

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



Araştırma Makalesi / Research Article

KARABURUN – KUMKÖY (İSTANBUL) ARASI KIYI ŞERİDİNDE MEYDANA GELEN DEğİŞİMLERİN DSAS ARACI İLE ANTROPO-JEOMORFOLOJİK ANALİZİ

Anthropo-Geomorphological Analysis Of Changes in The Coastline Between Karaburun and Kumköy (Istanbul) Using DSAS Tool

S. Murat UZUN

Marmara Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE
 murat.uzun@marmara.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0003-2191-3936>

Makale Tariğçesi

Geliş 16 Ocak 2025
 Kabul 11 Őubat 2025

Article History

Received 16 January 2025
 Accepted 11 February 2025

Anahtar Kelimeler

Kıyı değişimleri, DSAS, Antropo-jeomorfoloji, Uzaktan Algılama, İstanbul

Keywords

Coastal changes, DSAS, Anthropo-geomorphology, Remote Sensing, Istanbul

Atıf Bilgisi / Citation Info

Uzun, S.M. (2025) Karaburun–Kumköy (İstanbul) Arası Kıyı Şeridinde Meydana Gelen Değişimlerin Dsas Aracı İle Antropo-Jeomorfolojik Analizi / Anthropo-Geomorphological Analysis Of Changes in The Coastline Between Karaburun and Kumköy (Istanbul) Using DSAS Tool, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2025 (14): 48-73.

doi: 10.46453/jader.1621372

ÖZET

Kıyı birimleri, unsurları, dinamikleri, hızı ve süreçlerine etki eden antropojenik koşullar, çizgisel ve alansal olarak kıyı jeomorfolojisinde değişimlere doğrudan ve dolaylı olarak etki etmektedir. Belirtilen kapsamda bu çalışmada, İstanbul'un Karadeniz kıyısında yer alan ve madencilik faaliyetleri ile büyük değişimlere uğrayan Karaburun-Kumköy arası kıyı Şeridi antropo-jeomorfolojik yaklaşım ve Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (DSAS) aracının kullanımı ile incelenmiştir. Çalışmada, 1970 yılına ait ortofoto, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2023 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Ortofoto üzerinden manuel, uydu görüntüleri üzerinden ise Normalize Fark Su İndisi (NDWI) ve eşik yöntemi kullanılarak kıyı çizgileri üretilmiştir. Daha sonra DSAS aracında yer alan Net Kıyı Değişim Hareketi (NSM), Kıyı Çizgisi Değişim Limiti (SCE), Son Nokta Oranı (EPR) ve Doğrusal Regresyon Oranı (LRR) istatistikleri kullanılarak çizgisel analizler yapılmıştır. Çizgisel analizlerden sonra kıyıda meydana alansal analizler yapılmış, değişimin kökeni doğal ve antropojenik olarak sınıflandırılmıştır. Analizler ilk olarak 1970-2023 yılları arasında 12 ayrı kıyı çizgisi üzerinden yapılmıştır. Daha sonra dönemsel olarak kıyı değişimlerini ortaya koymak amacıyla ardışık periyotlar üzerinden çizgisel ve alansal analizler uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda çizgisel, alansal değişimler periyotlar halinde incelenmiş, grid analizi ile antropo-jeomorfolojik kapsamda kıyıdaki değişim yoğunluğu incelenmiştir. Elde edilen bulgulardan kıyı çizgisi uzunluğunun 1970'de 36,4 km'den 2023'de 42,5 km'ye ulaştığı, girinti çıkıntı yapısının dönemsel olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Dönemsel olarak kıyı çizgisinin en yüksek 998 m ilerlediği (1990-1995), -1314 m gerilediği (1995-2000) tespit edilmiştir. İnceleme sahasında değişen tüm kıyı zonunun %73'ünde antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim yoğunluğunun çok yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

ABSTRACT

Anthropogenic conditions affecting coastal units, elements, dynamics, speed and processes directly and indirectly affect changes in coastal geomorphology in linear and spatial terms. In this study, the coastline between Karaburun and Kumköy, which is located on the Black Sea coast of Istanbul and has undergone major changes due to mining activities, was examined with an anthropo-geomorphological approach and the use of the Digital Coastline Analysis System (DSAS) tool. In the study, orthophotos from 1970 and Landsat satellite images from 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 and 2023 were used. Coastlines were generated manually from orthophotos and using Normalised Difference Water Index (NDWI) and threshold method from satellite images. Then, linear analyses were performed using the Net Shoreline Movement (NSM), Shoreline Change Limit (SCE), End Point Rate (EPR) and Linear Regression Rate (LRR) statistics in the DSAS tool. After the linear analyses, areal analyses were performed and the origin of the change was classified as natural and anthropogenic. After the linear analyses, areal analyses were performed and the origin of the change was classified as natural and anthropogenic. The analyses were first performed on 12 different shorelines between 1970-2023. Then, linear and areal analyses were applied over consecutive periods in order to reveal coastal changes periodically. As a result of the study, linear and areal changes were examined in periods, and the intensity of change on the coast was examined in an anthropo-geomorphological context by grid analysis. From the findings obtained, it was determined that the length of the coastline increased from 36.4 km in 1970 to 42.5 km in 2023, and the structure of the indentation and protrusion varied periodically. Periodically, it was determined that the shoreline advanced by 998 m at the highest (1990-1995) and receded by -1314 m (1995-2000). It was determined that the intensity of anthropogenic

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Coastal geomorphological units and processes are subjected to anthropogenic effects in addition to the rate of variability in their own dynamic conditions. The anthropogenic impact on the dynamic cycle occurs faster on the coasts than other morphological units in terms of response and change times. In addition, coasts, which offer favourable opportunities for human activities, are one of the areas where natural and human interactions are the most intense. In this respect, anthropogenic activities in the coasts and their impact areas in the world and in Turkey cause anthropo-geomorphological conditions on the coasts. This situation causes coastal erosion shaped by natural processes, the formation of artificial coastal filling areas or human-induced digging-eroding activities on the coast, apart from coastal accumulation. In addition, coasts may also be exposed to indirect anthropogenic changes due to anthropogenic interventions in hydrographic drainage basins on the land side. These changes may lead to a rapid change on the coast, sometimes in a period of months or a few years, and sometimes the change effect of indirect anthropo-geomorphological conditions may occur in a longer period. The aim of this study is to analyse the temporal and spatial changes in the coastal strip between Karaburun and Kumköy in Istanbul, where intensive mining activities have been carried out, with DSAS tool, to determine the anthropogenic conditions in the changes and to evaluate them anthropo-geomorphologically.

Methods and Materials

In the study, orthophotos from 1970 and Landsat satellite images from USGS for the years 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 and 2023 were used. Coastlines were generated manually from orthophotos and using the Normalised Difference Water Index (NDWI) and threshold method from satellite images. Linear analyses were then performed on the shorelines using

the NSM, SCE, EPR and LRR statistics in the DSAS tool. After the linear analyses, areal analyses were performed and the origin of the change was classified as natural and anthropogenic. The analyses were first performed on 12 different shorelines between 1970-2023. Then, linear and areal analyses were applied over consecutive periods in order to reveal coastal changes periodically. As a result of the study, linear and areal changes were examined in periods, and the intensity of change on the coast was examined in an anthropo-geomorphological context by grid analysis.

Findings and Results

In this study, the changes in the coastline between Karaburun and Kumköy were analysed in the long period between 1970 and 2023 and at different temporal intervals during this period. The analyses performed with the NSM analysis in the DSAS tool revealed that the coastline changed by an average of 181.94 m, a maximum of 1189.92 m and a minimum of -688.4 m between 1970 and 2023. In the long-term period, SCE analysis data show that the shoreline has changed by an average of 513.53 m and a maximum of 1360.94 m. EPR and LRR analyses show that there is an average annual progression of 3 m on the coast. The distribution of quantitative data on the coast is quite diverse. In this respect, it was determined that there were negative changes and coastal retreat on the low-lying coasts to the west and east of the study area, positive coastal advancement between Yeniköy-Akpınar and Ağaçlı-Kısırkaya, and high value coastal retreat between Akpınar-Ağaçlı. The biggest changes in terms of distance in terms of linear distance were realised between Yeniköy-Kısırkaya. The shorelines analysed periodically with the DSAS tool revealed that the change is also very different temporally and spatially. In this respect, on average, according to the NSM analysis, the highest coastal advance in terms of distance was experienced in 1990-1995 (2005.76 m), 1985-1990 (128.9 m) and 2015-

2020 (90.75 m) periods, and the highest coastal retreat was experienced in 1995-2000 (-98.3 m) and 2000-2005 (-76.6 m) periods. According to the SCE analysis, the maximum shoreline changes were between 564-1314 m in the periods between 1985-2020. All of the periodic negative and positive changes were experienced in the shoreline between Yeniköy-Kısırkaya. The results of the spatial analysis also revealed similar data to the results of the linear analysis with DSAS. Between 1970 and 2023, a total of 9.22 km² of change occurred between Karaburun and Kumköy, 80% of this change was realised as coastal unit-artificial coastal embankment area, 20% as coastal erosion and artificial coastal erosion. Within the scope of the periods, it was determined that the most extensive coastal changes occurred in the periods between 1980-2005. According to the periodic change analyses, it was determined that coastal erosion in 5 periods and coastal accumulation in 5 periods were proportionally higher. In the 2020-2023 period, it was determined that the areal change was equal.

The results of the analysis of the coastline between Karaburun and Kumköy in the linear DSAS tool) and the results of the spatial analyses revealed that an intense change has been experienced. Periodical analyses have revealed that changes have been experienced on the land and sea sides of the present coastline and that the geomorphological structure, processes and conditions have been differentiated in certain origins. In this respect, in the period between 1970-1985, natural geomorphological processes were the main factor in the shaping of the coast and coastal erosion was experienced especially on the coasts with low beaches. However, in the period between 1985 and 2023, mining, excavation and other anthropogenic activities, especially in the coastal backwaters, caused the intensification of anthropogenic changes on the coast. This situation has caused a great change in the length of the coastline, coastal indentation and protrusion structure, linear and areal change of the coast, and geomorphological elements and processes. In this respect, as a result of examining the origin of the change in the periodic change data and

classifying them with areal-linear data, a very high level of anthropogenic origin geomorphological change intensity was determined in 73% of the coastline between Karaburun and Kumköy. Only 11% of the analysed coastline was found to be free of anthropogenic factors or to be effective at a very low level. This situation reveals that anthropo-geomorphological units are dense in the coastal change area. Especially between Yeniköy-Kısırkaya coastline, intense anthropogenic coastal geomorphological changes have been experienced. For this reason, the coastal length increased from 36.4 km in 1970 to 42.3 km in 2023. The indentation and protrusion ratio of the coastline, which has shown great changes periodically, and accordingly, its morphological appearance has also changed. In terms of anthropo-geomorphological conditions, artificial accumulation areas, artificial cliffs, coastal arrows have been formed on the coast, and the topography and slope direction behind the coast have been completely changed due to human origin. The direct anthropogenic geomorphological interventions on the coast have also had an indirect effect on the low-lying coast in the west. Therefore, anthropogenic changes were also made on this coast to minimise the effect of coastal erosion. Between Ağaçlı-Kısırkaya, the coastal embankment area and artificial cliffs, which were formed entirely by anthropogenic factors, have been subjected to coastal erosion by wave dominant factors in the last 20 years and geomorphological processes of complex origin have been experienced. It has been determined that anthropogenic factors are dominant in the changes experienced in the coastline between Karaburun and Kumköy and the geomorphological structure of the coast has changed. Large changes in linear and areal terms may affect the terrestrial and marine ecosystems, and may create indirect anthropo-geomorphological effects on the coasts in the immediate vicinity of the coast. In the coastline between Karaburun and Kumköy, the change data examined by anthropo-geomorphological approaches should be emphasised in coastal management, planning and sustainable use for the future.

1.GİRİŐ

Jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik ve biyotik etkenlerle birlikte dinamik olarak geliŐen, değişen ve farklı morfolojik unsurlar ortaya koyan kıyılar aynı zamanda kara ve su kütlelerinin etkileŐim zonunu da meydana getirmektedir (Turoğlu, 2017). Kıyı sahası tektonik, östatik, volkanik hareketler, jeolojik devirlerdeki iklim salınımlarının etkisi ile seviye, morfolojik görünümde çizgisel ve alansal olarak değişimlere maruz kalmıştır (Erol, 1989). Aynı zamanda insanoğlunun birçok faaliyeti açasından elveriŐli olanaklar sunan kıyılar, artan beŐerî ihtiyaçlar neticesinde de kullanılmış ve antropojenik değişimlere de uğramıştır (Ellis, 2017). Dünya’da ve Türkiye’de günümüz etken koşulları dikkate alındığında kıyı alanlarındaki doğal ve beŐerî kökenli değişim süreci farklı boyutlarda yaŐamaktadır (Aouiche vd., 2016; Uzun, 2024). Bu boyut, kıyının konumuna, jeolojik, jeomorfolojik özelliklerine, klimatolojik etkenlere, hidrografik unsurun özelliklerine ve antropojenik etkinin durumuna bağlı olarak zamansal ve mekânsal açağan deęiŐmektedir (Bird, 2008).

Kıyılar, su ve kara tarafında bulunan etki sahaları ile birlikte çeŐitli jeomorfolojik unsurları barındırmaktadır (Davidson-Arnott, 2010). Alçak ve yüksek kıyılarda jeomorfolojik unsurlar ve kıyı etki sahasının sınırları deęiŐebilmektedir (Turoğlu, 2009). Aynı zamanda kara ve denizi ayıran, sabit olmayan kıyı çizgisi de kıyının jeomorfolojik özellikleri ile diğer doğal ve beŐerî faktörlerden etkilenerek değişimin meydana geldiği temel unsuru oluŐurmaktadır (Erinç, 1986). Doğal dinamik süreçler farklı morfolojik görünüm ve boyutlarda kıyıda değişim izleri bırakmaktadır. Bunlar; denizel taraçalar, fay diklikleri, falezler, abrazyon platformları, yalıtaŐları, kıyı kemeri ve mağaraları, kıyı kordonları, biyoerozyon çukurları, kıyı taş havuzları, eolonitler, kıyı kumulları, aşınım arttığı kayaçlar olarak gözlemlenebilmektedir (Erginal vd., 2017; Özpolat vd., 2021; Pouye vd., 2023). İnsanoğlunun kıyıya yaptığı müdahaleler daha farklı değişimlere sahne olmakta, kıyının doğal dinamik süreçlerini ve morfolojik görünümünü deęiŐtirebilmektedir (Erkal & Taş, 2022; Wu vd., 2022; Fernández-Hernández vd., 2023).

Kıyı jeomorfolojisi birimleri ve süreçleri kendi dinamik koŐullarındaki deęiŐkenlik hızı dışında antropojenik etkilere de maruz kalabilmektedir (Aguilar vd., 2020; Hu & Wang, 2020). Bu bakımdan jeomorfolojik süreç ve unsurlardaki insan kaynaklı değişimleri, etkileri, rölyefin deęiŐtirilmesini, topografyadaki yapay morfolojik görünümleri inceleyen antropojenik jeomorfolojinin (antropo-jeomorfoloji) en önemli araştırma alanlarından biri de kıyılardır. (Szabó vd., 2010; Rózsa & Novák, 2011; Özşahin, 2013; Sofia vd., 2016; Tarolli & Sofia, 2016; Brown vd., 2017; Ertek, 2017; Li vd., 2017; Uzun, 2020; Uncu & Karakoca, 2021; Remondo vd., 2024). Kıyıların dinamik döngüsüne insan kaynaklı olarak meydana gelen etki, kıyılarda tepki ve değişim süreleri bakımından diğer morfolojik birimlere göre daha hızlı gerçekteşmektedir (Mullick vd., 2019). Bu bakımdan kıyılar ve etki sahalarındaki insan kaynaklı faaliyetler, kıyılarda antropo-jeomorfolojik koŐulların yaşanmasına neden olmaktadır (Jefferson vd., 2013; Aouiche vd., 2016; Özpolat & Demir, 2019; Cendero vd., 2022; Syvitski vd., 2022; Ertek, 2023; Desouky, 2024). Bu durum doğal süreçlerle şekillenen kıyı erozyonu, kıyı birikimi dışında, yapay kıyı dolgu alanlarının ve kıyıda insan kaynaklı kazma-aşındırma faaliyetlerinin oluŐmasına sebebiyet vermektedir (Turoğlu, 2019; Bombino vd., 2022).

Kıyılarda meydana gelen doğal, antropojenik ya da karma etkenli çizgisel ve alansal değişimler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinin kullanımı ile tespit edilebilmektedir (Kuleli vd., 2011; Öztürk & Sesli, 2015; Kılar ve Çiçek, 2018; Özpolat & Demir, 2019; Turoğlu, & Duran, 2021; Murray vd., 2023; Kazı & Karabulut, 2023; Kılar, 2023; Tağil vd., 2023; Uzun, 2023; Ogunrayı vd., 2024). İncelenen kıyının alansal büyüklüğü, veri kaynağının zamansal ve mekânsal çözünlüğüne göre de değişimlerin sonuçları ile etki kaynakları çeŐitli analizler ile ortaya konabilmekte. Bu bakımdan Dünyada kıyı değişimlerin incelenmesinde, Amerika Birleşik Devletler Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) ürünü olan Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (Digital Shoreline Analysis System-DSAS) aracı

çokça tercih edilmektedir (Kılar & Çiçek, 2018; Ataol vd., 2019; Kale vd., 2019; Nassar vd., 2019; Baig vd., 2020; Ciritci & Türk, 2020; Kumar vd., 2021; Song vd., 2021;). DSAS aracı içerisinde yer alan istatistiksel analizler sayesinde kıyı çizgisi değişimleri mekânsal ve kantitatif olarak analiz edilmekte, beta özelliği ile geleceğe dönük modellemeler yapılabilmektedir (Lazuardi vd., 2022; Akdeniz & İnam, 2023; Öztürk & Uzun, 2023; Gümüş, 2024; Kılar & Aydın, 2024).

Belirtilen kapsamlar dahilinde bu çalışmanın amacı, yoğun madencilik faaliyetlerinin yapıldığı İstanbul'un Karaburun-Kumköy arasındaki kıyı şeridinde meydana gelen değişimleri DSAS aracındaki istatistiklerle analiz etmek, zamansal ve mekansal açıdan kıyı değişimlerini antro-po-jeomorfolojik olarak değerlendirmektir.

Araştırma sahası, İstanbul ilinin kuzeyinde Karadeniz kıyı şeridinde Karaburun–Kumköy arasında yer almaktadır (Şekil 1). Kıyının batı sınırını kıyı jeomorfolojisi birimlerinden burunu oluşturan Karaburun, doğu sınırını Çakar burnu oluşturur. İncelenen kıyı şeridi idari bölünüş açısından İstanbul'un Arnavutköy, Eyüp ve Sarıyer ilçe sınırları içerisinde bulunur. Kıyı ve gerisinde genel olarak Danişmen formasyonuna ait Alt Oligosen–Alt Miyosen yaşlı kum, çakıl, kil, kömür arakatlı litolojik birimler bulunmaktadır. Gümüődere ve Ağaçlı kıyılarında ise Kuvaterner'e ait alüvyon birimleri bulunur. Kıyının jeomorfolojik yapısını doğu ve batı sınırını oluşturan sahada yüksek kıyılar bu alandan itibaren orta kesime doğru alçak ve plajlı kıyılar meydana getirir. Kısırkaya–Akpınar arasında yer yer mikro falezler ve kıyı diklikleri görülür. Çalışma sahası olarak belirtilen kıyıların seğıilmesinde, kıyı ve gerisinde yaşanan

madencilik, hafriyat, inşaat ve diğer antropojenik kaynaklı topografik değişimlerin görülmesi ile birlikte kıyıda çizgisel, alansal ve hacimsel olarak büyük değişimlerin yaşanması etkili olmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

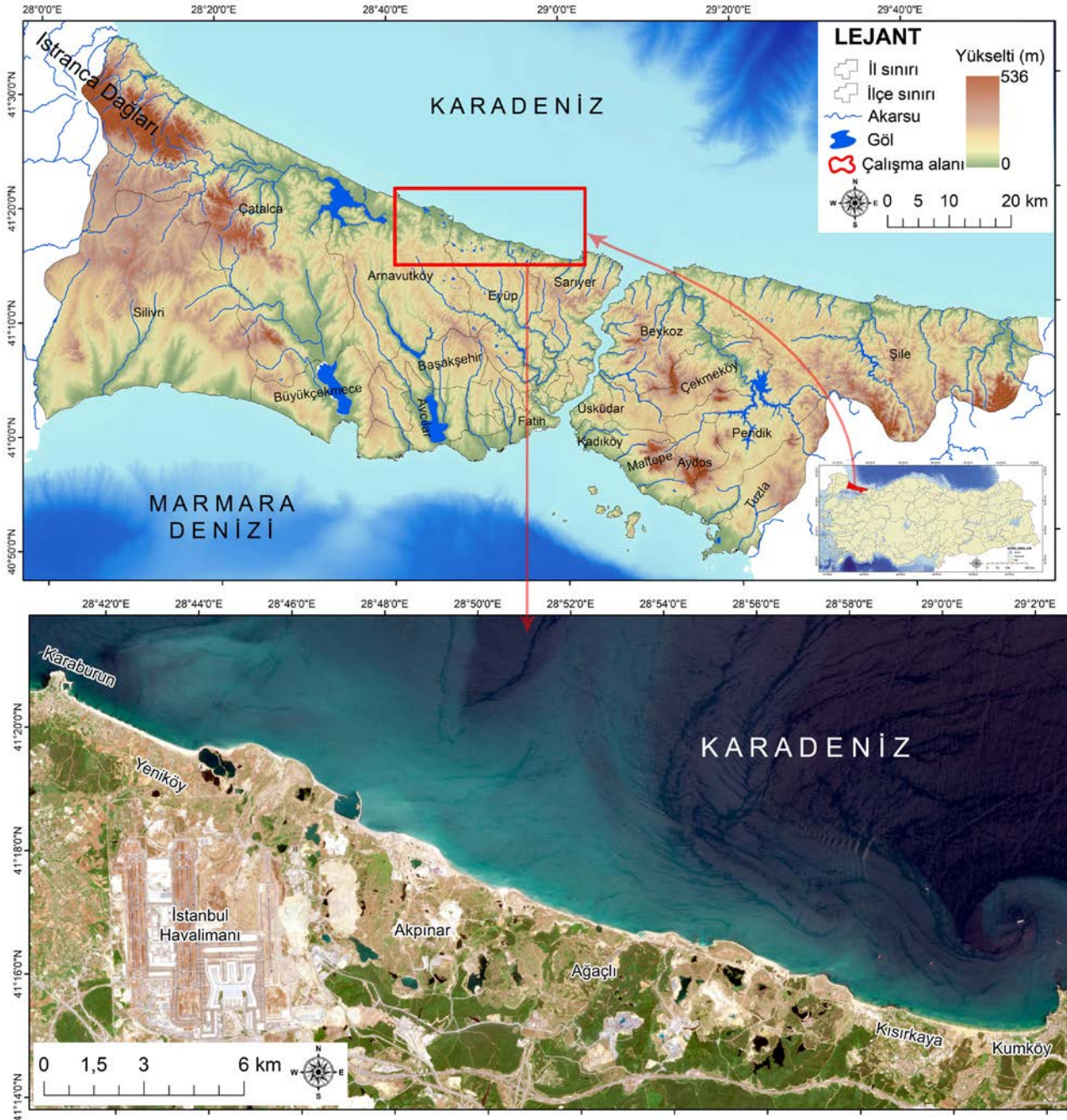
Çalışmanın veri setlerini, Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1:25.000'lik topografya paftaları, Amerika Birleşik Devletleri, Jeoloji Araştırmaları Kurumu'ndan (United States Geological Survey, USGS) temin edilen Landsat multispektral uydu görüntüleri ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden (İBB) alınan 1970 yılına ait ortofoto görüntüleri oluşturmaktadır (Tablo 1 ve Şekil 2). 1975-2020 yılları arası 5'er yıllık ve 2023 yılına ait uydu görüntüleri USGS'den temin edilmiştir. Ayrıca altlık ve kontrol uydu görüntüsü olarak Copernicus üzerinden alınan 17.06.2024 tarihine ait Sentinel 2 MSI uydu görüntüsü de çalışmada kullanılmıştır. Yüksek çözünürlük sunan ve günümüze yakın zamandaki kıyı değişimleri incelemek için Google Earth Pro'dan alınan uydu görüntüleri de çalışmada materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırmada ilk olarak kara alanı ve su yüzeyi ayrımı yapılarak kıyı çizgisi çıkarım işlemi uygulanmıştır (Şekil 3). 1970 yılı ortofotosundan manuel olarak kıyı çizgisi çıkarımı yapılmıştır. 1975-2023 yılları arasındaki multispektral uydu görüntüleri için Normalize Su Farkı İndisi (NDWI) kullanılmıştır. NDWI analizi aşağıdaki formül üzerinden uygulanmaktadır (McFeeters, 1996).

$$NDWI = \frac{(P_{green} - P_{NIR})}{(P_{green} + P_{NIR})}$$

Tablo 1: Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri / **Table 1:** Satellite images and their features used in the study.

Tarih	Uydu-Kaynak	Çözünürlük (m)	Bulutluluk (%)	Tarih	Uydu-Kaynak	Çözünürlük (m)	Bulutluluk (%)
15.06.1970	İBB	10	0	26.07.2000	Landsat TM	30	0,4
31.05.1975	Landsat MSS	90	1,2	06.06.2005	Landsat ETM	30	0,3
13.10.1980	Landsat MSS	90	2,8	08.09.2010	Landsat ETM	30	4,8
30.05.1985	Landsat TM	30	0,8	06.09.2015	Landsat OLI	30	2
13.06.1990	Landsat TM	30	0,1	01.07.2020	Landsat OLI	30	0
29.07.1995	Landsat TM	30	1,1	03.08.2023	Landsat OLI	30	0



Şekil 1: İnceleme sahasının lokasyon haritası ve Sentinel 2 MSI uydu görüntüsü (17.06.2024) / **Figure 1:** Location map of the study area and Sentinel 2 MSI satellite image (17.06.2024).

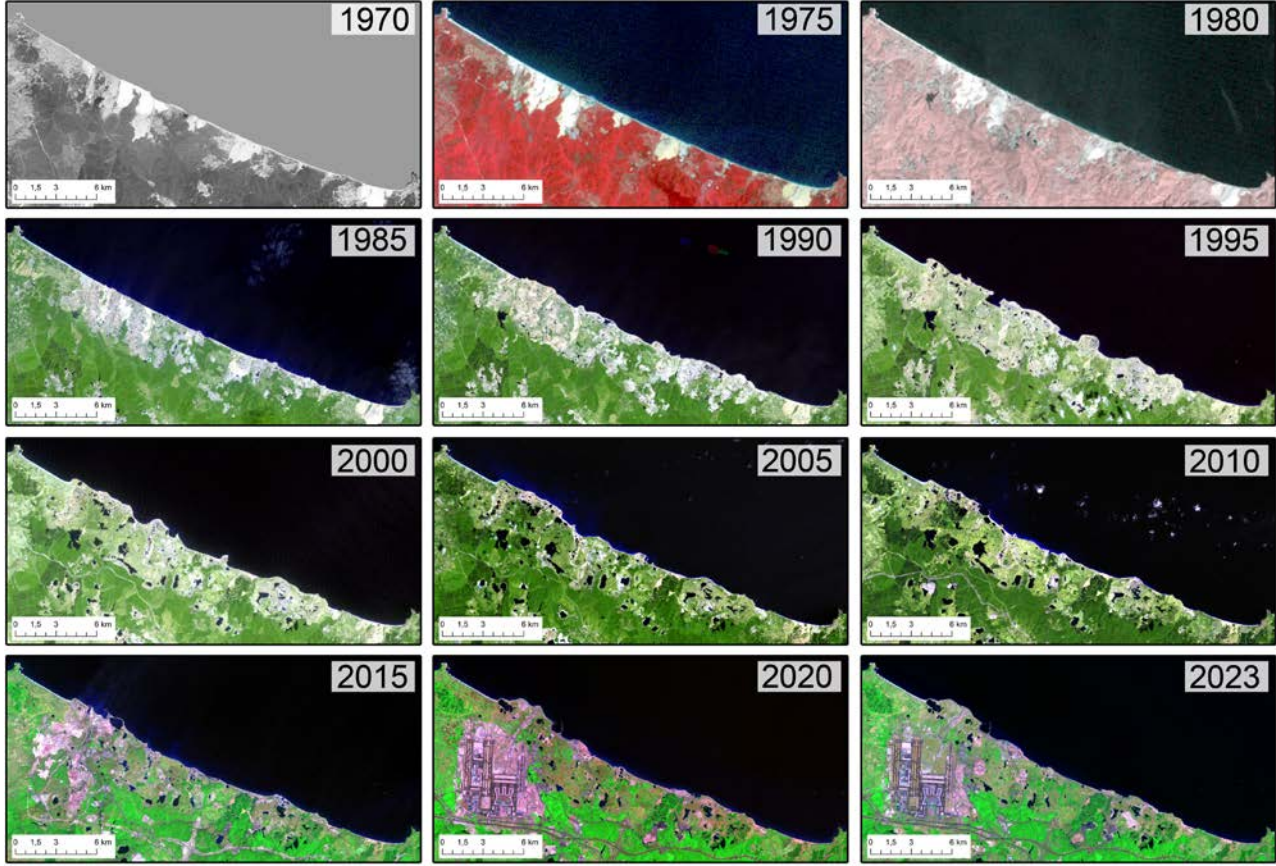
NDWI formülünde P_{green} yeşil (bant 3), P_{NIR} yakın kızılötesi bantları (bant 5) simgelemektedir (McFeeters, 1996). NDWI sonuçları daima 1 ile -1 arasında değer alır. Çalışmada eşik yöntemi kullanılarak 0,01 değeri ve üstündeki alanlar su yüzeyi olarak kabul edilmiştir (Pardo-Pascual vd., 2012; Hossain, 2021). Elde edilen eşik değeri ikili sınıflandırmasından sonra (kara ve su yüzeyi olarak) 213 kontrol noktası üzerinden her bir yılın uydu görüntüsü (bant kombinasyonu su yüzeyi olarak) temel alınmış ve doğruluk analizleri yapılmıştır (Tablo 2). Doğruluk analizleri belirlenen noktanın kontrol edilen uydu görüntüsü NDWI sonucuna göre su

olması (doğru) ve kara kütlesi olması (hatalı) şeklinde incelenmiş ve ayrıma göre doğruluk oranları hesaplanmıştır. Kontrol verileri doğruluk analizleri değerlerinin yüksek ve kıyı çizgilerinin kullanılabilir şekilde çıkarımın yapıldığının tespit edilmesinden dolayı çalışmada NDWI analizi kullanılmış, diğer su indisi analizlerinin kullanılmasına gerek görülmemiştir. NDWI analizi ve eşik yöntemi ile elde edilen raster veriler poligona çevrilmiş, bu veriler çizgi verisine dönüştürülerek her bir yıla ait kıyı çizgisi çıkarımı işlemi uygulanmıştır.

Çalışmada 12 farklı yıla ait kıyı çizgileri, ArcGIS 10.5 yazılımına eklenti olarak kurulan, USGS

ürünü, Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (Digital Shoreline Analysis System-DSAS) aracı içerisindeki istatistiklerle analiz edilmiştir. Araştırmada DSAS V5.1 içerisinde yer alan Net Kıyı Çizgisi Hareketi (NSM-Net Shoreline Movement), Kıyı Çizgisi Değişim Limiti (SCE-Shoreline Change Envelope), Son Nokta Oranı (EPR-End Point Rate) ve Doğrusal Regresyon

Oranı (LRR-Linear Regression Rate) analizleri kullanılmıştır. Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridi için temel çizgi (baseline) en eski kıyı çizgisi (1970) üzerinden buffer tekniği ile oluşturulmuş ve deniz tarafında bırakılmıştır. Çalışmada profil (transect) aralığı 20 m olarak tercih edilmiş ve toplam 3367 transect kullanılmıştır.



Şekil 2: Çalışmada kullanılan ortofoto ve uydu görüntüleri / **Figure 2:** Satellite images and orthophoto used in the study.

Tablo 2: Uydu görüntüleri NDWI sonuçlarının doğruluk analizi / **Table 2:** Accuracy analysis of satellite imagery NDWI results.

Tarih	Uydu	D	H	O	Tarih	Uydu	D	H	O
15.06.1970	İBB	208	5	98	26.07.2000	Landsat	202	11	95
31.05.1975	Landsat	181	32	85	06.06.2005	Landsat	204	9	96
13.10.1980	Landsat	183	30	86	08.09.2010	Landsat	202	11	95
30.05.1985	Landsat	192	21	90	06.09.2015	Landsat	196	17	92
13.06.1990	Landsat	200	13	94	01.07.2020	Landsat	202	11	95
29.07.1995	Landsat	200	13	94	03.08.2023	Landsat	208	5	98

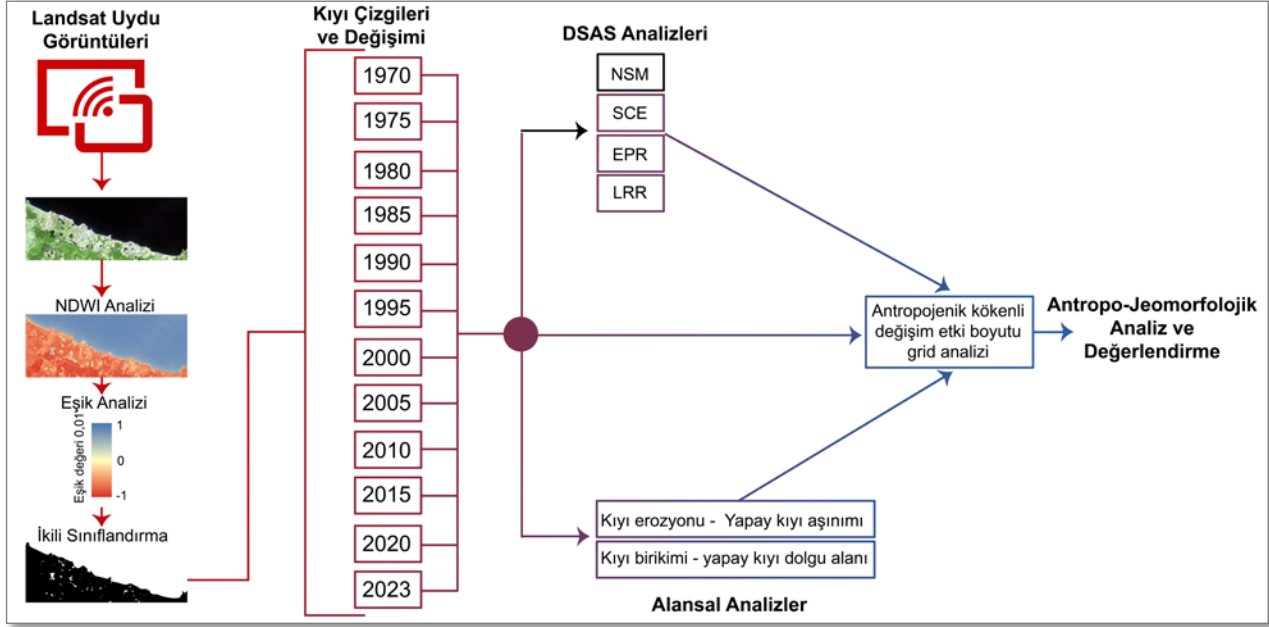
D: Doğru nokta sayısı, H: Hatalı nokta sayısı, O: Doğruluk oranı (%)

Araştırmada kullanılan DSAS aracındaki istatistiksel analizlerin her biri farklı formüllerle kıyı çizgisi üzerinden dönemlik ya da yıllık değişim verileri ortaya koymaktadır. NSM istatistiksel analizi, en eski ve en yeni tarihli kıyı çizgilerini temel alarak net değişim mesafesini hesaplamaktadır (Himmelstoss vd., 2018). SCE,

tüm kıyı çizgileri arasında belirlenen profil hattı üzerinden zamansal olarak toplam değişim mesafesini (değişimin en geniş limitini) ortaya koymaktadır (Kazı ve Karabulut, 2023). SCE analizinde, zamansal olarak iki kıyı şeridi arasındaki toplam değişim mesafesinin işareti belirsiz olduğundan, sonuç değeri her zaman

pozitifdir. EPR, en eski ve en son kıyı çizgisi hareketi arasındaki mesafenin, iki kıyı çizgisi arasındaki zamana bölünmesiyle hesaplanır (Himmelstoss vd., 2018). LRR analizi, profil (transect) hattındaki tüm kıyı çizgisi noktalarına en küçük kareler regresyonun uygulanmasıyla belirlenir (Himmelstoss vd., 2018). EPR ve LRR

sonuçları kıyı çizgisi ilerlemesi ve gerilemesini yıllık olarak m cinsinden ifade eder. LRR analizinde belirsizlik değeri ele alınarak doğrusal bir trend ortaya konulur ve kıyı çizgisi değişiminin yıllık verilerinde sonuçlar en az hatayla açıklanır (Baig vd., 2020).



Şekil 3: Araştırmanın iş-akış şeması / **Figure 3:** Workflow diagram of the research.

Çalışmada, DSAS aracındaki istatistiksel analizlerden sonra her ardışık dönem ve 1970-2023 arası dönemdeki kıyı erozyonu-yapay kıyı aşınımı ve kıyı birikimi-yapay kıyı dolgu alanları ArcGIS 10.5 yazılımında geoprocessing-union tekniği ile kantitatif ve mekânsal olarak tespit edilmiştir. Daha sonra meydana gelen kıyı değişimlerinin kaynağının antropojenik ve doğal süreçlerle ilişkili durumu uydu görüntüleri üzerinden değişim verileri ile tekrar analiz edilmiştir. Antropo-jeomorfolojik analiz kapsamında 1970-2023 yılları arasındaki bütün dönemlerde meydana gelen kıyı değişim alanı polygon olarak belirlenmiş, daha sonra bu alan 100x100 m'lik karelere ayrılmış, gridler içerisindeki değişim verisi derecelendirilmiştir. Sınıflandırma için her dönemdeki kıyı değişimleri doğal ve antropojenik süreç olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan işlem ile grid içerisinde oransal olarak antropojenik kaynaklı meydana gelen değişim sınıfı kategorilendirilmiştir (Tablo 3). Sınıflandırma kriterleri için daha önce yapılmış antropojenik jeomorfoloji çalışmaları temel alınmıştır (Szabó vd., 2010; Price vd., 2011; Brandolini vd., 2019;

Tarolli vd., 2019; Turoğlu, 2019; Xiang vd., 2019; Cao vd., 2020; Yasir, 2021; Uzun, 2021; Wu vd., 2022). Elde edilen sınıflandırma sonuçları, kıyıdağı değişimlerin antropojenik jeomorfoloji koşulları açısından dağılımlarını ve etki düzeyini ortaya koymuştur.

Tablo 3: Antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim yoğunluğunun grid analiz için sınıflandırması.

Table 3: Classification of anthropogenic geomorphological change intensity for grid analysis.

Katsayı Değeri	Grid içerisindeki antropojenik etki oranı (%)	Antropojenik Kökenli Jeomorfolojik Değişim Yoğunluğu
1	0-19	Yok ya da çok düşük
2	20-39	Düşük
3	40-59	Orta
4	60-79	Yüksek
5	80-100	Çok yüksek

Not: Tablodaki sınıflandırma, Szabó vd., 2010; Price vd., 2011; Brandolini vd., 2019; Tarolli vd., 2019; Turoğlu, 2019; Xiang vd., 2019; Cao vd., 2020; Yasir, 2021; Uzun, 2021; Wu vd., 2022 çalışmalarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

3. BULGULAR

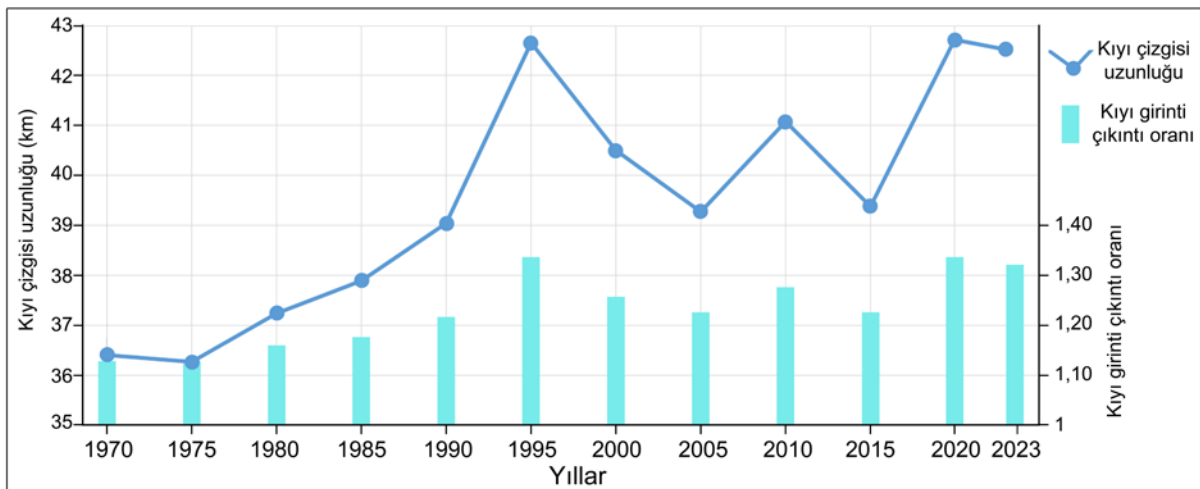
3.1. Karaburun-Kumköy Arasındaki Kıyı izgisi Değişimlerinin DSAS ile Analizi

Araştırmada ilk olarak uydu görüntüleri üzerinden yapılan NDWI analizi ile inceleme sahası kapsamındaki kıyının çizgisel uzunluğu ve kıyı girinti-çıkıntı oranı tespit edilmiştir (şekil 4 ve şekil 5). Kıyı izgisi uzunlukları, 1970'de 36,4 km, 1975'de 36,2 km, 1980'de 37,2 km, 1985'de 37,8 km, 1990'da 39 km, 1995'de 42,6 km, 2000'de 40,5 km, 2005'de 39,2 km 2010'da 41,1 km, 2015'de 39,3 km, 2020'de 42,7 km ve 2023'de 42,5 km olarak hesaplanmıştır (şekil 5). Elde edilen bulgular, 1970 yılında kıyı çizgisi uzunluğunun 36,4 km iken %16,8 artış göstererek 2023 yılında 42,5 km olduğunu

ortaya koymuştur. Dönemsel olarak kıyı çizgisi uzunlukları, 1970 yılından 1995 yılına kadar artış göstermiş, daha sonra kıyı çizgisi uzunluğunda dönemsel olarak farklılıklar saptanmıştır. Kıyı izgisi uzunluğunun 53 yıllık periyotta ve kısa ardışık dönemler arasında değişmesi, kıyının morfolojik görünümünün değiştiğini, girinti-çıkıntı yapısının farklılaştığını kantitatif olarak ortaya koymaktadır. Bu bakımdan dönemler arası kıyı çizgisi uzunluğu üzerinden yapılan kıyı girinti-çıkıntı oranı analizi de benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Bu sonuçlara göre 1970 (1,13) yılından 1995 (1,33) yılına kadar kıyının girinti-çıkıntı oranı artmış, daha sonra azalma eğilimi göstermiş 2015 (1,22) yılından 2023 (1,32) yılına doğru tekrar artış yaşanmıştır (şekil 5).



şekil 4: İnceleme sahasında yıllara göre kıyı çizgileri / Figure 4: Coastlines in the study area according to years.



şekil 5: İnceleme sahasında 1970-2023 arasındaki kıyı çizgisi uzunluğu ve kıyı girinti-çıkıntı oranı değişimi.

Figure 5: Changes in the coastline length and coastal indentation ratio between 1970-2023 in the study area.

Araştırmada 1970-2023 arası uzun dönem kıyı çizgileri DSAS aracındaki NSM, SCE, EPR ve LRR

istatistikleri ile analiz edilmiştir. 1970-2023 yılları arasındaki 12 farklı kıyı çizgisi üzerinden

yapılan NSM analizine göre kıyı çizgisi ortalama 181,94 m, maksimum 1189,92 m ve minimum -688,4 m değişim göstermiştir (Tablo 4). SCE analizine göre ortalama 513,53 m, maksimum 1360,94 m ve minimum 8,09 m kıyı çizgisi değişimi yaşanmıştır. EPR'ye göre kıyı çizgisi

yıllık değişimi kapsamında ortalama 3,42 m/yıl, maksimum 22,39 m/yıl ve minimum -12,96 m/yıl değerleri tespit edilmiştir. LRR analizine göre kıyı çizgisi ortalama 3,36 m/yıl, maksimum 25,34 m/yıl ve minimum 14,59 m/yıl değişim değerine sahiptir (Tablo 4).

Tablo 4: 1970-2023 yılları arasındaki kıyı çizgilerinin DSAS analizi sonuçları / **Table 4:** Results of DSAS analysis of coastlines between 1970-2023.

NSM (m)			SCE (m)		
Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum
181,94	1189,82	-688,4	513,53	1360,94	8,09
EPR (m/yıl)			LRR (m/yıl)		
Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum
3,42	22,39	-12,96	3,36	25,34	-14,59

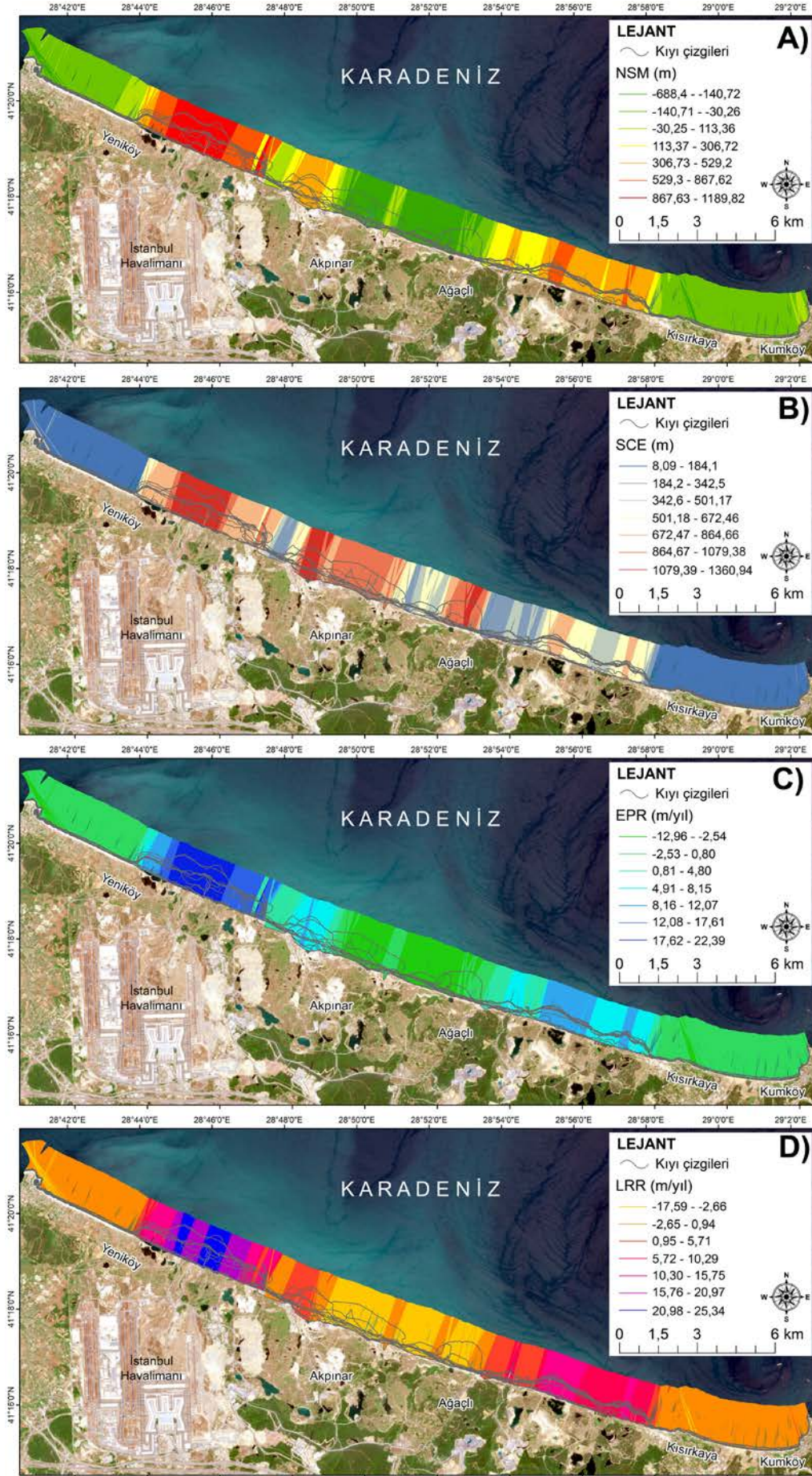
İnceleme sahasında 1970-2023 arasındaki uzun dönemli periyotta kıyı çizgisi değişimlerinin DSAS aracında yer alan NSM, SCE, EPR ve LRR analiz sonuçları mekânsal dağılış açısından bazı farklılıkları göstermektedir (şekil 6). Bu bakımdan NSM'ye göre kıyı ilerlemesinin meydana geldiği sahaları Yeniköy-Akpınar kıyı şeridi oluşturmaktadır. Bu alanda 1000 m ve uzerinde kıyı çizgisi ilerlemesi tespit edilmiştir. Diğer kıyı çizgisi ilerlemesinin olduğu alanı Ağaçlı-Kısırkaya sahili oluşturmaktadır. Bu kıyılarda 113-867 m arasında kıyı çizgisi ilerlemesi tespit edilmiştir. Karaburun-Yeniköy, Akpınar-Ağaçlı ve Kısırkaya-Kumköy arası kıyılarda ise NSM analizine göre kıyı erozyonunun olduğu saptanmıştır.

SCE analizine göre Yeniköy-Kısırkaya arasındaki inceleme sahasının büyük bölümü oluşturun kıyı şeridinde 500-1300 m arasında (muhtelif dar kıyı şeritleri hariç) büyük boyutlu kıyı değişimleri yaşanmıştır. Karaburun-Yeniköy ve Kısırkaya-Kumköy kıyılarında ise değişim boyutu 100 m'nin oldukça altında olduğu saptanmıştır (şekil 6). Arazi alışmaları, uydu görüntüleri analizleri ve elde edilen bulgulardan Yeniköy-Kısırkaya arasındaki büyük boyutlu değişimlerin meydana geldiği sahadaki süreçlerin kökeninin madencilik faaliyeti olarak antropojenik kaynaklı olduğu saptanmıştır. Bu durum, belirtilen sahadada antropojenik jeomorfoloji koşullarının yaşandığını, kıyıda yapay olarak birikim dolgu alanlarının olduğunu ve bazı kıyılarda ise yapay kıyı aşındırmasının meydana geldiğini göstermektedir.

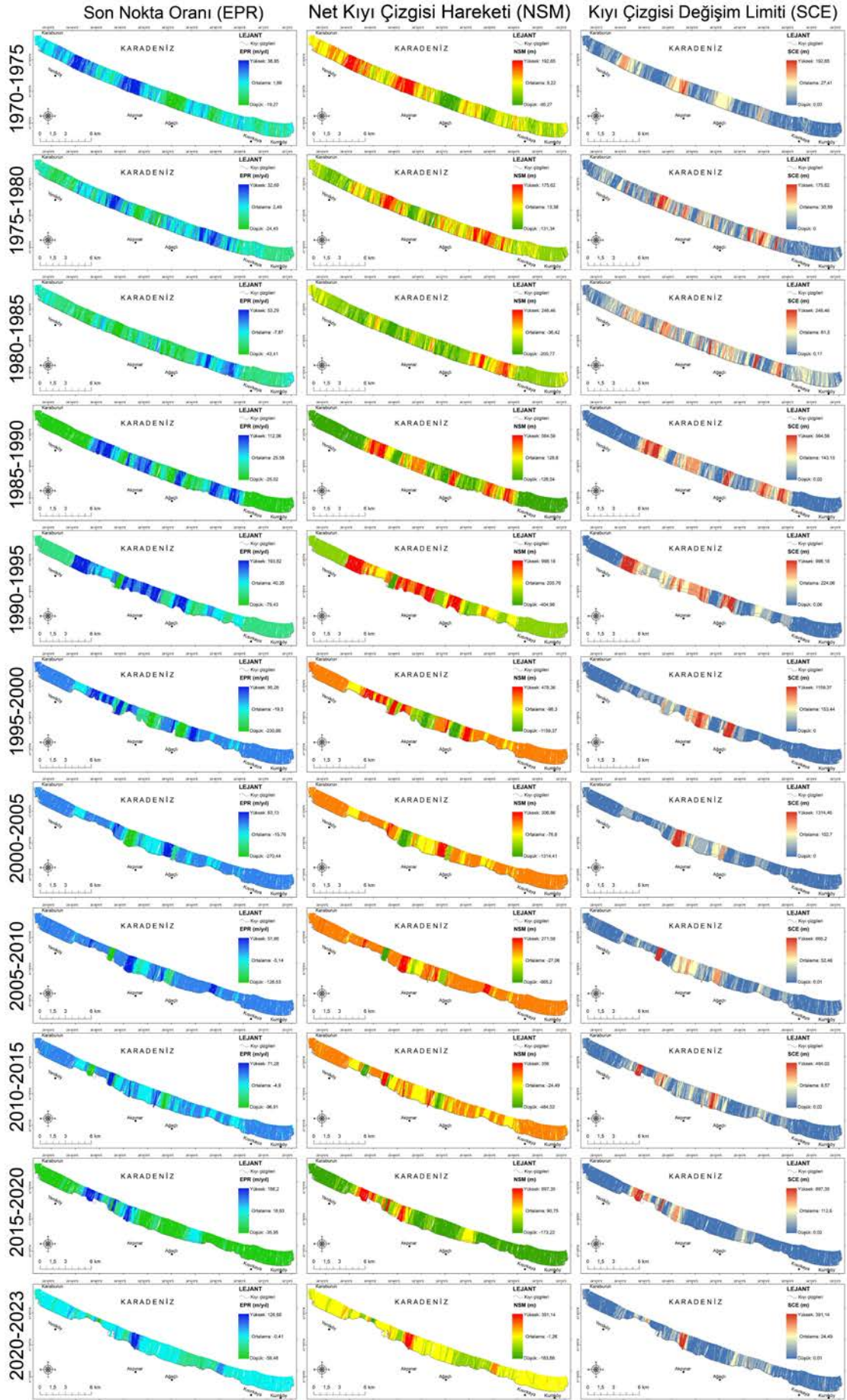
EPR'ye göre kıyı çizgisi ilerlemesi şeklinde meydana gelen değişimlerin Yeniköy sahilinin

batısında ve Ağaçlı-Kısırkaya sahil şeridinde olduğu saptanmıştır. EPR analizine göre yıllık olarak meydana gelen kıyı çizgisi gerilemesi şeklindeki değişimler, Karaburun-Yeniköy, Akpınar-Ağaçlı ve Kısırkaya-Kumköy arasında tespit edilmiştir. LRR analizine göre yıllık meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerin maksimum değerini oluşturun (15-25 m/yıl) sahalara Yeniköy-Akpınar arasındadır. Ağaçlı-Kısırkaya arasında ise 1-15 m arasında yıllık kıyı çizgisi değişim verisi tespit edilmiştir. İnceleme sahasının diğer kıyılarındaki değişimler LRR analizinde de kıyı çizgisi gerilmesi şeklinde dir.

İnceleme sahasında 1970-2023 yılları arasında 12 farklı tarihe at kıyı çizgileri uzerinden yapılan DSAS analiz sonuçları kantitatif, çizgisel ve mekânsal olarak kıyı değişimlerini ortaya koymuştur. Ancak kıyı ve gerisindeki topografya da özellikle madencilik faaliyeti nedeniyle meydana gelen antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin boyutları dönemselsel olarak oldukça farklılık göstermiştir. Bu nedenle ardışık dönemler olarak DSAS analizleri uygulanmıştır (Tablo 5 ve şekil 7). Karaburun-Kumköy arasındaki kıyı şeridinin ardışık dönemlerdeki kıyı çizgisi değişimleri NSM analizi ile incelendiğinde, ortalama değerler açısından 5 dönem kıyı çizgisi ilerlemesinin, 6 dönem kıyı çizgisi gerilemesinin baskın olduğu saptanmıştır. Ortalama değerlerdeki kıyı ilerlemesi şeklindeki değişimler maksimum değer açısından 1990-1995 (205,76 m), 1985-1990 (128,9 m) ve 2015-2020 (90,75 m) dönemlerinde meydana gelmiştir (Tablo 5).



Şekil 6: 1970-2023 yılları arasındaki kıyı çizgilerinin DSAS analizi A) NSM, B) SCE, C) EPR ve D) LRR / **Figure 6:** DSAS analysis of coastlines between 1970-2023 A) NSM, B) SCE, C) EPR and D) LRR.



Şekil 7: Kıyı çizgilerinin dönemsel olarak DSAS analizleri (NSM, SCE ve EPR) / Figure 7: Periodic DSAS analyses of coastlines (NSM, SCE and EPR).

Çalışmada, NSM analizindeki maksimum ve minimum değerler, kıyı çizgisi değişiminin dönemler arasında mesafe, jeomorfolojik süreç ve yön açısından oldukça farklılıklar ortaya koyduğunu göstermiştir. NSM'nin maksimum değerlerinde kıyı çizgisinin en yüksek değişim gösterdiği dönemleri 1990-1995 (998,18 m),

2015-2020 (897,35 m) ve 1985-1990 (564,58 m) oluşturmaktadır. Periyotlar arasındaki NSM analizi minimum değerlerindeki pik dönemleri 2000-2005 (-1314,41 m), 1995-2000 (-1159,37 m) ve 2005-2010 (-665,2 m) oluşturmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5: İnceleme sahası kıyı çizgilerinin dönemsel olarak DSAS analizi sonuçları / **Table 5:** Results of periodic DSAS analysis of the shorelines of the study area.

Dönemler	NSM (m)			SCE (m)			EPR (m/yıl)		
	Ort	Max	Min	Ort	Max	Min	Ort	Max	Min
1970-1975	9,22	192,65	-95,57	27,41	192,65	0,03	1,86	38,85	-19,27
1975-1980	13,38	175,62	-131,34	30,59	175,62	0	2,49	32,69	-24,45
1980-1985	-36,42	246,46	-200,77	61,5	246,46	0,17	-7,87	53,29	-43,41
1985-1990	128,9	564,58	-126,04	143,15	564,58	0,02	25,58	112,06	-25,02
1990-1995	205,76	998,18	-404,96	224,06	998,18	0,06	40,35	193,82	-79,43
1995-2000	-98,3	478,36	-1159,37	153,44	1159,37	0	-19,5	95,26	-230,86
2000-2005	-76,6	306,86	-1314,41	102,7	1314,46	0	-15,76	63,13	-270,44
2005-2010	-27,06	271,58	-665,2	52,46	665,2	0,01	-5,14	51,66	-126,53
2010-2015	-24,49	356	-484,02	48,57	484,02	0,02	-4,9	71,28	-96,91
2015-2020	90,75	897,35	-173,22	112,6	897,35	0,02	18,83	186,2	-35,95
2020-2023	-1,26	391,14	-183,66	24,49	391,14	0,01	-0,41	126,68	-59,48

Ort: Ortalama, Max: En yüksek, Min: En düşük

Dönemsel olarak kıyı çizgilerinde SCE analizine göre en yüksek kıyı değişiminin 2000-2005 döneminde 1314,46 m olarak gerçekteştiği saptanmıştır. Daha sonra ise 1995-2000 (1159,37 m), 1990-1995 (998,18 m) ve 2015-2020 (897,35 m) dönemleri değişimin en yüksek mesafedeki periyotlarını oluşturmaktadır. SCE analizine göre 1970-1985 arasındaki 3 periyotta değişim boyutu mesafe açısından diğer dönemleri göre oldukça azdır. Ayrıca uydu görüntüleri üzerinden yapılan incelemeler, belirtilen 3 dönemde kıyıda doğal jeomorfolojik süreçlerin etken olduğunu göstermektedir. 1985 yılından sonra kıyı ve hinterlandında yapılan açık yüzey madenciliği, hafriyat çalışmaları kıyı da büyük boyutlu çizgisel değişimlerin yaşanmasına sebebiyet vermiştir. Bu durumdan dolayı kıyı çizgisinde meydana gelen büyük boyutlu değişimler, 1985 yılından sonraki dönemlerde Yeniköy-Kısırkaya arasında yoğunlaşmıştır. Ayrıca dönemsel olarak yapılan NSM, SCE ve EPR analizlerinden elde edilen bulgular Yeniköy-Kısırkaya arasında yoğun antropojenik süreçlerle kıyı dolgu alanlarının oluşturulduğu ve kıyı çizgisinin ilerlediği (1985-1990, 1990-1995, 2015-2020), daha sonra yapay aşındırma-kazma işlemleri ile kıyı çizgisinde bazı dönemler (1995-2000, 2000-2005, 2005-2010) gerilemenin olduğu

saptanmıştır (Tablo 5 ve Şekil 7). Dönemsel olarak EPR analiz verilerine göre ortalama yıllık kıyı çizgisi değişimi 5 dönem kıyı ilerlemesi ve 6 dönem kıyı gerilemesi olarak gerçekteşmiştir. Ortalama değerler açısından 1990-1995 döneminde 40,35 m/yıl, 1995-2000 döneminde ise -19,5 m/yıllık değişimlerin olduğu saptanmıştır.

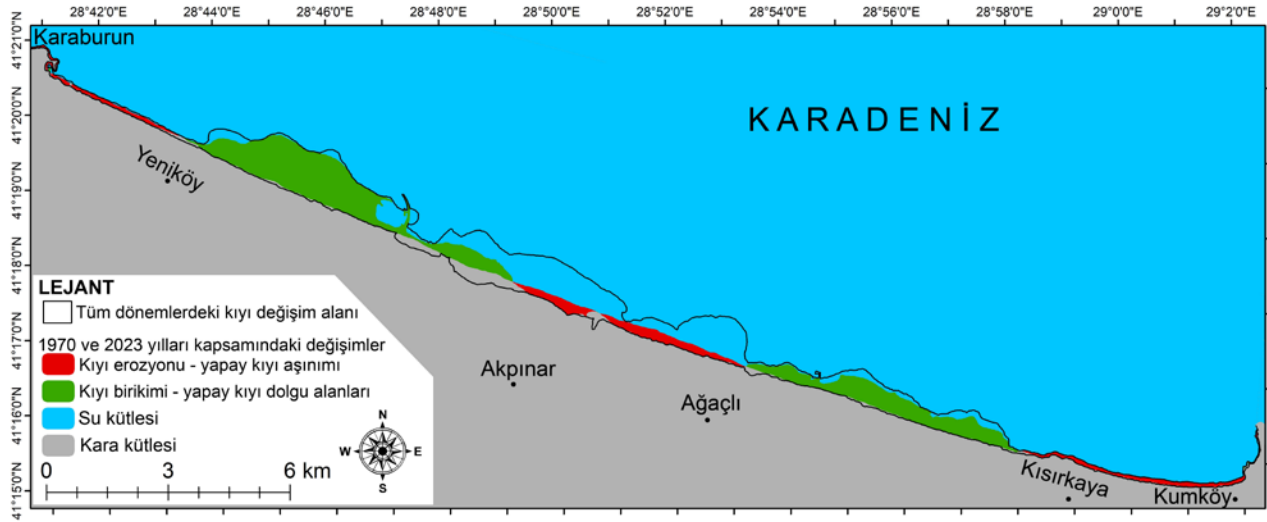
3.2. Karaburun-Kumköy Arasındaki Kıyı Değişimlerinin Alansal Analizi

Karaburun-Kumköy arasında meydana gelen kıyı değişimleri alansal olarak 1970-2023 arası uzun dönemli ve bu periyotta 5'er yıllık ardışık dönemler şeklinde kıyı erozyonu-yapay kıyı aşınımı ve kıyı birikimi-yapay kıyı dolgu alanları olarak analiz edilmiştir. 1970-2023 yılları arası uzun dönemli kıyı değişim analizine göre kıyıda 7,42 km² (%80) kıyı birikimi- yapay kıyı dolgu alanları, 1,79 km² (%20) kıyı erozyonu- yapay kıyı aşınımının meydana geldiği tespit edilmiştir. Uzun dönemli olarak Yeniköy-Akpınar ve Ağaçlı-Kısırkaya arasında antropojenik kökenli yapay kıyı dolgu alanları oluşturulmuştur (Şekil 8). Akpınar-Ağaçlı arasında ise yapay kıyı aşınım faaliyetlerinin olduğu saptanmıştır. İnceleme sahasının batısı ve doğusunda ise doğal kıyı jeomorfolojisi süreçleri ile 53 yıllık dönemde kıyı erozyonunun

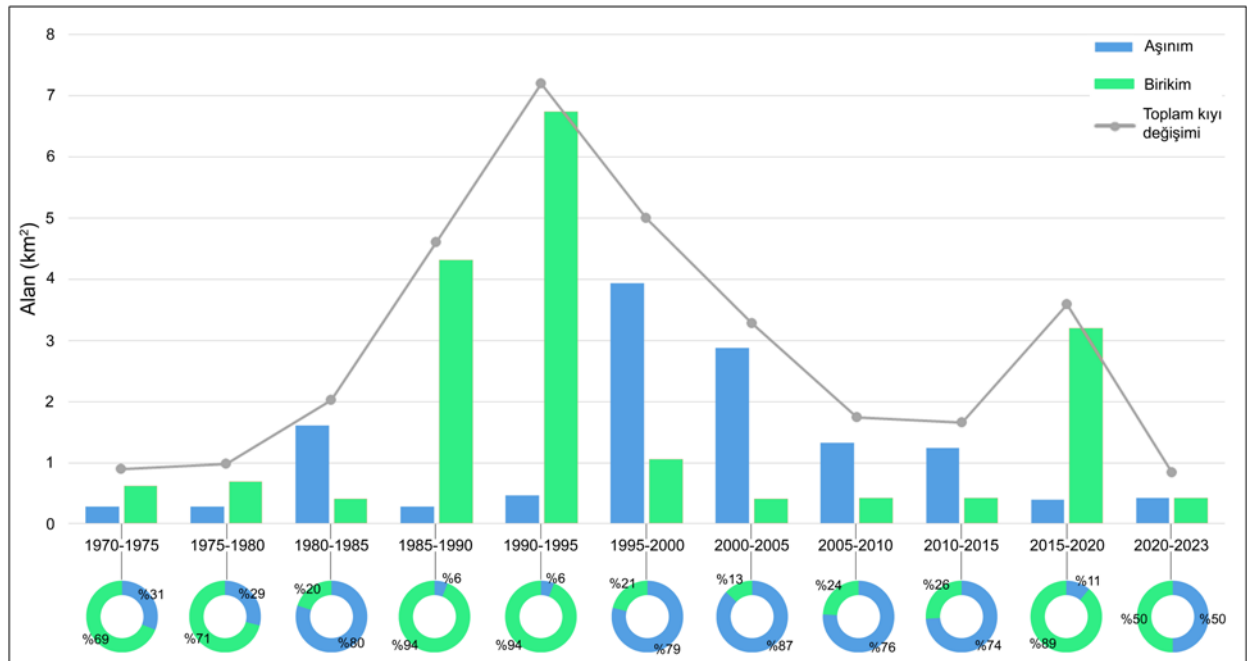
olduğu tespit edilmiştir. Ancak dönemsel olarak kıyadaki alansal değişimlerin kantitatif değerleri, boyutları, mekânsal dağılışı ve etken sureleri farklılıklar göstermiştir (şekil 9 ve 10).

Kıyıda meydana gelen toplam alansal değişim miktarının en fazla olduğu dönemler 1990-1995 (7,19 km²), 1995-2000 (4,99 km²), 1985-1990 (4,6 km²) ve 2015-2020 (3,59 km²)'dir. Kıyadaki toplam alansal değişimin en az olduğu dönemler 2020-2023, 1970-1975 ve 1975-1980 dönemleridir (şekil 9 ve 10). 1970-1975, 1975-1980 dönemlerinde kıyı birikimi daha fazla alan kaplarken, 1980-1985 yılında kıyı aşınımının daha fazla alan kapladığı tespit edilmiştir. 1985-1990 döneminden itibaren kıyı ve

gerisindeki madencilik faaliyetlerinin jeomorfolojik gorunumuzerindeki etkisinin artması kıyadaki alansal değişimleri de etkilemiştir. 1985-1990 ve 1990-1995 dönemlerinde kıyı birikimi-yapay kıyı dolgu alanı sahaları yaşanan değişimin %94'unu meydana getirmektedir. 1995-2015 arasındaki 4 farklı dönemde ise kıyı erozyonu-yapay kıyı aşınımı kantitatif değerlerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 2015-2020 döneminde kıyı birikimi sahalarının daha fazla olduğu, 2020-2023 döneminin diğer dönemlerden süre açısından daha kısa olması kaynaklı olarak alansal değişim türlerinin eşit olduğu saptanmıştır.



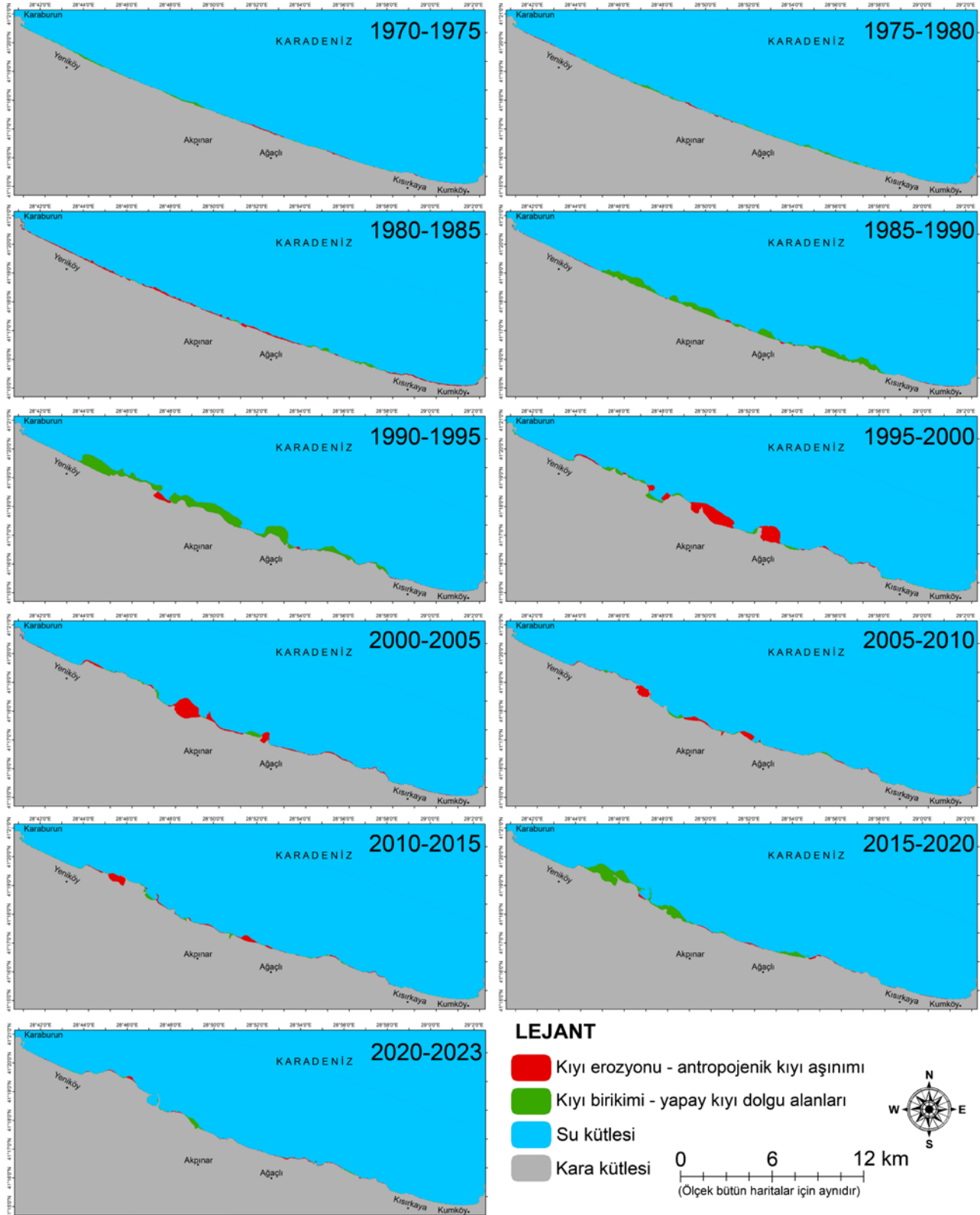
şekil 8: Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinde 1970-2023 yılları arası alansal kıyı değişimi / Figure 8: Areal coastal change in the Karaburun-Kumköy coastline between 1970-2023.



şekil 9: Dönemsel olarak meydana gelen alansal kıyı değişimlerinin kantitatif değerleri / Figure 9: Quantitative values of periodically occurring areal coastal changes.

Dönemsel olarak yapılan kıyı alanı değişim analizlerine göre 5 dönem kıyı aşınımı, 5 dönem kıyı birikimi oransal olarak daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 10). 2020-2023 döneminde ise alansal değişimin eşit olduğu tespit

edilmiştir. 1985-1990 ve 1990-1995 dönemlerinde % 94 oranında kıyı birikimi-yapay kıyı dolgu alanı, 2000-2005 döneminde ise % 87 oranında kıyı erozyonu-yapay kıyı aşınımı meydana gelmiştir.



Şekil 10: Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinin dönemsel olarak alansal kıyı değişimi analizi / Figure 10: Periodic areal coastal change analysis of the Karaburun-Kumköy coastline.

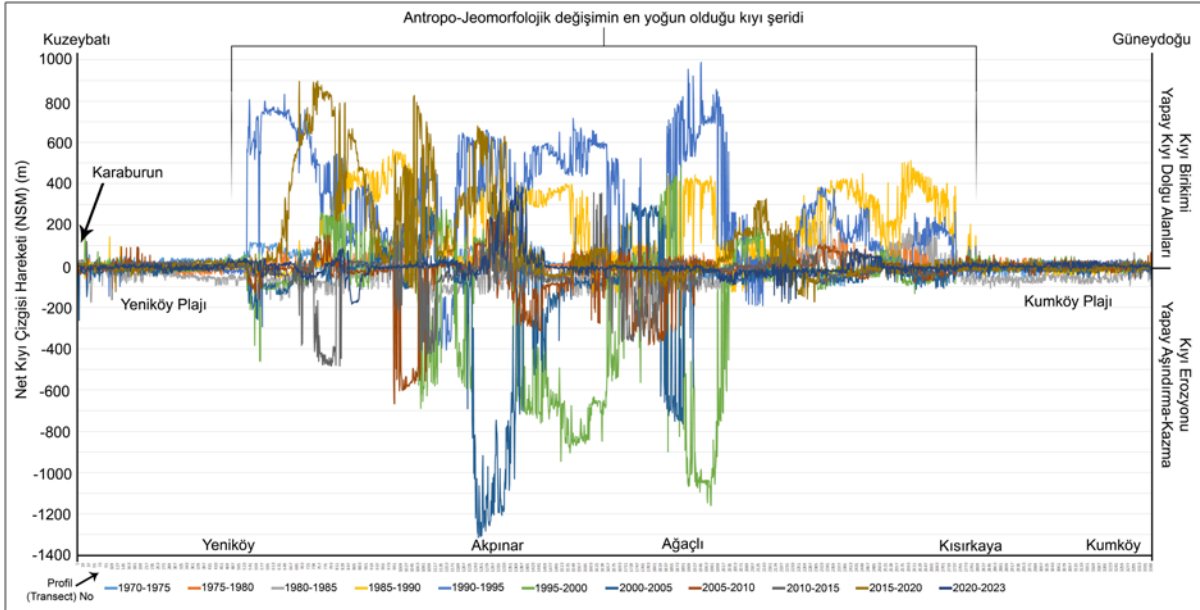
3.3. Karaburun-Kumköy Arasındaki Kıyı Değişimlerinin Antropo-Jeomorfolojik Analizi

Karaburun-Kumköy arası kıyı şerinde antropo-jeomorfolojik analizler için ilk olarak dönemsel NSM analiz sonuçlarının maksimum ve minimum değerleri ile dağılışları incelenmiştir. NSM analizi maksimum ve minimum değerlerinin tamamı, bütün dönemlerde,

Yeniköy-Ağaçlı arasındaki kıyıda meydana gelmiştir (şekil 11 ve 12). Bu bakımdan bu sahada dönemsel olarak madencilik faaliyetleri kapsamında yapılan yapay kıyı dolgu birikimi ve yapay kıyı kazma-aşındırma işlemleri, kıyıda antropo-jeomorfolojik süreçlerin oldukça yoğun yaşandığını ortaya koymaktadır (şekil 12).



şekil 11: Dönemlerdeki maksimum ve minimum NSM sonuçlarının dağılışı / Figure 11: Distribution of maximum and minimum NSM results in periods.



şekil 12: Bütün dönemlerdeki NSM verilerinin grafik gösterimi / Figure 12: Graphical representation of NSM data for all periods.

Dönemsel DSAS analizi sonuçlarından NSM'nin maksimum ve minimum verilerine göre özellikle Yeniköy-Ağaçlı arasında kıyıda alansal ve çizgisel olarak jeomorfolojik değişimler yaşanmıştır (şekil 12). Kıyı çizgisi değişim mesafesi bazı dönemlerde 1000 m ilerlemiş (1990-1995) ancak ardışık olarak bir sonraki dönemde 1300 m'lik kıyı gerilemesi yaşanmıştır. İnceleme sahasının belirtilen kıyı kesiminde meydana gelen değişimin temel kökeni

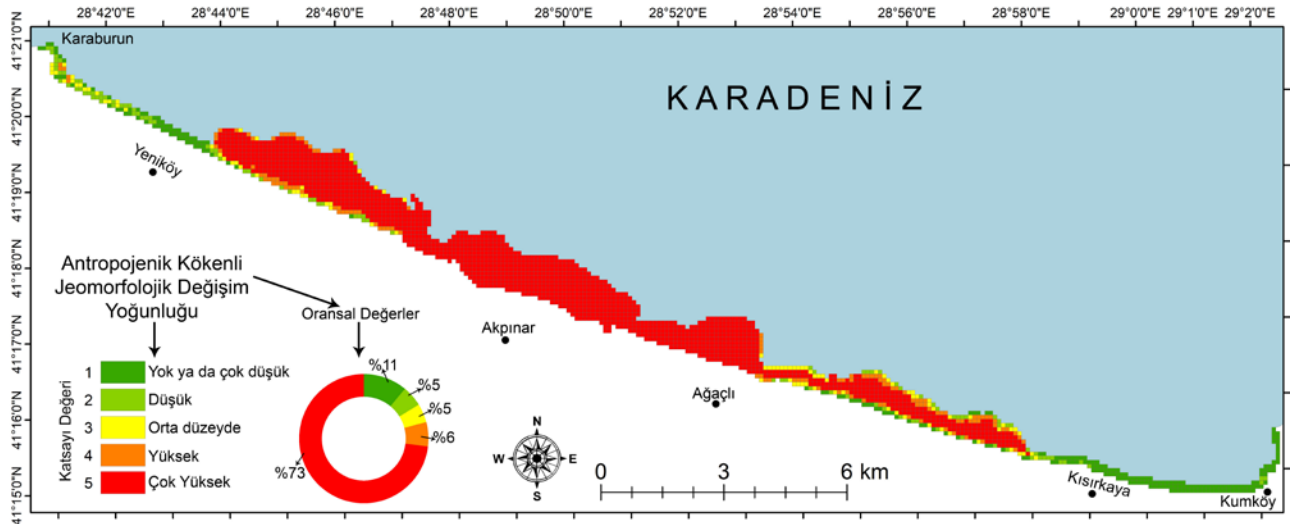
antropojenik faaliyetler olup özellikle açık madencilik nedeniyle bazı dönemler kıyı doldurulmuş, daha sonra yapay olarak kazılmış ve aşındırılmıştır. Bu durum kıyının kara ve deniz zonunda çizgisel ve alansal olarak değişiminin yanında, jeomorfolojik, batimetrik, hidrografik ve ekolojik olarak değişmesine ve değişimlerin dönemsel olarak oldukça farklılıklar göstermesine neden olmuştur (Fotoğraf 1 ve 2).



Fotoğraf 1: Yeniköy plajı doğusundaki kıyı değişimleri / **Photo 1:** Coastal changes in the east of Yeniköy beach.

Karaburun-Kumköy arası kıyı bölgesindeki değişimlerin çizgisel ve alansal sonuçları ile değişimin etken nedeni olarak doğal ve antropojenik kapsamda analiz edilmiş, karelaj (100x100 m) içerisindeki baskın kökene göre sınıflandırma yapılmıştır. Böylece değişimlerin olduğu kıyı zonunda antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim yoğunluğu düzeyi tespit edilmiştir. Zamansal ve mekânsal olarak

meydana gelen kıyı değişimlerinin antropo-jeomorfolojik analiz sonuçlarına göre incelenen kıyının, %73'ünde çok yüksek, % 6'sında yüksek % 5'in orta ve % 5'in çok düşük antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimler olduğu saptanmıştır (Şekil 13). İncelenen kıyı şeridinin sadece %11'inde doğrudan antropojenik kökenli değişimlerin olmadığı ya da çok düşük düzeyde olduğu görülmüştür.



Şekil 13: Karaburun-Kumköy arasında 1970-2023 yılları arası değişim yaşanan kıyı alanlarının antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim yoğunluğu analizi / **Figure 13:** Analysis of the intensity of geomorphological change of anthropogenic origin in the coastal areas between Karaburun and Kumköy that experienced changes between 1970 and 2023.

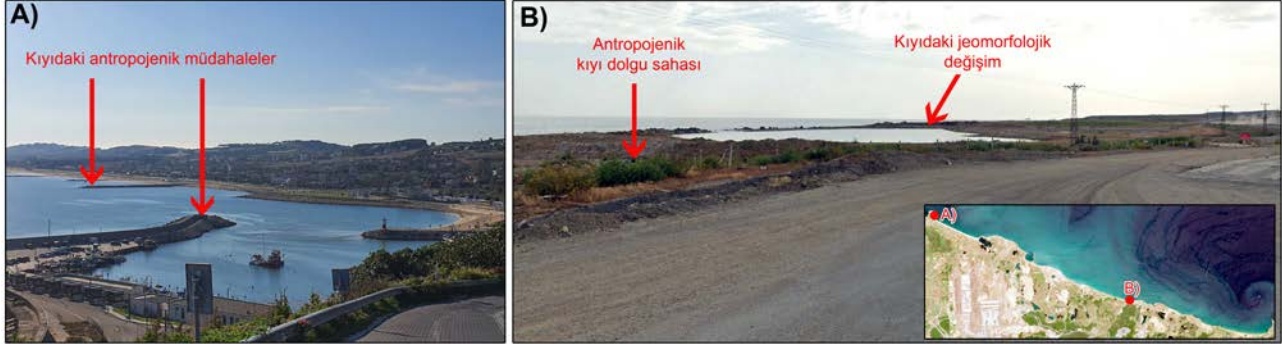
Antropo-jeomorfolojik kıyı değişim analiz verilerine göre Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinin % 89'unda farklı boyutlarda ve zamanlarda mutlaka antropojenik kökenli kıyı jeomorfolojisi değişimleri yaşandığı tespit edilmiştir. Karaburun-Yeniköy arasında liman, mendirek ve plaj düzenlemesi ile düşük-orta düzeyde antropojenik etkenli kıyı değişimleri yaşanmıştır (Fotoğraf 2). Yeniköy plaj bitimi ile Kısırkaya plaj başlangıç sahası arasında ise 1980'den 2023 yılına kadar tamamen antropojenik (özellikle madencilik) kökenli olarak kıyı topografyası değiştirilmiştir. Belirtilen kıyı şeridinde yapay kıyı birikim-dolgu ve yapay kıyı aşınım (kazma) işlemleri

yapılmıştır (Şekil 13 ve 15). Kısırkaya-Kumköy arasındaki plajlı kıyı sahasında ise doğrudan antropojenik müdahale tespit edilmemiştir ve bu kıyı şeridinde doğal dinamik kıyı jeomorfoloji süreçlerinin gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 16).

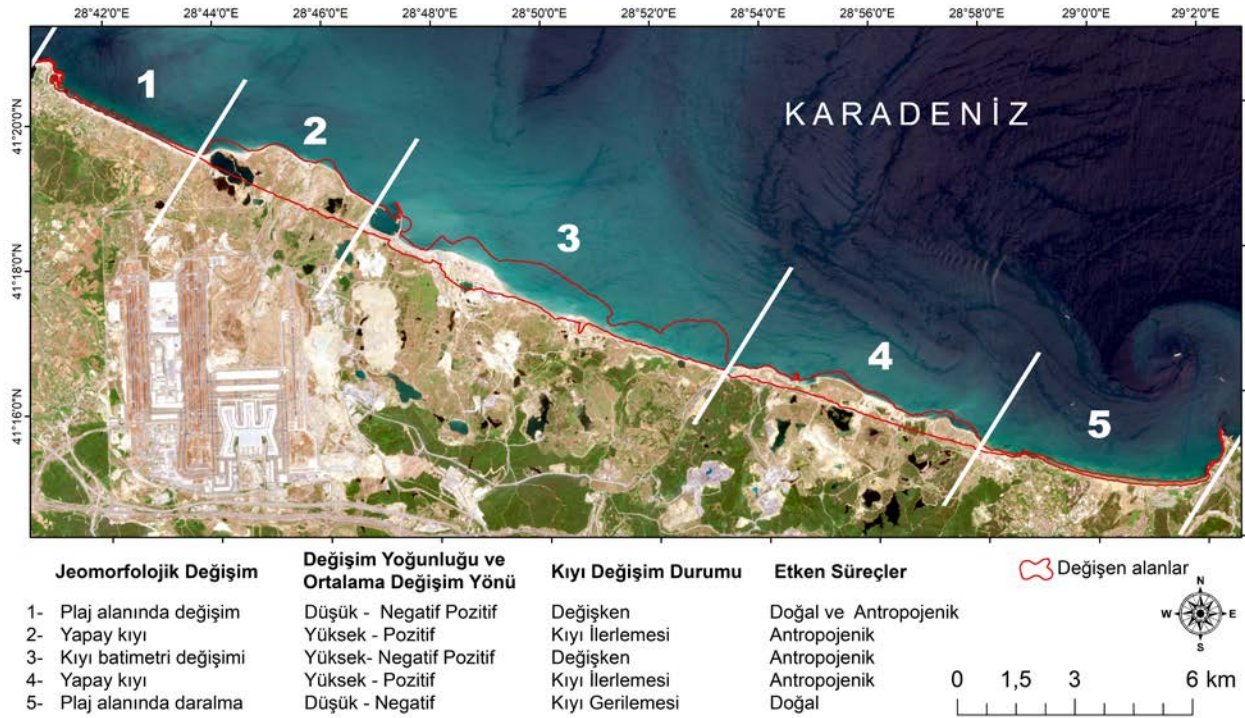
Çalışma sahası kapsamında yapılan DSAS aracındaki istatistiksel analizler, dönemsel kıyı değişimlerinin alansal analizleri ve antropo-jeomorfolojik analiz sonuçlarına göre kıyı, değişim boyutu ve değişimdeki etken faktörlere göre 5 bölüme ayrılmıştır (Şekil 14). Ayrımdaki birinci kısım Karaburun-Yeniköy sahil şeridinden oluşmaktadır. Bu kıyı şeridinde doğal ve antropojenik etkenlerin jeomorfik süreçlerde

ortak-karmaşık etkisi bulunmaktadır. Temel jeomorfolojik değişimi plaj sahasındaki 1970-2010 yılları arası doğal kıyı erozyonunun yaşanması oluşturur. Daha sonra kıyı antropojenik m¼dahalelere maruz kalmış, kıyıda plaj erozyonunu önlemek için mahmuzlar

(yapay çıkıntılar) yapılmış, Karaburun kısmında ise antropojenik olarak iskele mendireği yapay olarak meydana getirilmiştir (Fotoğraf 1 ve 2). Dolayısıyla kıyı gerileme ve ilerlemeyi karmaşık olarak barındıran jeomorfolojik s¼relerden geçmiştir.



Fotoğraf 2: A) Karaburun limanındaki antropojenik k¼kenli kıyı değişimleri B) Aalı kuzeyinde madencilik faaliyetleri kaynaklı olarak meydana gelen antropoj-jeomorfolojik değişimler / **Photo 1:** A) Coastal changes of anthropogenic origin in Karaburun port B) Anthro-geomorphological changes originating from mining activities in the north of Aalı.



şekil 14: Karaburun-Kumk¼y arası kıyısındaki değişimlerin antro-jeomorfolojik analizlere g¼re zonlara ayrılması / **Figure 14:** Zoning of changes in the Karaburun-Kumk¼y coast according to antro-geomorphological analyses.

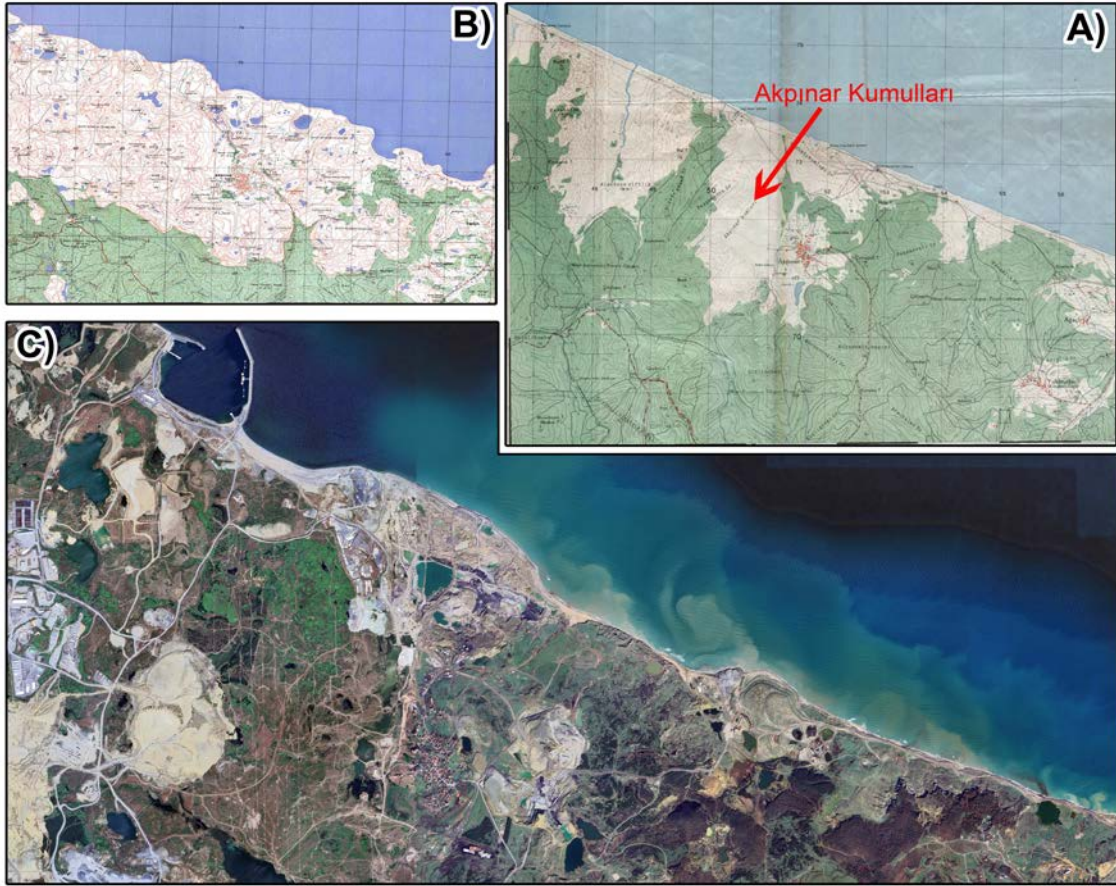
Jeomorfolojik değişim sahasının 2. kısmını Yenik¼y ve doğusundaki liman arası kıyı şeridi oluşturmaktadır. Bu saha tamamen antropojenik jeomorfoloji koşullarının egemen olduğu alandır. Bu bakımdan kıyıda yapay dolgu alanları oluşturulmuş, d¼nemsel farklılaşmalarla birlikte 1970-2023 arasında kıyı çizgisi 1000 m ilerlemiştir. Kıyıda dalga egemen jeomorfolojik etmenlerin etkisi bu değişimde rol oynamamıştır. Kıyının alçak kıyı yapısı, kıyı

giritni-çıkıntı oranı değişmiş, kıyıda yapay mikro falezler, kıyı gerisinde yapay g¼ller ve yapay kıyı kordonları oluşturulmuştur (şekil 14).

İnceleme sahasının orta kıyı şeridini oluşturan Akpınar-Aalı arası kıyı şeridi en yoğun antro-jeomorfolojik koşulların yaşandığı alanı oluşturmaktadır. Kıyıda 1970-2023 arası toplam değişim alanının tamamı çok y¼ksek d¼zey antropojenik k¼kenli jeomorfolojik değişimleri içerdiği saptanmıştır. Bu kıyıda

özellikle 1990-1995 döneminde 1100 m.lik kıyı ilerlemesi yaşanmış ve madencilik, hafriyat faaliyetleri nedeniyle kıyı dolgu alanları oluşturulmuştur. 2000-2005 döneminde ise madencilik, hafriyat ve diğer antropojenik işlemlerinin sonlandırılması nedeniyle kıyı, yapay kazma işlemi ile gerilemiştir. Dolayısıyla kıyıda yüksek boyutlu olarak ilerleme ve gerileme kıyı hareketleri saptanmıştır. 1970'den

2023 yılına kıyı dönemsel değişimlerin dışında günümüzde (2024) birçok alanı su altında kalmış ve kıyının deniz altı bölümünde batimetrik değişimlerde yaşanmıştır. Kıyı jeomorfolojik yapısı tamamen antropojenik olarak değiştirilmiştir. 1970 yılında Akpınar kumullarının olduğu, alçak plajlı kıyı yapısı değişmiş, bazı alanlar hariç yapay mikro falezler oluşturulmuştur (Şekil 15).



Şekil 15: Akpınar kumullarının antropojenik kökenli yok oluşu ve değişen kıyı jeomorfolojisi A) 1972 ve B) 1995'e ait 1:25.000'lik pafatlar, C) 2024 google earth pro görüntüsü / **Figure 15:** Anthropogenic destruction of Akpınar sand dunes and changing coastal geomorphology A) 1972 and B) 1995 1:25,000 maps, C) 2024 google earth pro image.

Antropo-jeomorfolojik değişim bölümlenmesinin 4. kısmını Ağaçlı-Kısırkaya arası sahil şeridi oluşturmaktadır. Bu sahil şeridinin büyük bölümü yine antropojenik kökenli değişimlere sahne olmuştur. Madencilik faaliyetleri nedeniyle kıyıda 800 m.lik ilerleme saptanmış ve yapay kıyı dolgu alanları oluşturulmuştur. Kıyı jeomorfolojik yapısı değişmiş, alçak kıyı yerine yapay mikro falezler oluşturulmuş, kıyı çizgisinin uzunluğu, doğrultusu ve morfolojik görünümü değişmiştir. Antropojenik olarak yapay kıyı dolgu alanlarının bulunduğu bu kıyı dinamik jeomorfolojik süreçlerin tekrar etkisine girerek değişime

yeniden uğramıştır. Bu bakımdan son 20 yıllık dönemde dalga egemen faktörlerle kıyıda yapay falezler aşınmış ve kıyı erozyonu oluşmuştur (Şekil 17).

İnceleme sahasının en doğusunu oluşturan Kısırkaya-Kumköy arası kıyı şeridi diğer bölümlere göre tamamen doğal jeomorfolojik süreçlerin meydana geldiği sahayı oluşturur. Bu bakımdan kıyıda meydana gelen temel jeomorfolojik değişim kıyı erozyonudur (Şekil 14 ve 16). Ancak diğer kıyı bölümlerine göre çizgisel ve alansal değerleri daha düşük seviyede kalmıştır.



Şekil 16: Çalışma sahasının doğu kıyılarında (Kumköy) meydana gelen değişimler / **Figure 16:** Changes occurring on the eastern shores of the study area (Kumköy).



Şekil 17: iftalan mevki, kıyı Şeridinde son 20 yılda meydana gelen kıyı değişimi / **Figure 17:** iftalan location, coastal changes in the last 20 years.

4. TARTIşMA VE SONUÇ

Dünyada ve Türkiye kıyılarında özellikle insan faktörünün etkisi ile başta kıyı çizgisi olmak üzere kıyılarda farklı boyutlarda değişimler meydana gelmektedir (Connoly vd., 2001; Humphries, 2001; Garcin vd., 2013; Turoğlu, 2019; Hu & Wang, 2020; Uzun, 2020; Turoğlu & Duran, 2021; Uzun, 2021; Wang vd., 2023; Rahmawati & Lee, 2024; Yan vd., 2024). Daha önce yapılan çalışmalarda özellikle liman, sanayi ve rekreasyon faaliyetlerinden kaynaklı olarak kıyıda doğrudan antropojenik kökenli kıyı ilerlemesi ve gerilmesinin olduğu saptanmıştır (Aouiche vd., 2016; Turoğlu, 2019; Wang vd., 2023; Uzun, 2024). Ayrıca ülkemiz kıyılarındaki farklı çalışmalarda özellikle kıyının drenaj havzasındaki barajların siltasyon etkisi ile kıyıda dolaylı olarak erozyonu arttırdığını ortaya konmuştur (Ataol vd., 2019; Kale vd., 2019; Akdeniz & İnam, 2023; Kazı & Karabulut, 2023). Bu çalışmada ise incelenen kıyının büyük bir bölümünde madencilik faaliyeti kaynaklı olarak doğrudan antropojenik etkenler baskın faktör olmuş ve özellikle belli dönemlerde kıyıda çizgisel ve alansal değişimlerin olduğu saptanmıştır. DSAS aracındaki NSM analizi ile yapılan incelemeler, 1970-2023 yılları arasında kıyı çizgisinin ortalama 181,94 m, maksimum 1189,92 m ve minimum -688,4 m değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Uzun dönemli periyotta SCE analiz verileri kıyıda ortalama 513,53 m ve maksimum 1360,94 m.lik değişim olduğunu göstermektedir. EPR ve LRR analizleri ise kıyıda yıllık ortalama 3 m.lik ilerlemenin olduğu sonucunu vermiştir. Kantitatif verilerin kıyıda dağılışı ise oldukça çeşitlilik göstermektedir. Bu bakımdan inceleme sahasının batı ve doğusunda kıyı gerilemesinin yaşandığı, Yeniköy-Akpınar ile Ağaçlı-Kısırkaya arasında kıyı ilerlemesinin olduğu, Akpınar-Ağaçlı arasında ise yüksek değerli kıyı gerilmesinin gerçekleştiği saptanmıştır. Çizgisel olarak mesafe açısından en büyük değişimler Yeniköy-Kısırkaya arasında gerçekleşmiştir. İncelenen kıyı şeridinde yaşanan değişim ise tamamen madencilik, hafriyat ve açık taş-kum ocaklarından kaynaklı aşındırma-kazma ve belli alanlarda yapay biriktirme doldurmadan ileri gelmektedir. Dünyada ve Türkiye’de yapılan bazı çalışmalarda bu araştırma ile paralellik

göstermekte ve kıyı ile gerisindeki arazi kullanım faaliyetlerindeki antropojenik baskının kıyıda büyük değişimleri yarattığı sonucunu ortaya koymaktadır (Turoğlu, 2019, Uzun, 2021, Uzun, 2024, Yan vd., 2024).

Araştırmada dönemsel olarak DSAS aracı ile analiz edilen kıyı çizgileri değişimin zamansal ve mekânsal olarak da çok farklılıklar barındırdığını ortaya koymuştur. Bu bakımdan ortalama olarak NSM analizine göre mesafe açısından 1990-1995 (2005,76 m), 1985-1990 (128,9 m) ve 2015-2020 (90,75 m) dönemlerinde en yüksek kıyı ilerlemesi, 1995-2000 (-98,3 m), 2000-2005 (-76,6 m) dönemlerinde en yüksek kıyı gerilemesi yaşanmıştır. İncelenen dönemlerde SCE analizine göre maksimum kıyı çizgisi değişimleri 1985-2020 yılları arasındaki dönemlerde 564-1314 m arasında gerçekleşmiştir. Dönemsel olarak negatif ve pozitif yönlü değişimlerin tamamı Yeniköy-Kısırkaya arasındaki kıyı şeridinde yaşanmıştır. Alansal analiz sonuçları da DSAS ile yapılan çizgisel analiz sonuçlarına benzer veriler ortaya koymuştur. 1970-2023 yılları arasında Karaburun-Kumköy arasında toplam 9,22 km²’lik değişim yaşanmış, bu değişimin %80’si kıyı birimini-yapay kıyı dolgu alanı, %20’si kıyı erozyonu, yapay kıyı aşınımı şeklinde gerçekleşmiştir. Dönemler kapsamında en geniş alanlı kıyı değişimleri, 1985-2005 arasındaki dönemlerde olduğu tespit edilmiştir. Dönemsel değişim analizlerine göre 5 dönem kıyı aşınımı, 5 dönem kıyı birikimin oransal olarak daha fazla olduğu saptanmıştır.

Karaburun-Kumköy arasındaki kıyı şeridinde çizgisel DSAS aracındaki analizi sonuçları ve alansal analiz sonuçları yoğun bir değişimin yaşandığını ortaya koymuştur. Dönemsel olarak yapılan incelemeler, günümüz kıyı çizgisinin deniz ve kara tarafında değişimler yaşandığını ve kıyının jeomorfolojik yapı, süreç ve koşullarında farklılaştığını ortaya koymuştur. Bu bakımdan 1970-1985 arası dönemde kıyıda doğal jeomorfolojik süreçler kıyının şekillenmesinde temel etken olmuş ve özellikle alçak plajlı kıyılarda, kıyı erozyonu yaşanmıştır. Ancak 1985-2023 arası dönemde özellikle kıyı gerisinde başlayan madencilik, hafriyat ve diğer antropojenik faaliyetler kıyıda insan kaynaklı değişimlerin yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Bu durum kıyı çizgisi uzunluğu, kıyı girinti-çıkıntı yapısı, kıyının çizgisel ve alansal değişimi ile jeomorfolojik unsur ve süreçlerinin büyük boyutlarda değişime uğramasına sebebiyet vermiştir. Bu bakımdan dönemsel değişim verilerinde değişimin kökeninin incelenmesi, alansal-çizgisel verilerle sınıflandırılması sonucu Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinin %73'ün çok yüksek düzeyde antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim yoğunluğu saptanmıştır. İncelenen kıyı şeridinin sadece %11'inde antropojenik etkenlerin olmadığı ya da çok düşük düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kıyı değişim sahasında antropo-jeomorfolojik birimlerin yoğunlukta olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle Yeniköy-Kısırkaya sahil şeridi arasında yoğun antropojenik kökenli kıyı jeomorfolojisi değişimleri yaşanmıştır. Hudson (1980) çalışmasında, kıyıda meydana gelen insan faaliyetleri kökenli değişimlerin sonucu olarak kıyılarda farklı süreç ve unsurların ortaya çıktığı ve bu tür kıyıların yeniden sınıflandırılarak antropojenik kıyı olması gerektiği belirtilmektedir (Hudson, 1980). Bird (2008) ise çalışmada, kıyıların gelecekte doğrudan ve dolaylı insan etkisinde kalarak değişeceğini, özellikle yerleşme baskı ile birlikte yapay kıyıların alansal olarak artacağını ifade etmiştir (Bird, 2008). Turoğlu (2019) ise çalışmasında insan faaliyetleri sonucu değişen kıyı prosesleri ve yapay dolgu alanları nedeniyle bu tür kıyıların yapay kıyı sınıflandırmasından yer alması gerektiğini açıklamaktadır (Turoğlu, 2019). Çalışmada, incelenen kıyı şeridinin büyük bölümünde (%89) yoğun antropojenik etkenlerin değişim ve jeomorfik şekillenme sürecinde rol oynadığı ve bu nedenle bu kıyıların antropojenik kıyı sınıfı içerisinde yer alması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinde 1970 yılında 36,4 km olan kıyı uzunluğu 2023 yılında 42,3 km'ye yükselmiştir. Dönemsel olarak da büyük değişiklikler gösteren kıyı şeridinin girinti-çıkıntı oranı ve buna bağlı olarak morfolojik görünümü de değişmiştir. Antropo-jeomorfolojik koşullar açısından kıyıda yapay birikim alanları, yapay falezler, kıyı okları oluşturulmuş, kıyı gerisindeki topografya, eğim doğrultusu tamamen insan kaynaklı olarak değiştirilmiştir. Kıyıda doğrudan antropojenik

etkenli jeomorfolojik müdahaleler aynı zamanda batıdaki alçak plajlı kıyıda dolaylı etki oluşturmuştur. Bu nedenle kıyı erozyonu etkisini azaltmak için bu kıyıda da insan kaynaklı değişimler yapılmıştır. Ağaçlı-Kısırkaya arasında ise tamamen antropojenik etkenli oluşan kıyı dolgu alanı ve yapay falezler son 20 yılda dalga egemen faktörlerle kıyı aşınımına uğramış ve karmaşık kökenli jeomorfolojik süreçler yaşanmıştır. Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinde yaşanan değişimlerde antropojenik kökenli faktörlerin egemen olduğu, kıyının jeomorfolojik yapısının değiştiği saptanmıştır. Çizgisel ve alansal açısından büyük değişimlerin yaşanması karasal ve denizel ekosistemi etkileyebilecek, kıyının yakın çevresindeki kıyılarda dolaylı antropo-jeomorfolojik etkiler yaratabilecektir. Karaburun-Kumköy arası kıyı şeridinde, antropo-jeomorfolojik yaklaşımlarla incelenen değişim verilerinin kıyı yönetimi, planlaması ve geleceğe dair sürdürülebilir kullanımında önemli üzerinde durulması gerekmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu'nda (UJES 2024-Antalya) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Aguilar, R. G., Owens, R. & Giardino, J. R. (2020). The expanding role of anthropogeomorphology in critical zone studies in the Anthropocene. *Geomorphology*, (366), 107165. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107165>
- Akdeniz, H.B., & İnam, ř. (2023). Spatio-temporal analysis of shoreline changes and future forecasting: the case of Küçük Menderes Delta, Türkiye. *J Coast Conserv* 27, 34. <https://doi.org/10.1007/s11852-023-00966-8>
- Aouiche, I., Daudi, L., Anthony, E. J., Sedrati, M., Ziane, E., Harti, A., Dussouillez, P., (2016). Anthropogenic effects on shoreface and shoreline changes: Input from a multi-method analysis, Agadir Bay, Morocco. *Geomorphology-Elsevir*, 254, 16-31. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.11.013>
- Ataol, M., Kale, M.M., Tekkanat, İ.S. (2019). Assessment of the changes in shoreline using digital shoreline analysis system: a case study of

- Kızılırmak Delta in northern Turkey from 1951 to 2017. *Environ Earth Sci* 78, 579. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8591-7>
- Baig, M. R. I., Ahmad, I. A., Shahfahad, Tayyab, M., Rahman, A. (2020). Analysis of shoreline changes in Vishakhapatnam coastal tract of Andhra Pradesh, India: an application of digital shoreline analysis system (DSAS). *Annals of GIS*, 26 (4), 361–376. <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1815839>
- Bird, E. (2008). *Coastal geomorphology: An introduction* Second edition. John Wiley ve Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
- Bombino, G., Barbaro, G., D'Agostino, D., Denisi, P., Foti, G., Labate, A., Zimbone, S. M. (2022). Shoreline change and coastal erosion: the role of check dams. first indications from a case study in Calabria, Southern Italy, *CATENA*, 217. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106494>
- Brandolini, P., Cappadonia, C., Luberti, G., Donadio, C., Stamatopoulos, L., Di Maggio, C. ... Del Monte, M. (2019). Geomorphology of the Anthropocene in Mediterranean Urban Areas. *SAGE Progress in Physical Geography*, 20(10), 1-34. <https://doi.org/10.1177/030.913.3319881108>
- Brown, A. G., Tooth, S., Bullard, J. E., Thomas, D., Chiverrel, R., Plater, A., & Murton, J. (2017). The Geomorphology of the Anthropocene: Emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 71-90. <https://doi.org/10.1002/esp.3943>
- Cao, W., Sofia, G., & Tarolli, P. (2020). Geomorphometric Characterisation of Natural And Anthropogenic Land Covers. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7(2), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40645.019.0314-x>
- Cendrero, A., Remondo, J., Beylich, A., Cienciala, P., Forte, L., Golosov, V., Gusarov, A., Kijowska-Strugała, M., Laute, K., Li, D., Navas, A., Soldati, M., Vergari, F., Zwoliński, Z., Dixon, J., Knight, J., Nadal-Romero, E., Płaczowska, E., (2022). Denudation and geomorphic change in the Anthropocene; a global overview. *Earth Science Reveiw*. 233, 104186 <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104186>.
- Ciritci, D., & Türk, T. (2020). Analysis of coastal changes using remote sensing and geographical information systems in the Gulf of Izmit, Turkey. *Environ Monit Assess* 192, 341-360. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08255-9>
- Connolly, N., Cronin, M., O'Mahony, C., Sealy, H., Kay, D., Buckley, S., (2001). Assessment of human activity in the coastal zone. A research project linking Ireland and Wales. *Marit. Irel. / Wales INTERREG Rep. NO.9*.
- Davidson-Arnott, R., (2010). *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*, University Press Cambridge. United Kingdom.
- Desouky, I. S. A., Desouky, H. S. A., (2024), Anthropogenic Geomorphological Changes in the Coastal area of Ain Al-Sokhna in Egypt, Using Remote Sensing and GIS, *Egyptian Journal*, 27, 224-254. [10.21608/jfapsu.2024.248750.1312](https://doi.org/10.21608/jfapsu.2024.248750.1312)
- Ellis, E. C. (2017). *Physical Geography in the Anthropocene*. *Progress in Physical Geography SAGE*, 41(5), 525-532. <https://doi.org/10.1177/030.913.3317736424>
- Erginal, A. E., Kiyak, N. G., Selim, H. H., Bozcu, M., Öztürk, M. Z., Ekinci, Y. L., ... & Karabıyıkoğlu, M. (2017). Eolianite and coquinite as evidence of MIS 6 and 5, NW Black Sea coast, Turkey. *Aeolian Research*, 25, 1-9.
- Eriņ, S., (1986). Kıyılardan Yararlanmada Hukuki Düzenlemelere Jeomorfolojinin Katkısı, *Jeomorfolojisi Dergisi*, 14:1-5.
- Erkal, T., & Taş, B. (2022). Değişen Yeryüzü ve İnsanın Etkisi (Bir Uygulamalı Jeomorfoloji Yaklaşımı). Nobel Kitabevi 1. Basım Ankara.
- Erol, O., (1989). Türkiye'de Kıyıların Doğal Niteliği, Kıyı ve Kıyı Varlıklarının Korunmasına İlişkin Kıyı Kanunu ve Uygulamaları Konusunda Jeomorfolojik Yaklaşım, *İstanbul Üniv. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülten*, 6, 15-46.
- Ertek, T. A. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, Kökeni ve Amacı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 69-79. <https://doi.org/10.17211/tcd.319409>
- Ertek, T., A., (2023). Antroposen, Antroposfer, Antropojenik Jeomorfoloji, *Pegem Akademi kitabevi*. 1. Baskı. Ankara.
- Fernández-Hernández, M., Calvo, A.; Iglesias, L., Castedo, R., Ortega, J.J., Diaz-Honrubia, A.J., Mora, P.; Costamagna, E. (2023). Anthropogenic Action on Historical Shoreline Changes and Future Estimates Using GIS: Guadarmar Del Segura (Spain). *Appl. Sc*, 13, 9792. <https://doi.org/10.3390/app13179792>
- Garcin, M., Baills, A., Le Cozannet, G., Bulteau, T., Auboin, A. L. et al. (2013). Pluri-decadal impact of mining activities on coastline mobility of estuaries of New Caledonia. *Journal of Coastal Research*, 65 (Special Issue), 494-499 <https://doi.org/10.2112/SI65-084.1>
- Gümüş, M. M., (2024). Forecasting future scenarios of coastline changes in Türkiye's Seyhan Basin: a comparative analysis of statistical methods and Kalman Filtering (2033–2043), *Earth Science*

- Informatics, <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01445-w>
- Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., Farris, A. S. (2018). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 5.0 User Guide (No. 2018-1179). US Geological Survey.
- Hossain, S. Yasir, M. Wang, P. Ullah, S. Jahan, M., Hui, S., Zhao, Z., (2021). Automatic shoreline extraction and change detection: A study on the southeast coast of Bangladesh. *Marine Geology* 441, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2021.106628>
- Hu, X., & Wang, Y. (2020). Coastline Fractal Dimension of Mainland, Island, and Estuaries Using Multi-temporal Landsat Remote Sensing Data from 1978 to 2018: A Case Study of the Pearl River Estuary Area. *Remote Sensing*, 12, 2482. <https://doi.org/10.3390/rs12152482>
- Hudson, B., J., (1980) Anthropogenic Coasts, *Geography*, 65(3). 194-202. <https://doi.org/10.1080/20436564.1980.12219599>
- Humphries, L., (2001). A review of relative sea level rise caused by mining-induced subsidence in the coastal zone: some implications for increased coastal recession, *Climate Research*, 18, 147-156.
- Jefferson, A. J., Wegmann, K. W., & Chin, A. (2013) Geomorphology of the Anthropocene: Understanding The Surficial Legacy of Past and Present Human Activities. *Anthropocene*, 1(2), 1-3.
- Kale, M.M., Ataol, M. Tekkanat, İ.S. (2019). Assessment of shoreline alterations using a Digital Shoreline Analysis System: a case study of changes in the Yeşilırmak Delta in north Turkey from 1953 to 2017. *Environ Monit Assess* 191, <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7535-8>
- Kazı, H., & Karabulut, M. (2023). Monitoring the shoreline changes of the Göksu Delta (Türkiye) using geographical information technologies and predictions for the near future. *International Journal of Geography and Geography Education* (50), 329-352.
- Kılar, H., & Çiçek, İ. (2018). Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin DSAS Aracı ile Belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (1), 89-104. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000192
- Kılar, H., (2023). Shoreline change assessment using DSAS technique: A case study on the coast of Meriç Delta (NW Türkiye). *Regional Studies in Marine Science*, 57, 102737. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102737>
- Kılar, H., & Aydın, O. (2024). Applying the kalman filter model to forecast shoreline positions: A case study in Şile, İstanbul. *Türk Coğrafya Dergisi* (85), 47-53. <https://doi.org/10.17211/tcd.1469434>
- Kuleli, T., Güneroğlu, A., Karlı, F., Dihkan, M., (2011). Automatic detection of shoreline change oncoastal Ramsar wetlands of Turkey, *Ocean Engineering* 38, 1141-1149. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2011.05.006>
- Kumar Das, S., Sajan, B., Ojha, C., Soren, S. (2021). Shoreline change behavior study of Jambudwip island of Indian Sundarban using DSAS model. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3, Part 2), 961-970. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.09.004>
- Lazuardi, Z., Karim, A., Sugianto, S. (2022). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) di Pesisir Timur Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1). <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i1.18872>
- Li, J., Yang, L., Pu, R., & Liu, Y. (2017). A Review on Anthropogenic Geomorphology. *Journal of Geographical Sciences*, 27(1), 109-128. <https://doi.org/10.1007/s11442-017-1367-7>
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, *International Journal of Remote Sensing*, 17(7) 1425-1432,
- Mullick, M.R.A., Tanim, A.H., Islam, S.M.S., (2019). Coastal vulnerability analysis of Bangladesh coast using fuzzy logic based geospatial techniques. *Ocean Coast Manag.* 174, 154-169. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.010>
- Murray, J., Adam, E., Woodborne, S., Miller, D., Xulu, S., Evans, M. (2023). Monitoring shoreline changes along the southwestern coast of South Africa from 1937 to 2020 using varied remote sensing data and approaches. *Remote Sensing*, 15 (2), 317. <https://doi.org/10.3390/rs15020317>
- Nassar, K., Mahmod, W. E., Fath, H., Masria, A., Nadaoka, K., Negm, A. (2019). Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt. *Marine Georesources ve Geotechnology*, 37(1), 81-95. <https://doi.org/10.1080/1064119X.2018.1448912>
- Ogunrayi, O.A., Mattah, P.A.D., Folorunsho, R., Jolaiya, E., Ikuomola, O.J. (2024). A Spatio-Temporal Analysis of Shoreline Changes in the Ilaje Coastal Area of Ondo State, Nigeria. *J. Mar. Sci. Eng.*, 12, 18. <https://doi.org/10.3390/jmse12010018>
- Özpolat, E., & Demir, T. (2019). The spatiotemporal shoreline dynamics of a delta under natural and anthropogenic conditions from 1950 to 2018: A

- dramatic case from the Eastern Mediterranean. *Ocean & Coastal Management*, 180, 104910. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104910>
- Özpolat, E., Şahiner, E., Özcan, O., Demir, T., & Owen, L. A. (2021). Late-Holocene landscape evolution of a delta from foredune ridges: Seyhan Delta, Eastern Mediterranean, Turkey. *The Holocene*, 31(5), 760-777. <https://doi.org/10.1177/0959683620988047>
- Özşahin, E. (2013). Asi Nehri Deltasının (Hatay) Antropojenik Jeomorfolojisi. Öner, E. (Ed.) Profesör Doktor İlhan Kayan'a Armağan. (ss. 925-934). İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları
- Ozturk, D., & Sesli, F. A. (2015). Shoreline change analysis of the Kizilirmak Lagoon Series. *Ocean & Coastal Management*, 118, 290-308. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.009>
- Öztürk D., & Uzun, S. (2023). Kızılırmak Deltası Kıyı Çizgisinin EPR ve LRR Yöntemleriyle 1984–2022 Periyodunda Değişim Analizi ve 2030 Yılı Tahmini. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21(2), 306-339. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1310132>
- Pardo-Pascual, J.E., Almonacid-Caballer, J., Ruiz, L.A., Palomar-Vázquez, J. (2012). Automatic extraction of shorelines from Landsat TM and ETM+ multi-temporal images with subpixel precision. *Remote Sensing of Environment*, 123, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.02.024>
- Pouye, I.; Adjoussi, D.P.; Ndione, J.A.; Sall, A. (2023). Topography, Slope and Geomorphology's Influences on Shoreline Dynamics along Dakar's Southern Coast, Senegal. *Coasts* 2023, 3, 93–112. <https://doi.org/10.3390/coasts3010006>
- Price, S.J. Ford, A.H. J.R. Cooper, A. H. Neal C. (2011). Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, 369 (2011), pp. 1056-1084 <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0296>
- Rahmawati, R. R. & Lee, J. L., (2024). Assessing Nearshore Sand Mining Induced Beach Erosion: Numerical and Analytical Approach. Available at SSRN, 31. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4819868>
- Remondo, J., Forte, L. M., Cendrero, A., Cienciala, P., & Beylich, A. A. (2024). Human-driven global geomorphic change. *Geomorphology*, 457, 109233. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109233>
- Rózsa P., & Novák, T. (2011). Mapping anthropogenic geomorphological sensitivity on global scale. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 55(1), 109-117. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2011/0055S1-0041>
- Sofia, F., Marinello, F., & Tarolli, P. (2016). Metrics for quantifying anthropogenic impacts on geomorphology: Road networks. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, 240-255. <https://doi.org/10.1002/esp.3842>
- Song, Y., Shen, Y., Xie, R., Li, J. (2021). A DSAS-based study of central shoreline change in Jiangsu over 45 years. *Anthropocene Coasts*, 4(1), 115-128. <https://doi.org/10.1139/anc-2020-0001>
- Syvitski, J., Restrepo, J., Saito, Y., Overeem, I., Vorosmarty, C.J., Houjie Wang, H., Olago, D., (2022). Earth's sediment cycle during the Anthropocene. *Nat. Rev. Earth Environ.* 3, 179–196. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00253-w>.
- Szabó, J., David, L., & Loczy, D. (2010). *Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms*. London, New York: Springer.
- Tağıl, Ş., Alevkayalı, Ç., Aytan, B. (2023). Gediz Deltası Sulak Alanı Boyunca Kıyı Şeridi Evrimi ve Erozyon Hassasiyetinin Değerlendirilmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 32(Cumhuriyet'in 100. Yılı Özel Sayısı), 127-142. <https://doi.org/10.51800/ecd.1322803>
- Tarolli, P., & Sofia, G. (2016). Human Topographic Signatures and Derived Geomorphic Processes Across Landscapes. *Geomorphology*, 255, 140-161. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.12.007>
- Tarolli, P., Cao, W., Sofia, G., Evans, D., & Ellis, E. (2019). From features to fingerprints: A general diagnostic framework for anthropogenic geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 43(1), 95-128.
- Turoğlu, H., (2009). 3621 Sayılı Kıyı Kanununun ve Onun Uygulama Problemleri, *Türk Coğrafya Dergisi*, 53: 31-40.
- Turoğlu, (2017). *Deniz ve Göllerde Kıyı, Yasal ve Bilimsel Boyutlarıyla Kıyı*, (Editörler: H. Turoğlu, H. Yiğitbaşıoğlu) Jeomorfoloji Derneği Yayını No: 1.
- Turoğlu, H. (2019). Yapay kıyıların jeomorfolojik tanımlaması: Diliskelesi kıyıları örneği (Kocaeli, Türkiye). *Coğrafya Dergisi*, 39, 11-27. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0015>
- Turoğlu, H., & Duran, A. (2021). Filyos Çayı Deltasında (Karadeniz) kıyı çizgisi değişiklikleri ve yakın geleceğe yönelik göstergeler. *Türk*

- Coğrafya Dergisi, (78), 61-74.
<https://doi.org/10.17211/tcd.1016928>
- Uncu, L., & Karakoca, E. (2021). Antropo-jeomorfolojik bir yaklaşımla Bilecik (Merkez ilçe) taş ocaklarının mekânsal ve zamansal değişimi. *Türk Coğrafya Dergisi* (77), 119-130.
<https://doi.org/10.17211/tcd.933685>
- Uzun, M., (2020). Anthropogenic Geomorphology in The Dilderesi Basın (Gebze-Dilovası): Changes, Dimensions and Effects. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 41, 319- 345. <https://doi.org/10.32003/igge.623378>
- Uzun, M. (2021). İzmit Körfezi Kıyılarında İnsan Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimler ve Süreçler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* (7), 61-81.
<https://doi.org/10.46453/jader.983465>
- Uzun, S.M. (2023). Riva (İstanbul) Kıyılarında Doğal ve Antropojenik Etkenlerle Değişen Kıyı Çizgisinin DSAS Aracı ile Analizi, *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* (11): 95-113.
<https://doi.org/10.46453/jader.1335105>
- Uzun, M. (2024). İzmit Körfezi Doğu Kıyısındaki Doğal ve Antropojenik Kökenli Değişimlerin DSAS Aracı ile Analizi. *Türk Uzaktan Algılama Ve CBS Dergisi*, 5(1), 83-101.
<https://doi.org/10.48123/rsgis.1410923>
- Xiang, J., Li, S., Xiao, K., Chen, J., Sofia, G., & Tarolli, P. (2019). Quantitative Analysis of Anthropogenic Morphologies Based on Multi-Temporal High-Resolution Topography. *Remote Sensing, MPDI*, 11, 1-20. <https://doi.org/10.3390/rs11121493>
- Wang, Q. Ma, Y., Cheng, Z., Du, Y., (2023). Coastline changes under natural and anthropogenic drivers in a macro-tidal estuary between 2000-2020, *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1335064>
- Wu, Q., Miao, S., Huang, H., Guo, M., Zhang, L., Yang, L., Zhou, C. (2022). Quantitative Analysis on Coastline Changes of Yangtze River Delta based on High Spatial Resolution Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, 14, 310. <https://doi.org/10.3390/rs14020310>
- Yan, J., Miao, C., Su, F., & Zhao, Y. (2024). Association mining of coastline change and land use patterns to enhance conservation. *Ecological Informatics*, 80, 102544. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102544>
- Yasir, M., Hui, S., Hongxia, Z., Hossain, M. S., Fan, H., Zhang, L., Jixiang, Z. (2021). A Spatiotemporal Change Detection Analysis of Coastline Data in Qingdao, East China. *Scientific Programming*, 2021, 6632450. <https://doi.org/10.1155/2021/6632450>