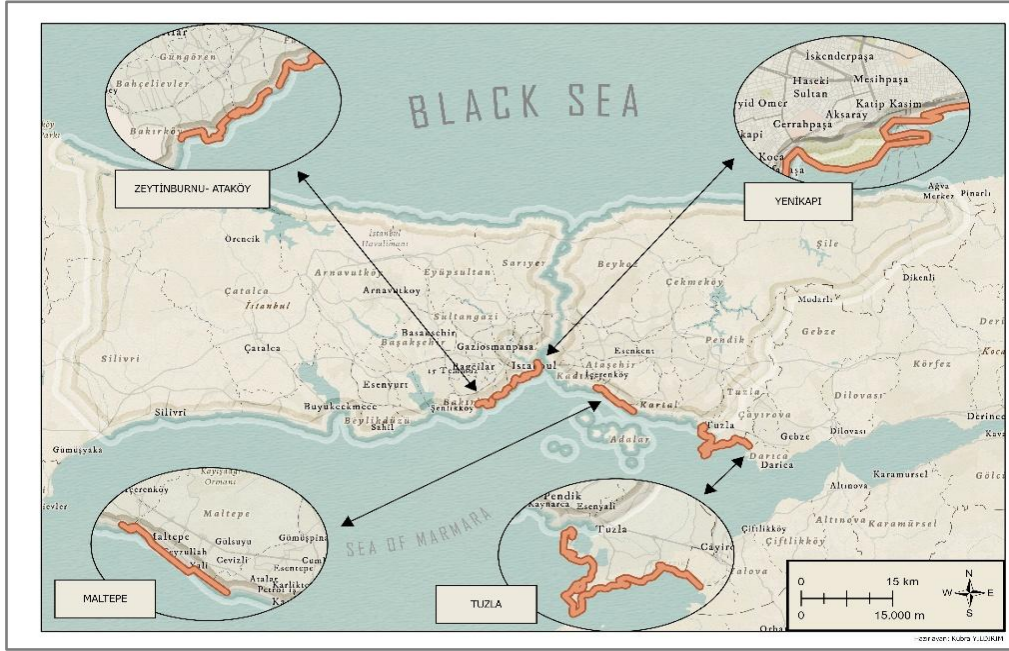
Antropojenik etkilerin en yoğun biçimde gözlemlendiği alanların başında kıyı sistemleri gelmektedir. Özellikle İstanbul gibi hızlı nüfus artışı ve yoğun kentleşme baskısı altında bulunan metropollerde, artan arazi ihtiyacını karşılamak amacıyla gerçekleştirilen kıyı dolgu uygulamaları doğal kıyı süreçlerinde önemli değişimlere yol açmıştır. Bu müdahaleler; kıyı morfolojisinin değişimi, sedimentasyon süreçlerinin bozulması, zemin oturmaları ve olası arazi çökmesi gibi çeşitli çevresel ve jeomorfolojik riskleri beraberinde getirmiştir (Sert, 2022). Ayrıca plansız ve kontrolsüz biçimde gelişen kıyı dolgu alanları, İstanbul'un günümüzde karşı karşıya olduğu önemli kıyı yönetimi ve çevresel sorunlar arasında değerlendirilmektedir (Kurt vd., 2011). Bu çalışmada, Ataköy, Zeytinburnu, Yenikapı, Maltepe ve Tuzla kıyı dolgu alanlarının antropo-jeomorfolojik bir perspektifle değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra söz konusu alanların fay hatlarına yakınlıkları ve olası sismik riskleri mekânsal bir yaklaşımla incelenmektedir.

1.1.Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahası, coğrafi sınırlar bakımından kuzeyde Karadeniz, güneyde Marmara Denizi ile sınırlandırılan ve 28°01'00"–29°55'00" doğu boylamları ile 40°28'00"–41°33'00" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Toplam 5.712 km² yüzölçümüne sahip olan çalışma sahası, 39 ilçeden oluşmaktadır (Şekil 1).

Bu çalışma kapsamında, İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakalarında yer alan başlıca kıyı dolgu alanları araştırma sahasını oluşturmaktadır. Artan nüfus, hızlı kentleşme ve kıyı alanlarına yönelik kullanım talepleri doğrultusunda gelişen bu dolgu alanları, İstanbul kıyılarında önemli antropojenik jeomorfolojik değişimlerin meydana gelmesine neden olmuştur. Özellikle doğal kıyı morfolojisinin değiştirilmesi, kıyı çizgisinin yeniden

şekillenmesi ve dolgu alanı süreçleri, kentsel mekân organizasyonu üzerinde belirleyici etkiler yaratmaktadır.



Şekil 1. Çalışma Sahasının Lokasyon Haritası

2. VERİ VE YÖNTEM

Çalışmada ilk olarak, 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 kıyı değişim çizgileri belirlenmiş, dolgu alanlarının toplam büyüklükleri hektar cinsinden hesaplanmış ve elde edilen veriler ArcGIS ortamında haritalandırılmıştır. Daha sonrasında, deprem risk haritasının oluşturulması aşamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda fay hatlarına uzaklık (%40), jeolojik yapı (%30), geçmiş deprem verileri (%20) ve toprak yapısı (%10) olmak üzere dört temel kriter belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde literatürde yer alan benzer çalışmalardan yararlanılmış; depremselliği doğrudan etkileyen temel unsur olması nedeniyle en yüksek ağırlık fay hatlarına uzaklık parametresine verilmiştir (Erden & Karaman, 2012; Morales & Vries, 2021). Analizde kullanılan jeoloji ve fay hattı verileri MTA'dan temin edilmiştir. Geçmiş dönemlere ait deprem verileri ise EM-DAT (The International Disaster Database) veri tabanından elde edilmiştir.

Araştırma alanındaki dolgu sahalarının antropojenik baskı düzeyinin nicel olarak belirlenmesi ise Nir (1983) 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.

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

Formüle; I Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi'ni, UP kentsel nüfus oranını, DI okuma yazma bilmeyen nüfus oranını, Kc iklim tipini ve Kr rölyef değerlerini ifade etmektedir (Uzun, 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 Kc değeri 0,4 olarak kabul edilmiştir (Öztürk vd., 2017). Ayrıca 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 Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) ilçe bazlı nüfus ve eğitim istatistiklerinden elde edilerek indekse dahil edilmiştir.

Tablo 1. Potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksinde kullanılacak iklim ve rölyef değerleri (Nir, 1983)

İklim Değerleri (Ki)	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
İlman İklim	0,4	Orta Yükseklikte Dağlık Alanlar	0,6
Soğuk İklim	0,6	Yüksek Dağlık Alanlar	0,8
Kutup İklimi	0,4		

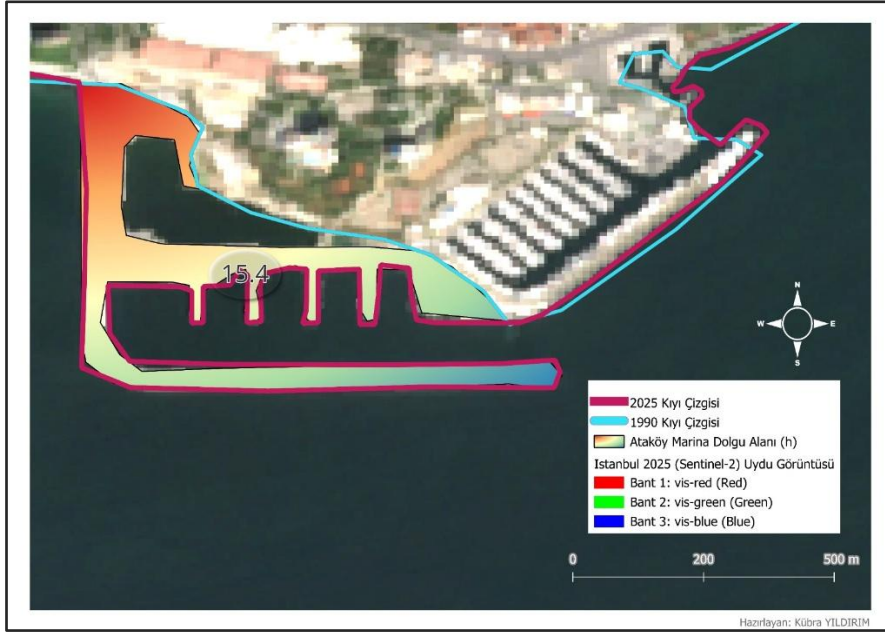
3. BULGULAR

3.1.Kıyı Dolgu Alanlarının Zamansal ve Mekânsal Gelişimi

İstanbul'da artan nüfus baskısı ve yoğun kentleşme dinamikleri, özellikle kıyı alanlarında belirgin antropojenik dönüşümlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kentsel alanlarda kullanılabilir boş arazilerin giderek azalması, rekreasyon alanları, ulaşım altyapıları ve yeşil alan gereksinimlerinin kıyı dolgu uygulamaları aracılığıyla karşılanmasını etkilemiştir. Bununla birlikte, dolgu alanları inşaat faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan hafriyat malzemelerinin değerlendirilmesi açısından da önemli bir kullanım alanı oluşturmıştır. Ancak bu sahaların doğal zemin özelliklerinden farklı mühendislik ve jeomorfolojik karakteristiklere sahip olması ve İstanbul'un aktif fay sistemlerine yakın konumu dikkate alındığında, söz konusu alanlar jeomorfolojik ve sismik riskler bakımından kritik araştırma sahaları olarak öne çıkmaktadır.

1990 yılına ait Landsat 5 ve 2025 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilmesi sonucunda, dolgu alanlarının son 35 yıllık süreçte meydana gelen mekânsal değişimleri nicel olarak ortaya konulmuştur (Şekil 2,3,4,5,6). Analiz sonuçlarına göre, Maltepe kıyı dolgu alanı 91,81 ha ile en geniş yüzölçümüne sahip alan olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Yenikapı (49,19 ha), Tuzla Marina (36,48 ha), Tuzla Liman (34,13 ha), Ataköy Marina (15,40 ha) ve Tuzla Sahil dolgu alanı (11,97 ha) takip etmektedir. Elde edilen bulgular, Marmara kıyı kuşağında

gerçekleştirilen antropojenik müdahalelerin mekânsal boyutunu ve kıyı morfolojisi üzerindeki dönüştürücü etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır.



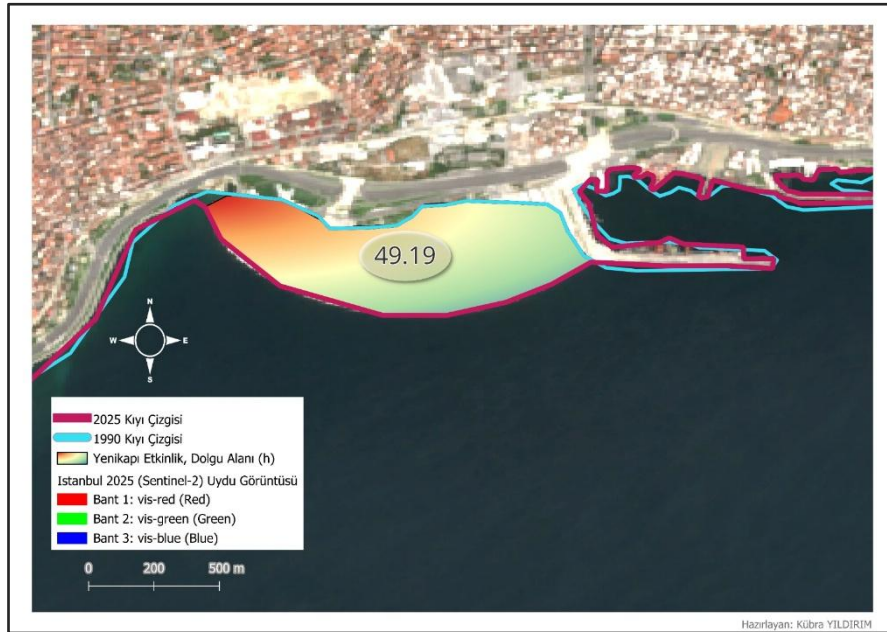
Şekil 2. Ataköy sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi



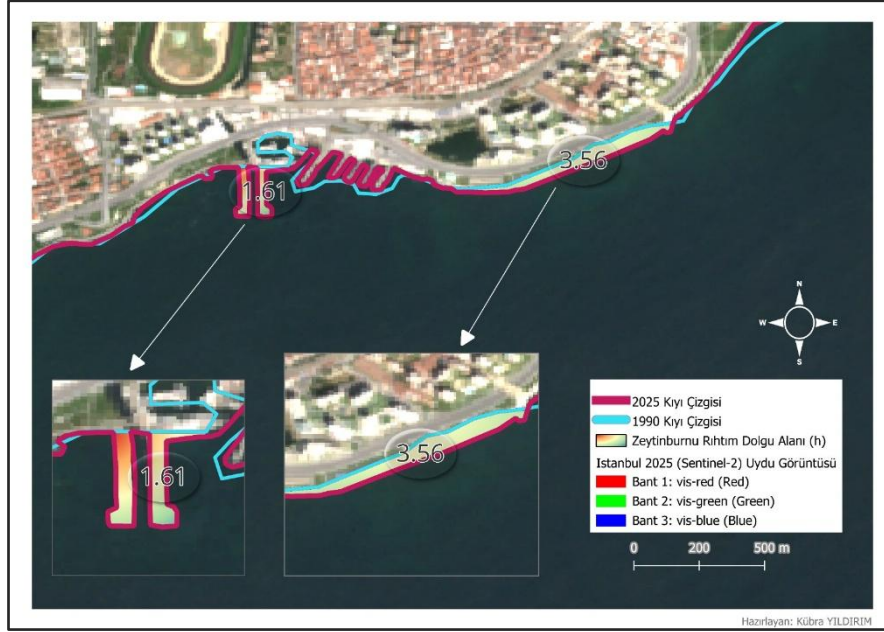
Şekil 3. Maltepe sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi



Şekil 4. Tuzla sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi



Şekil 5. Yenikapı sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi



Şekil 6. Zeytinburnu sahil dolgu alanının 1990–2025 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi

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.

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. Alanın oluşum sürecinde, Marmaray ve metro altyapı projeleri kapsamında açığa çıkan hafriyat malzemelerinin değerlendirilmesi belirleyici bir rol oynamıştır (Sert, 2022; Ciritci, 2022). 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 (Foto 1).



Foto 1. Yenikapı etkinlik alanı

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. MeTHuVA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen hasar görebilirlik analizleri, “Antropojenik Dolgu” ve “Alüvyon” birimlerinin en yüksek kırılganlık düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Buna göre söz konusu zeminlerin gevşek yapı karakteri ve sıvılaşma potansiyelinin yüksekliği ile ilişkilendirilmektedir (İBB, 2020; Koca, vd., 2024). Arazi çalışmaları sırasında, kıyı boyunca uzanan beton yüzeylerde ileri düzeyde çatlaklar ve parçalanmalar gözlemlenmiştir. Bu durum, yapay dolgu zeminlerinde oturma süreçlerinin devam ettiğine işaret etmektedir (Foto 2). Bununla birlikte, Kuzey Anadolu Fayı’nın Marmara Denizi içerisindeki aktif segmentinin ilçeye yakın konumda bulunması, yoğun kentsel yük altında bulunan bu yapay zeminlerin sismik açıdan yüksek kırılganlık potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Sönmez, 2011).

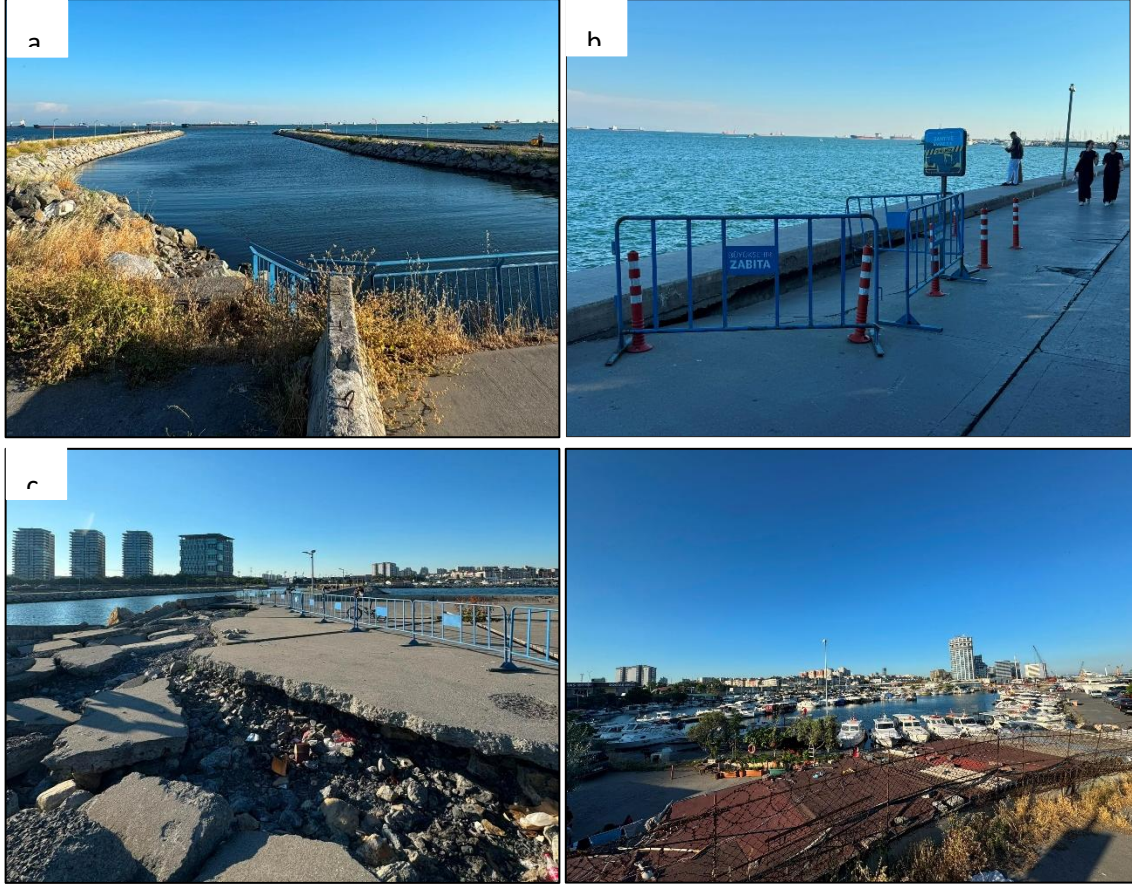


Foto 2. Zeytinburnu dolgu alanı (a), Zeytinburnu – Ataköy arası sahil dolgusunda çöken zemin (b), Zeytinburnu dolgu alanında çöken zemin (c)

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) (Foto 3).

Yenikapı ve Zeytinburnu’ndaki dolgu alanlarının ağırlıklı olarak kamusal kullanım, ulaşım ve altyapı gereksinimleri doğrultusunda şekillendirilmesine karşılık, Ataköy örneği kıyı dolgu uygulamalarının marina altyapısı, turizm ve yüksek gelir grubuna yönelik kıyı kullanımları bağlamında farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bu durum, kıyı alanlarının kullanım biçimlerinin planlama öncelikleri ve sürdürülebilir kıyı yönetimi ilkeleri açısından yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Ciritci, 2022).



Foto 3. Ataköy marina alanlarına dair görseller.

Maltepe Dolgu Alanı: Anadolu Yakası’nda gerçekleştirilen en kapsamlı kıyı dolgu müdahalelerinden biri, 2011–2014 yılları arasında İDO İskelesi ile Küçükyalı Balıkçı Barınağı arasında uzanan yaklaşık 3–3,5 km uzunluğundaki sahil bandında uygulanmıştır (Sert, 2022). Bu süreçte kıyı çizgisi deniz yönünde ortalama 279 metre ilerlemiş, bazı kesimlerde ise bu mesafe 500 metreyi aşmıştır. Gerçekleştirilen dolgu faaliyetleri sonucunda 1970–2020 yılları arasında toplam 2,23 km² büyüklüğünde yeni kara alanı kazanılmıştır (Uzun, 2016; Uzun, 2021). “Spor Adası” ve “Kültür Adası” işlev bölgeleri çerçevesinde planlanan dolgu alanı; su sporları, spor tesisleri ve festival organizasyonları gibi çeşitli rekreasyonel kullanımlara hizmet etmektedir (Özkan vd., 2015). Bununla birlikte, söz konusu dolgu süreci Küçükyalı–Süreyya Plajı–Dragos hattında yer alan aktif falez sistemlerinin denizle olan doğrudan ilişkisini kesmiş ve bu morfolojik birimlerin “ölü falez” karakteri kazanmasına neden olmuştur (Uzun, 2021). Bu durum, kıyı dolgu uygulamalarının yalnızca kıyı çizgisini değiştirmekle kalmayıp, aynı zamanda kıyı jeomorfolojisinin doğal süreçlerini ve morfolojik işleyişini de önemli ölçüde dönüştürdüğünü göstermektedir (Foto 4).

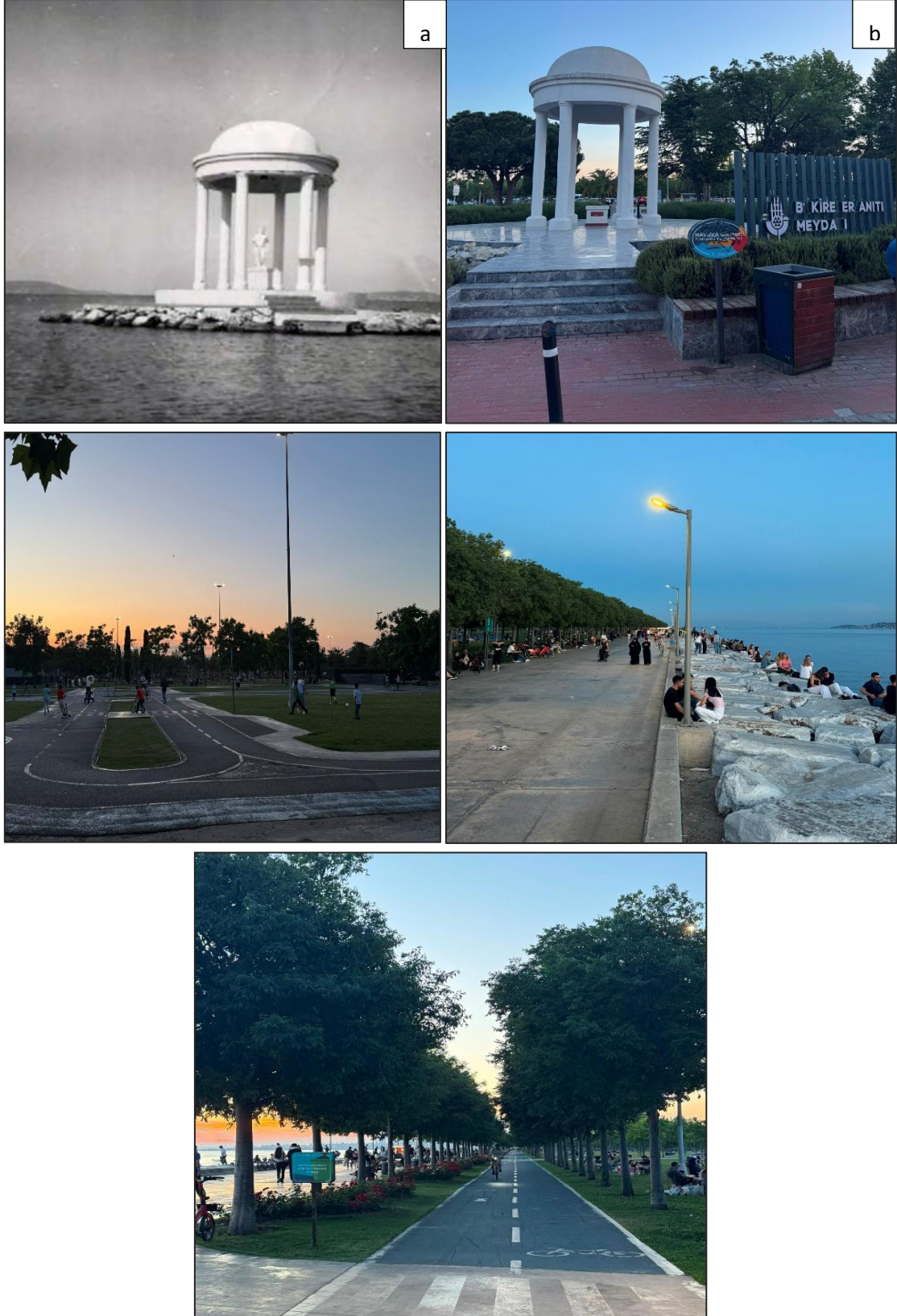


Foto 4. Maltepe dolgu alanı, 1953'te Süreyya Plajı açıklarında denizin içine inşa edilen Bakireler Anıtı(a), Maltepe'deki kıyı dolgu çalışmaları nedeniyle günümüzde karada ve sahilinden 600 metre içeride kalmıştır (b).

Tuzla Dolgu Alanları: 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. 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) (Foto 5).

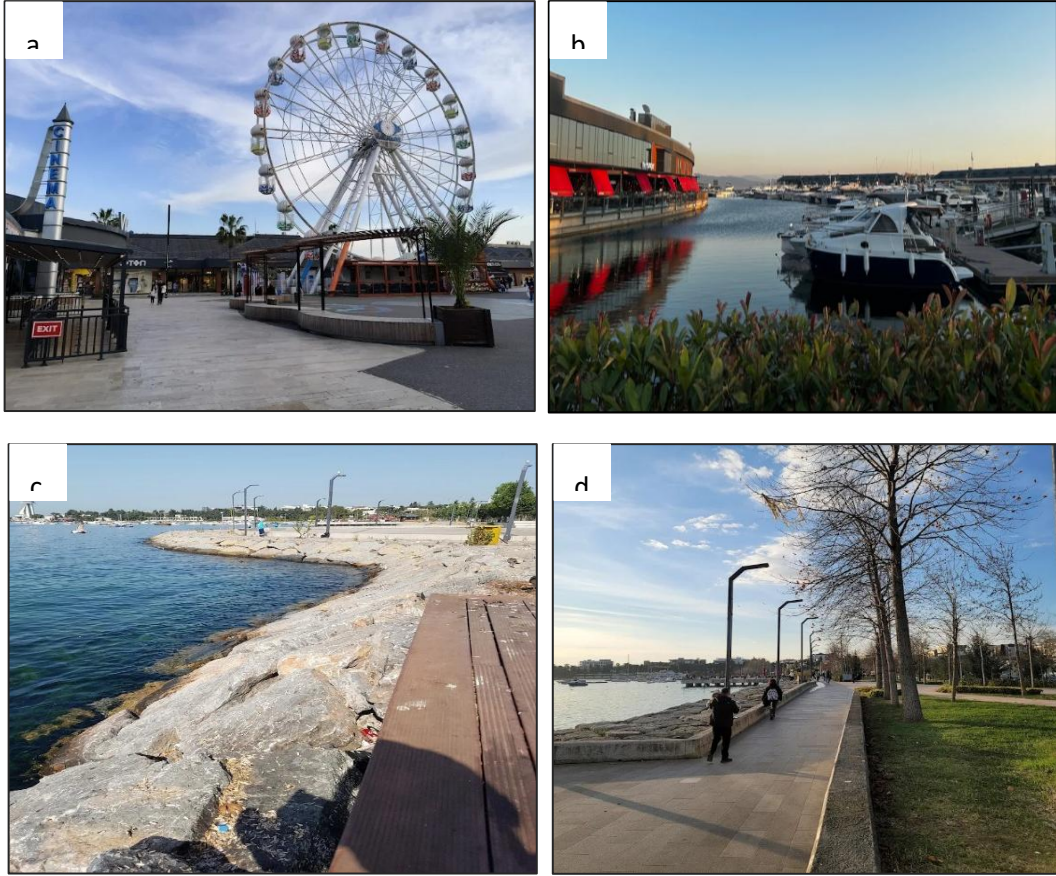
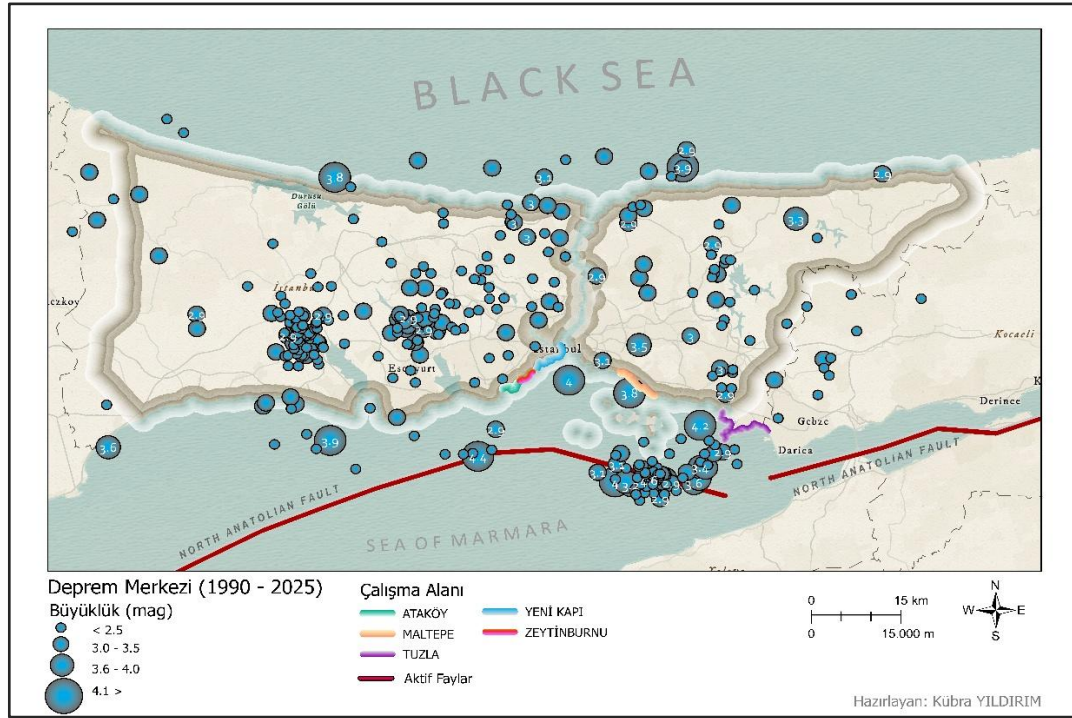


Foto 5. Tuzla marina rekreasyon ve eğlence alanı (a-b), Tuzla sahil dolgusu (c-d).

3.3. Deprem Risk Analizi

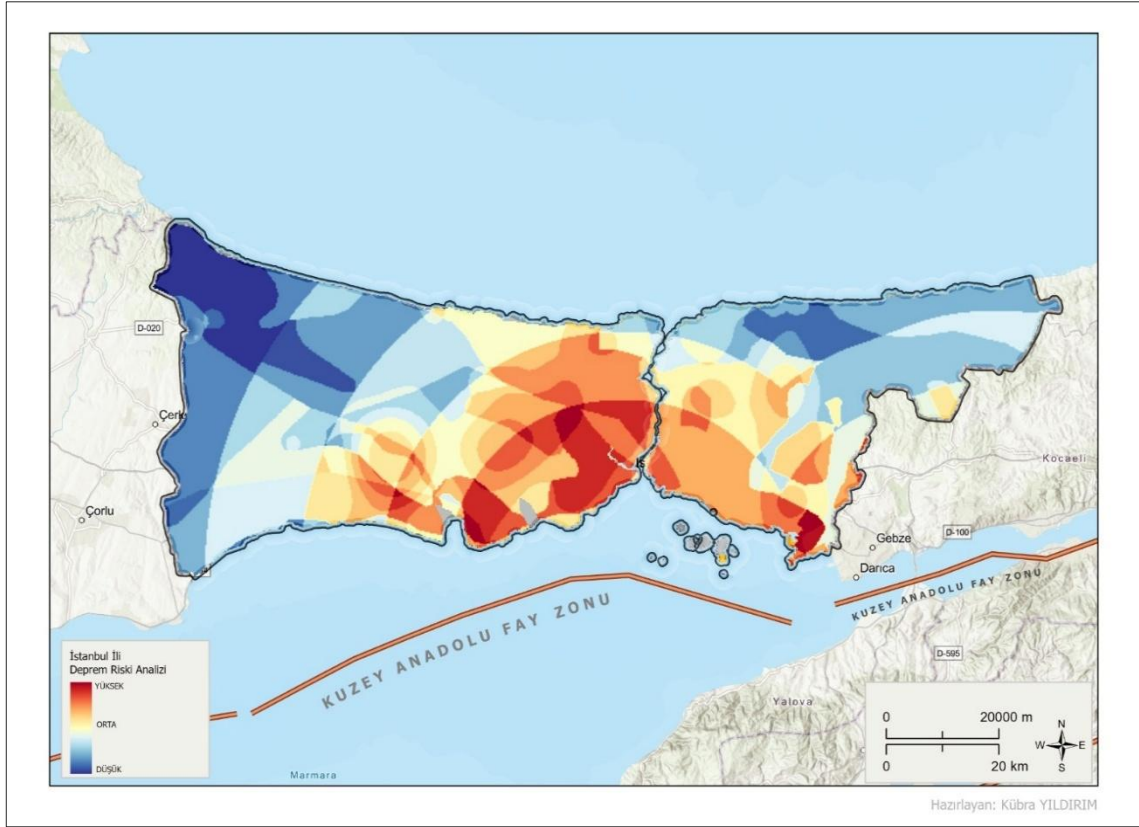
Deprem merkez üssü dağılım haritası incelendiğinde, inceleme alanında yer alan dolgu sahalarının Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki aktif segmentlerine yakın konumlandığı ve özellikle Marmara Denizi'nde yoğunlaşan deprem odaklarıyla mekânsal açıdan ilişki gösterdiği görülmektedir (Şekil 7). Bu durum, söz konusu yapay dolgu alanlarının bölgesel depremsellik dinamikleri bağlamında değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.



Şekil 7. İstanbul ili 1990–2025 yılları arası deprem dağılımı 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 8). 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.

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 kırılmalık taşımaya devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 8. İstanbul ili deprem riski analizi haritası.

3.4.PAJİ Değerlendirmesi

PAJİ hesaplama sonuçları incelendiğinde, değerlendirilen beş dolgu sahasının tamamının 0,25–0,50 değer aralığında yer aldığı ve bu doğrultuda **orta tehdit düzeyinde** sınıflandırıldığı belirlenmiştir. İndeks değerleri Ataköy Marina’da 0,301 ile en düşük, Yenikapı Dolgu Alanı’nda ise 0,305 ile en yüksek seviyede hesaplanmıştır. Sahalar arasındaki farklılığın oldukça sınırlı olması ve kentsel nüfus oranının tüm ilçelerde %100 düzeyinde bulunması, indeks değerlerindeki değişimin büyük ölçüde okuma yazma bilmeyen nüfus oranı (DI) parametresinden kaynaklandığını göstermektedir.

Bununla birlikte, tüm dolgu sahalarının orta tehdit kategorisinde yer alması ve indeks değerlerinin üst eşik değeri olan 0,50 seviyesinden belirgin biçimde uzak kalması, antropojenik baskının mevcut koşullar altında belirli planlama ve koruma önlemleriyle yönetilebilir düzeyde olduğunu düşündürmektedir. Ancak bu bulguların, söz konusu dolgu zeminlerinin jeoteknik özellikleri ve sismik açıdan taşıdığı kırılgenlik potansiyeli ile değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Özellikle deprem risk analizlerinde yüksek ve orta

yüksek risk kategorilerinde sınıflandırılan sahalar dikkate alındığında, antropojenik baskı düzeyinin tek başına yeterli bir değerlendirme ölçütü olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Çalışma alanına ait Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) hesaplama parametreleri ve indeks değerleri (TÜİK, 2023; Nir, 1983'ten uyarlanmıştır)

İnceleme Alanı (Dolgu Sahası)	Bulunduğu İlçe	Toplam Nüfus	Kentsel Nüfus Oranı (UP)	Okuma Yazma Bilmeyen Oranı (DI)	İklim Katsayısı (Kc)	Rölyef Katsayısı (Kr)	Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (I)
Ataköy Marina	Bakırköy	219.893	%100	0,47	0,4	0,2	0,301
Tuzla Marina/Tersane	Tuzla	301.400	%100	0,84	0,4	0,2	0,303
Maltepe Dolgu Alanı	Maltepe	524.921	%100	0,99	0,4	0,2	0,303
Zeytinburnu Dolgu Alanı	Zeytinburnu	278.344	%100	1,32	0,4	0,2	0,304
Yenikapı Dolgu Alanı	Fatih	354.472	%100	1,56	0,4	0,2	0,305

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, İstanbul Marmara kıyılarında yer alan dolgu alanlarını antropojeomorfolojik dönüşüm ve sismik risk perspektifinden bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmiştir. 1990–2025 yılları arasına ait uydu görüntülerinin analiz edilmesi sonucunda, incelenen beş dolgu sahasında kıyı çizgisinin belirgin biçimde deniz yönünde ilerlediği ve önemli ölçüde yapay kara kazanımının gerçekleştiği ortaya konulmuştur.

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi kullanılarak üretilen deprem risk haritası, Kuzey Anadolu Fayı'na olan mesafe ile zemin özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi sonucunda Yenikapı ve Zeytinburnu dolgu alanlarının yüksek risk kategorisinde yer aldığını göstermektedir. Ataköy dolgu alanı orta–yüksek risk düzeyinde değerlendirilirken, Maltepe ve Tuzla dolgu alanlarının orta risk kategorisinde konumlandığı belirlenmiştir. PAJİ sonuçları ise tüm dolgu sahalarının 0,301–0,305 aralığında değerler alarak orta tehdit düzeyinde sınıflandırıldığını ortaya koymuştur. Sahalar arasındaki sınırlı farklılaşmanın, büyük ölçüde okuma yazma bilmeyen nüfus oranı (DI) parametresinden kaynaklandığı; kentsel nüfus baskısının ise tüm alanlarda benzer düzeyde yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Arazi gözlemleri kapsamında özellikle Zeytinburnu ve Tuzla dolgu alanlarında beton yüzeylerde ileri düzey çatlaklar ve parçalanmalar tespit edilmiş olup, bu durum dolgu zeminlerinde oturma süreçlerinin hâlen devam ettiğine işaret etmektedir. Elde edilen tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, söz konusu yapay dolgu sahalarının olası bir deprem

senaryosu bağlamında sınılaşma, zemin oturması ve taşıma kapasitesi kaybı açısından belirli düzeyde kırılmalık taşıdığı değerdendirilmektedir.

Bu doğrultuda, sınılaşma, oturma ve kıyı dinamiklerine bağılı zemin kararsızlığı risklerinin yüksek olduğı alanlarda jeoteknik temelli mühendislik önlemlerinin öncelikli olarak uygulanması önem arz etmektedir. Ayrıca dolgu sahalarında planlanacak yeni yapılaşmalar için ayrıntılı zemin etütlerinin zorunlu hale getirilmesi ve jeomorfolojik–jeoteknik uygunluk analizlerinin planlama süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir. Yeni kıyı dolgu uygulamalarında ise çevresel sürdürülebilirlik, kıyı ekosistemlerinin korunması ve afet risklerinin azaltılması ilkelerinin ön planda tutulduğu bütüncül kıyı yönetim yaklaşımlarının benimsenmesi gerekmektedir. Bunun yanında mevcut dolgu alanlarının uzun vadeli risk azaltma stratejileri kapsamında yeniden değerdendirilmesi ve kamusal kullanım–ekolojik koruma dengesi gözetilerek planlanması önem taşımaktadır. Son olarak, kıyı dolgu projelerinin planlama aşamasından itibaren jeomorfolojik ve sismik risk analizleri ile bütünleştirilmesi, İstanbul örneğinden elde edilen deneyimlerin benzer kıyı metropollerine yönelik sürdürülebilir risk yönetimi modellerine katkı sunabilmesi açısından dikkate değerdendirilmektedir.

Kaynakça

- Ciritci, İ. (2022). İstanbul'un Yeni Sur Duvarları: Ataköy. 7. *Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi*, 213-221.
- Ciritci, İ. (2022). Dolgu Zemin Etkinlik Alanlarının Tasarımı Üzerine Eleştirel Bir Değerdendirme: New York-HDPK Little Island ve İstanbul-Yenikapı. *ART/icle: Sanat ve Tasarım Dergisi*, 158-178.
- Coşkun, B. U. (2023). Cumhuriyet dönemi Ataköy Kıyılarının 2000'lerde Dönüşümünün Metodolojik Bir Yaklaşım ile İncelenmesi . *Kent Akademisi*, 329-348.
- Döker, M. F. (2012). İstanbul ili Marmara Denizi kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal değerişimin 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.
- 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.
- Ertek, A. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, kökeni ve amacı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69-79.
- Gürel, A., & Gündüz, A. E. (2011). İstanbul'un Ekolojik Yapısı Üzerine Bir Araştırma. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1-12.

- 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.
- Koca, K., Kaya, V. N., & Kuru, A. (2024). Kentsel Dokunun Depreme Karşı Dirençliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Tespiti: Zeytinburnu Örneği. *Kent Akademisi*, 472-493.
- 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.
- Morales, F. J., & Vries, W. T. (2021). Establishment of Natural Hazards Mapping Criteria Using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Frontiers in Sustainability*, 10.
- Nir, D. (1983). Man, a geomorphological agent. An introduction to anthropic geomorphology. *Keter Publishing House*.
- Özkan, Ö., Alp, J., & Tanrıverdi, Ç. (2015). Dolgu Alanları: Kıyı Sınırını Yeniden Oluşturmak! 9. *Uluslararası Sinan Sempozyumu*, 253-260.
- 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.
- 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.
- 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. (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. (2021). Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimlerin Oluşmasındaki Faktörlerin Coğrafi Analizi: Maltepe İlçesi (İstanbul) Örneği. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 389-418.
- Uzun, S. M., & Akyüz, Ö. (2019). İstanbul'un Anadolu yakasında kıyı dolgu alanları ve kullanımı. 1. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, 1002-1021.

İnternet Kaynakları

Ataköy Marina . (2025). Erişim linki: <https://atakoymarina.com.tr/hakkimizda>