



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Musa TAŞ

Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu

Coğrafya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2023



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Musa TAŞ

Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu

Danışman

Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ

Coğrafya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2023

T.C.
Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Musa Taş'ın bu çalışması, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Tuncer DEMİR

Üye (Danışman) : Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ

Üye : Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR

Tez Başlığı: Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi :/....../202...

Mezuniyet Tarihi :03/08/2023

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Musa TAŞ





TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU BEYAN BELGESİ

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Musa Taş
Öğrenci Numarası	202152064004
Anabilim Dalı	Coğrafya Anabilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Danışman Öğretim Üyesi Bilgileri	
Unvanı, Adı-Soyadı	Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ
Yüksek Lisans Tez Başlığı	Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu
Turnitin Bilgileri	
Ödev Numarası	2136585217
Rapor Tarihi	25 Haziran 2023
Benzerlik Oranı	Alıntılar hariç: % 12 Alıntılar dahil: % 22
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE, Yukarıda bilgileri bulunan öğrenciye ait tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 134 sayfalık kısmına ilişkin olarak Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarında belirlenen filtrelemeler uygulanarak yukarıdaki detayları verilen ve ekte sunulan rapor alınmıştır. Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir: (X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylarım. (X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esaslarında öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.	
Gerekçe:	
Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlere uygun olarak tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.	
Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ	
İmza	

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
TABLOLAR LİSTESİ	iv
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	v
HARİTALAR LİSTESİ	vi
GRAFİKLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xi
ÖNSÖZ	xii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KIYI MORFOLOJİSİ VE KIYI EROZYONU

1.1. Kıyı Alanları ile İlgili Tanımlar	22
1.1.1. Kıyı Çizgisi	22
1.1.2. Kıyı Kenar Çizgisi.....	23
1.1.3. Kıyı.....	23
1.1.4. Yapay Kıyı.....	26
1.2. Kıyılarda Aşınım ve Birikim	27
1.2.1. Kumullar.....	27
1.3. Erozyonun Tanımı	28
1.3.1.Erozyon Tipleri.....	28
1.3.2. Kıyı Erozyonu	29
1.3.3. Kıyı Erozyonuna Neden Olan Faktörler.....	29
1.3.4. Kıyı Erozyonu Tespitinde Kullanılan Yöntemler	31
1.3.5. Kıyı Erozyonunun Önlenmesi İçin Uygulanan Yöntemler	35

İKİNCİ BÖLÜM

PHASELİS ANTİK KENTİ VE ÇEVRESİNİN COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

2.1. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Genel Coğrafi Özellikleri	36
2.2. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Topoğrafyası	37
2.3. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Hidrografiya Özellikleri.....	42
2.4. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Jeolojisi	44
2.5. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin İklim Özellikleri	46

2.6. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Bitki Örtüsü Özellikleri	46
--	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PHASELİS ANTİK KENTİ VE ÇEVRESİNİN 1957-2019 YILLARI ARASINDAKİ KIYI DEĞİŞİMİ

3.1. DSAS Yöntemine Göre Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Değişimi.....	48
3.2. Bostanlık Koyu Kıyılarındaki Değişimler	52
3.2.1. Bostanlık Koyu NSM Analiz Sonuçları	52
3.2.2. Bostanlık Koyu EPR Analiz Sonuçları.....	55
3.2.3. Bostanlık Koyu SCE Analiz Sonuçları.....	57
3.3. Kent Limanı Kıyısındaki Değişimler	60
3.3.1. Kent Limanı NSM Analiz Sonuçları	60
3.3.2. Kent Limanı EPR Analiz Sonuçları	61
3.3.3. Kent Limanı SCE Analiz Sonuçları	62
3.4. Kuzey Limanı Kıyısındaki Değişimler	64
3.4.1. Kuzey Limanı NSM Analiz Sonuçları	64
3.4.2. Kuzey Limanı EPR Analiz Sonuçları.....	65
3.4.3. Kuzey Limanı SCE Analiz Sonuçları.....	66
3.5. Cennet Koyu Kıyısındaki Değişimler	68
3.5.1. Cennet Koyu NSM Analiz Sonuçları	68
3.5.2. Cennet Koyu EPR Analiz Sonuçları.....	69
3.5.3. Cennet Koyu SCE Analiz Sonuçları.....	71
SONUÇ	72
KAYNAKÇA	74
Ö Z G E Ç M İ Ş	85

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 : NSM, EPR ve SCE analizlerinin gösterimi.....	10
Şekil 1.1 : Kıyı kanununa göre kıyı tanımlarını gösteren kroki.....	26
Şekil 1.2 : Lidar görüntüsü.	34
Şekil 3.1 : 1957 referans çizgisine ait şekil dosyasının öznitelik tablosu veri girişi.....	48
Şekil 3.2 : Kıyı çizgileri (1957, 1981, 1992, 2009, 2019 yıllarına ait) şekil dosyasının öznitelik tablosu veri girişi.	49
Şekil 3.3 : DSAS araç çubuğu görüntüsü.	49
Şekil 3.4 : Referans çizgisine ait sisteme tanımlanan parametreler.....	50
Şekil 3.5 : Kıyı çizgilerine ait sisteme tanımlanan parametreler.	50
Şekil 3.6 : Kesişim çizgileri (transect parametreleri) parametre bilgileri.....	51
Şekil 3.7 : DSAS Programında yapılacak analizlerin belirlendiği araç çubuğu sekmesi.	52

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 : Avrupa, Holoseni için Blytt-Sernander aşamaları.	3
Tablo 2 : Holosende belirlenen Bond dönemleri.	4
Tablo 1.1 : Erozyon tipleri sınıflandırması.....	29



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1.1 : Yapay kıyıya bir örnek: İzmir/Konak.	26
Fotoğraf 1.2 : Enine kumullar.	28
Fotoğraf 1.3 : I Tipi bir mahmuz.	35
Fotoğraf 1.4 : Kum torbaları.	35
Fotoğraf 2.1 : Bostanlık Koyu güneyinde bulunan iri çakılı ve kaba kumulu plaj.	38
Fotoğraf 2.2 : Bostanlık Koyu'nun kuzeyinde bulunan kumulu ve ince çakıllı plaj.	39
Fotoğraf 2.3 : Kuzeyden Kent Limanı'nın bir görünümü.	40
Fotoğraf 2.4 : Kaba kumullardan oluşan Kuzey Limanı.	40
Fotoğraf 2.5 : Cennet Koyu'nun kuzeyden bir görünümü.	41
Fotoğraf 2.6 : Cennet Koyu'ndan Kara Burun (sol) ve İnce Burnu'nun (sağ) bir görünümü...41	
Fotoğraf 2.7 : Bostanlık Koyu güneyinde yetişen kumul vejetasyonu.	47

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1 : Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Lokasyon Haritası.....	7
Harita 2.1 : Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Topoğrafya Haritası.....	37
Harita 2.2 : Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Hidroğrafya Haritası.....	42
Harita 2.3 : Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Jeoloji Haritası.....	44
Harita 3.1 : Bostanlılık Koyu (A) NSM analizi haritası.....	53
Harita 3.2 : Bostanlılık Koyu (B) NSM analizi haritası.	54
Harita 3.3 : Bostanlılık Koyu (A) EPR analizi haritası.....	56
Harita 3.4 : Bostanlılık Koyu (B) EPR analizi haritası.....	57
Harita 3.5 : Bostanlılık Koyu (A) SCE analizi haritası.....	58
Harita 3.6 : Bostanlılık Koyu (B) SCE analizi haritası.....	59
Harita 3.7 : Kent Limanı NSM analizi haritası.....	61
Harita 3.8 : Kent Limanı NSM analizi haritası.....	62
Harita 3.9 : Kent Limanı SCE analizi haritası.	63
Harita 3.10 : Kuzey Limanı NSM analizi haritası.	65
Harita 3.11 : Kuzey Limanı EPR analizi haritası.	66
Harita 3.12 : Kuzey Limanı SCE analizi haritası.	67
Harita 3.13 : Cennet Koyu NSM analizi haritası.....	69
Harita 3.14 : Cennet Koyu EPR analizi haritası.	70
Harita 3.15 : Cennet Koyu SCE analizi haritası.	71

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 3.1 : Bostanlık Koyu (A) NSM analizi grafiği.	53
Grafik 3.2 : Bostanlık Koyu (B) NSM analizi grafiği.	54
Grafik 3.3 : Bostanlık Koyu (A) EPR analizi grafiği.	55
Grafik 3.4 : Bostanlık Koyu (B) EPR analizi grafiği.	56
Grafik 3.5 : Bostanlık Koyu (A) SCE analizi grafiği.	58
Grafik 3.6 : Bostanlık Koyu (B) SCE analizi grafiği.	59
Grafik 3.7 : Kent Limanı NSM analizi grafiği.	60
Grafik 3.8 : Kent Limanı EPR analizi grafiği.	61
Grafik 3.9 : Kent Limanı SCE analizi grafiği.	63
Grafik 3.10 : Kuzey Limanı NSM analizi grafiği.	64
Grafik 3.11 : Kuzey Limanı EPR analizi grafiği.	65
Grafik 3.12 : Kuzey Limanı SCE analizi grafiği.	67
Grafik 3.13 : Cennet Koyu NSM analizi grafiği.	68
Grafik 3.14 : Cennet Koyu EPR analizi grafiği.	70
Grafik 3.15 : Cennet Koyu SCE analizi grafiği.	71

KISALTMALAR LİSTESİ

°C: Santigrat Derece

AOR: Average of Rates / Oranların Ortalaması

By: Binyıl

Cbs: Coğrafi Bilgi Sistemleri

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi

DSAS: Digital Shoreline Analysis System / Dijital Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi

EPR: Bitiş End Point Rate / Noktası Oranı

EPRunc: Uncertainty of the End Point Rate / Bitiş Noktasının Oransal Belirsizliği

ETM: Enhanced Thematic Mapper/ Gelişmiş Tematik Eşleyici

GB: Güneybatı

Gps: Global Positioning System / Küresel Konumlama Sistemi

HGM: Harita Genel Müdürlüğünden

HTA: Historical Trend Analysis / Tarihsel Trend Analizi

INS: Inertial Navigation System / Inertial Navigasyon Sistemi

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change / Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli

İHA: İnsansız Hava Araçları

JK: Jackknifing Yöntemi

KD: Kuzeydoğu

Km: Kilometre

Km²: Kilometre kare

Lidar: *Light Detection and Ranging* / Işın Algılama ve Mesafe Ölçme

LRR: Linear Regression Rate / Lineer Regresyon Oranı

M: Metre

M²: Metrekare

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğünden

Mm: Milimetre

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

NSM: Net Shoreline Movement / Net Kıyı Hareketi

OLI: Operational Land Imager / Operasyonel Arazi Görüntüleyici

OLS: Ordinary Least Squares / Sıradan En Küçük Kareler

RLS: Reweighted Least Squares / Yeniden Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler

SCE: Shoreline Change Envelope / Kıyı Şeridi Değişirme Zarfı

T.C.: Türkiye Cumhuriyeti

TM: Thematic Mapper / Tematik Haritacı

USGS: United States Geological Survey / Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma

V: Versiyon

Vd: Ve Diğerleri

WLR: Weighted Lineer Regreesion / Ağırlıklı Doğrusal Regresyon Oranı

ÖZET

Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu adlı yüksek lisans tez çalışmasında kıyı, kıyı değişimi, kıyı değişimin nedenleri hakkında detaylı bir çalışma yapılmıştır. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin kıyı değişimini belirlenmesi için kullanılabilecek en uygun yöntemin *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS/Dijital Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi) olduğuna karar verilmiştir. ArcGIS programının bir uzantısı olarak kullanılan DSAS, eski yıllara ait kıyı şeritleri arasındaki değişimleri en doğru biçimde hesaplar. Çalışma alanı küçük bir sahayı kapladığı için Landsat uydu görüntüleri yerine daha ayrıntılı görüntü sağlayan, Harita Genel Müdürlüğünden (HGM) temin edilen 1957, 1981, 1992, 2009 ve 2019 yıllarına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır. Daha sonra DSAS analiz yöntemi içinde en çok tercih edilen Net Kıyı Hareketi/*Net Shoreline Movement* (NSM), Bitiş Noktası Oranı/*End Point Rate* (EPR) ve Kıyı Şeridi Değiştirme Zarfı/*Shoreline Change Envelope* (SCE) istatistik analizleri kullanılmıştır. Çalışma alanı Bostanlık Koyu, Kent Limanı, Kuzey Limanı ve Cennet Koyu olarak dört bölüme ayrılarak analizler yapılmıştır. Bostanlık Koyu kendi içinde A ve B olarak iki kısma ayrılarak incelenmiştir. Analizler sonucunda Phaselis Antik Kenti ve çevresinin belli alanlarında birikme meydana gelirken belli alanlarında ise erozyonun meydana geldiği anlaşılmıştır. Birikme olayının gerçekleşmesinin nedeni doğal süreçlerin yanı sıra antropojen faaliyetlerdir. Bu durumun en iyi örneği Cennet Koyu kıyılarında görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Phaselis, kıyı, kıyı erozyonu, dsas, cbs

SUMMARY

Coastal Geomorphology and Coastal Erosion of Phaselis Ancient City and Its Environment

In the master's thesis titled Coastal Geomorphology and Coastal Erosion of the Ancient City of Phaselis and its Environment, a detailed study was made about the coast, coastal change, and the causes of coastal change. As a result of the literature studies, it was decided that the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) is the most appropriate method that can be used to determine the coastal change of the Ancient City of Phaselis and its surroundings. Used as an extension of the ArcGIS program, DSAS calculates the changes between coastlines of previous years in the most accurate way. Since the study area covers a small area, aerial photographs of 1957, 1981, 1992, 2009 and 2019, which were obtained from the General Directorate of Maps (HGM), were used instead of Landsat satellite images. Then, Net Shore Movement (NSM), End Point Ratio (EPR) and Shoreline Change Envelope (SCE) statistical analyzes, which are the most preferred among the DSAS analysis method, were used. Analyzes were made by dividing the study area into four sections as Bostanlık Bay, Kent Harbour, Kuzey Port and Cennet Bay. Bostanlık Bay has been analyzed by dividing into two parts as A and B. As a result of the analysis, it was understood that while accumulation occurred in certain areas of the Ancient City of Phaselis and its surroundings, erosion occurred in certain areas. The reason for the accumulation event to occur is anthropogenic activities as well as natural processes. The best example of this situation was seen on the shores of Cennet Bay.

Keywords: Phaselis, coastal, coastal erosion, dsas, cbs

ÖNSÖZ

Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu konulu yüksek lisans tez çalışmasında öncelikli olarak dünyada ve Akdeniz’de yaşanan iklim değişikliği ve deniz seviyesi değişikliğine değinilmiş, kıyı alanları, erozyon ve kıyı erozyonu hakkında tanımlamalar yapılmıştır. Daha sonra Phaselis Antik Kentinin ve çevresinin genel coğrafi özelliklerine değinilmiş, ArcMap 10.5 programı yardımı aracılığıyla jeoloji, topoğrafya ve hidroğrafya haritaları hazırlanmıştır. Phaselis Antik Kenti ve çevresinin kıyı değişikliğini analiz etmek için DSAS analiz yöntemi kullanılmıştır. DSAS yöntemini uygulayabilmek için HGM’den 1957, 1981, 1992, 2009 ve 2019 yıllarına ait hava fotoğrafları temin edilmiştir. Analiz için DSAS araç çubuğunda yer alan en faydalı yöntemlere olan NSM, EPR ve SCE analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, değerli vaktini bana her zaman ayıran, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini üzerimden hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur ve mutluluk duyduğum sevgili tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ebru Akköprü’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam boyunca tecrübelerinden ve tavsiyelerinden yararlandığım Doç. Dr. Çağdaş Kuşçu Şimşek’e ve Araştırma Görevlisi Emirhan Berberoğlu’na teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgileriyle ışık tutan, yüreklendirici sözleriyle bana akademik yolda yürüme şevki kazandıran Akdeniz Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümündeki tüm hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Yaşamımın en kıymetli hazinesi olan, varlıklarıyla beni güçlendiren ve gururlandıran ailem, bu günlere gelmemi sağlayan ve eğitimime en büyük desteği veren annem Adile Taş, babam İbrahim Taş’a, canım babaanneme, kıymetli kardeşlerim ve sevgili halalarım sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmam sırasında yanımda olan, ellerinden gelen tüm desteği sağlayan sevgili arkadaşlarım Yonca Cilasın, Şerife Gökaydın ve Eda Taşkın’a çokça teşekkür ederim.

Musa TAŞ
Antalya, 2023

GİRİŞ

Deniz ile karanın birleşim yeri olan kıyılar, geçmişten günümüze insanlar için her zaman en çok tercih edilen yerleşim yerlerinden biri olmuştur. Deniz ve karanın bir arada bulunduğu kıyılar, doğal kaynak ve biyoçeşitlilik bakımından oldukça zengin alanlardır. Kıyı bölgeleri ekonomik gelir açısından da insanlar için yaşamı kolaylaştıran cazip yerlerdir. Tarih boyunca farklı medeniyetler deniz ticareti yaparak ekonomilerini geliştirmiş ve birbirleriyle etkileşim içinde olmuşlardır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim Tarihi: 02.01.2023).

Kıyı bölgelerine yerleşmenin en önemli faktörü suyun varlığıdır. Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrilidir. Bu coğrafi özelliğiyle Türkiye uzun bir kıyı şeridinde ve çok çeşitli kıyı tiplerine sahiptir. Türkiye'nin toplam kıyı uzunluğu adalarla beraber 8333 km'dir (Arınç, 2019: 3). Ege Bölgesi 3484 km'yle en uzun kıyı şeridinde sahip bölgemizdir. Ege Bölgesinden sonra sırasıyla, Akdeniz Bölgesi (1707 km), Karadeniz Bölgesi (1701km) ve Marmara Bölgesi (1441 km) kıyıları gelmektedir (Doğan vd., 2005: 2; Akt. Demir, 2018: 413). Kıyı bölgeleri, iç bölgelere oranla daha elverişli bir iklime sahip olduğundan dolayı bu alanlar oldukça sık bir nüfusa sahiptir (Doğan, 2020: 673).

Akdeniz Bölgesi adını hemen güneyinde yer alan denizden alır. Akdeniz Bölgesi doğuda Güneydoğu Anadolu Bölgesi, kuzeydoğuda Doğu Anadolu Bölgesi, kuzeyde İç Anadolu Bölgesi, kuzeybatı ve batıda Ege Bölgesi, güneydoğuda ise Suriye ile sınırları bulunur (Arınç, 2019: 4). Akdeniz Bölgesi kıyıları, Karadeniz Bölgesi kıyılarına benzerlik göstermektedir. Dağların kıyıya paralel olması nedeniyle, iki bölgedeki kıyılar az girintili-çıkıntılı bir yapıya sahiptir ve geniş yaylar çizmişlerdir. Her iki bölgede de şelf sahaları fazla gelişmemiştir (Arınç, 2019: 18).

Akdeniz Bölgesi kıyıları Muğla Köyceğiz'den başlar, Hatay Yayladağı (Denizgören Köyü) ilçesinde son bulur. Köyceğiz ve Kemer ilçeleri arasında dağlar denize yakın olduğundan yüksek falezli ve girintili çıkıntılı-kıyılar bulunmaktadır. Bu iki ilçe arasında kalan bölgede ayrıca Alakır, Dalaman ve Eşen Çaylarının getirdiği alüvyonlarla oluşan delta ovaları ve plajlar bulunur (Atalay, 2011; Akt. Akengin ve ark., 2019: 296). Antalya havzası kıyı bölgesinde Aksu Çay'ından, Manavgat ilçesine kadar alçak kıyılar, kıyı kumulları ve plajlar bulunmaktadır. Alanya ve Gazipaşa ilçeleri arasındaki yer yer akarsu ağızlarında küçük kumsallar bulunmasına rağmen genel olarak alanda yüksek falezler hakimdir (Akengin ve ark., 2019: 297). Silifke ve Mersin arasında denize doğru uzanan ve belli bir eğime sahip kalkerlerin akarsular tarafından aşındırılıp yarılması sonucu, küçük ölçüde girintili çıkıntılı

kıyılar görülür. Adana Bölümü kıyısında ise Seyhan-Ceyhan Deltaları bulunmaktadır. Ceyhan Nehri'nin döküldüğü kısımda lagün, kıyı oku, bataklık ve plajlar görülür. Nur Dağlarının kıyıya yakın olduğu yerlerde yüksek kıyılar bulunmaktadır (Atalay ve Mortan, 2006: 318).

Akdeniz Bölgesi, elverişli iklimi sayesinde turizm bakımından oldukça ilgi çekicidir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır (Arınç, 2019: 1). Uzun ve kurak yaz sıcakları olmasına rağmen özellikle Antalya ilinde denizin, uzun ve geniş plajların bulunması yazları turist akınına neden olmaktadır. Plajların yanı sıra birçok büyük medeniyetin tarih boyunca bu bölgede kurdukları antik kentler buranın ziyaretçi akınına uğramasının bir diğer çekiciliğidir. Patara, Phaselis, Side vb. kentlerin birçoğu çeşitli kıyı değişimleri nedeniyle günümüzde işlevini yitirmiş eski liman kentleridir. Aşağıdaki bölümde söz konusu kıyı değişimi nedenleri açıklanmıştır.

Kuvaterner Dönemi Akdeniz Seviye Değişimleri

Bu dönemde meydana gelen kıyı değişimlerine neden olan en büyük etken kuvaterner döneminde yaşanan buzul devirleridir. Kuvaterner son 2.5 milyon yılı kaplayan jeolojik çağdır. Kuvaterner dönemi kendi içinde Pleyistosen ve Holosen diye iki döneme ayrılır. Kuvaternerde buzul ve buzularası dönemler birbirlerini takip etmekte olup soğuk dönemlerde kara yüzeyinde geniş buzul örtüsü olduğu için denizdeki su seviyesi de alçalmaktadır. Sıcak dönemlerde ise buzulların erimesiyle açığa çıkan tatlı su denizlere döner ve su seviyesini artırır (Kayan, 2012: 65). Son buzul çağında günümüzden 30-20 by önce deniz seviyesindeki alçalmanın -130 m olduğu belirlenmiştir (Lambeck vd. 2002: 199; Peltier, 2002: 390). Bu nedenle, dünyada kıta şelfinin geniş olduğu alanlar kara haline geçmiştir. Jeolojik ve jeomorfolojik kanıtların incelenmesi neticesinde Pleistosen döneminin sona erdiği ve Holosen döneminin başlangıcı olarak günümüzden 11.500 yıl öncesi belirlenmiştir (Alley vd., 1997: 484). 11.500 yıl önce deniz seviyesi günümüzden 55 m alçaktayken, 6500 yıl önce bugünkü seviyesine ulaşmıştır (Chappell ve Polach, 1991: 148). Bu tarihten sonra deniz seviyesindeki yükselme hızı yavaşlamaya başlamıştır (Brückner vd. 2010: 173). Türkiye kıyılarında da Holosen döneminde meydana gelen iklim salınımları genellikle kıyılarda boğulma şekilleri meydana getirmiştir. Bu nedenle kıyı izlerinin çoğu şu an sular altında kalmış durumdadır. Kayan'a göre (1995, 2009, 2012), günümüzden 6000 yıl kadar önce denizin günümüz seviyesine eriştiği, daha sonra 3500 yıl kadar önce 2-3 metre alçalıp, 2000 yılı önce de tekrar hafif hafif yükselerek bugünkü seviyesine eriştiğini gösteren deliller vardır (Kayan, 1995a: 216; Kayan, 2009b: 109; Kayan, 2012: 72).

Deniz seviyesi değişmelerini kanıtlayan delilleri ararken, araştırılan alanların başında kıyılar ve kıyı çizgisi gelmektedir. Ancak deniz seviyesinin sürekli olarak değişmesi, kıyı

şekillerinin aşınması veya birikme olayının meydana gelmesi ya da deniz seviyesinin yükselerek kıyıda boğulma olayının olmasından dolayı deniz seviyesi ile ilgili doğrudan değerlendirme yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenden dolayı araştırmacılar, buzullarda ve okyanustaki oksijen izotoplarının oranını ve mercan resiflerinin gelişimlerini inceleyerek küresel çaptaki deniz seviyesi değişimlerini açıklarlar (Kayan, 2012: 70).

Araştırmacılar, Holosen döneminde yaşanan iklim değişimlerinin en önemli nedenlerinden biri olarak okyanuslardaki termohalin dolaşımı olduğunu göstermektedir. Özellikle kuzey yarım kürede son buzul çağından sonra buzulların erimesi sırasında açığa çıkan tatlı su, Kuzey Atlantik'te termohalin yoğunluğunu değiştirmeye yeterli olmuştur. Bu dönemde buzların erime hızlarındaki farklılıklar, iklim koşullarını bölgesel olarak büyük ölçüde etkilemiştir (Erlat, 2014: 193). 8.000 yıl önceye kadar, K. Amerika ve Grönland'ın üstünde yer alan Laurentide buzulu, bu bölgenin Avrupa ve Asya'ya göre geç ısınmasına neden olmuştur (COHMAP Üyeleri, 1988:1049).

Holosen döneminde meydana gelen hızlı iklim değişimlerini farklı araştırmacılar farklı sınıflandırmalarla açıklamıştır. Bunlardan en bilindik olan iki sınıflandırma ise Blytt-Sernander ve Bond sınıflandırmasıdır (Erlat, 2014: 194).

Blytt-Sernander kronolojisi: Blytt, soğuk ve kurak dönemlere Boreal ismi verirken, sıcak ve nemli dönemlere ise Atlantik ismi vermiştir. 1908 yılına gelindiğinde ise Rutger Sernander, Axel Blytt'ın bulmuş olduğu dönemlerin bütün İskandinavya'ya uygulanabileceğini belirtmiş olup Blytt-Sernander şemasını hazırlamıştır (Tablo 1). Bu şemaya göre Holosen dönemi, Boreal, Atlantik, Sub-Boreal ve Sub-Atlantik olarak 4 alt sınıfa ayrılmıştır (Erlat, 2014: 194).

Tablo 1 : Avrupa, Holoseni için Blytt-Sernander aşamaları. (Kaynak: Roberts, 2002: 118).

Dönem	Tahmin Edilen İklim	Yaklaşık Yaş (by)
Pre-Boreal	Soğuk ve kurak	11.5-10.5
Boreal	Sıcak ve kurak	10.5-7.8
Atlantik	Sıcak ve nemli	7.8-5.7
Sub-Boreal	Sıcak ve kurak	5.7-2.6
Sub-Atlantik	Soğuk ve nemli	2.6-günümüz

Bond kronolojisi: Kuzey Atlantik denizindeki tortullar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek belirlenmiştir. Yapılan bu kronolojide günümüzden 11.1, 10.3, 9.4, 8.1, 5.9, 4.2, 2.8 ve 1.4 bin yıl önceye denk gelen 8 tabaka bulunmuştur (Bond vd., 1997: 1257-1258). Bu dönemlerin en soğuk geçenleri ise 8.200, 5.900, 4.200, 2.800 ve

Küçük Buzul Çağıdır (Erlat, 2014: 198) (Tablo 2). Buzulların en hızlı ilerlediği dönem ise; günümüzden 5300, 2800 ve Küçük Buzul Çağıdır (Denton ve Karlen, 1973: 202).

Tablo 2 : Holosende belirlenen Bond dönemleri. (Kaynak: Erlat, 2014: 199).

Bond Dönemleri	Tarih	İsim	Özellikleri
Bond 8	11.100	Pre-Boreal dönemine geçiş	Sıcaklıklar 4 ± 1.5 °C bir artış yaşanmıştır. K. Amerika'daki Agassiz Gölünde bulunan tatlı su, Mackenzie vadisi aracılığıyla Kuzey Buz Denizine dökülmüştür (Kobashi vd., 2008: 397).
Bond 7	10.300		
Bond 6	9.400		
Bond 5	8.100	8.200 Soğuk İklim Dönemi	Agassiz Gölü, Hudson körfezinden bir buzul barajıyla ayrılmaktaydı, ancak 8.200 yıl önce bu baraj yıkıldı ve göl suları çok hızlı bir şekilde Hudson körfezi ve Labrador Denizi'ne dökülmüştür (Ellison vd., 2006: 1929). 8.200 Soğuk İklim Döneminde, sıcaklıklar kısa sürede Grönland'da 3.3°C, Orta Avrupa'da ise yıllık ortalama sıcaklıklar 2°C birden azalmıştır (Wick ve Tinner, 1997: 445). Anadolu'da da 8200 Soğuk iklim Döneminde Neolitik toplumlar Yunanistan ve Bulgaristan'a göç etikleri düşünülmektedir (Weninger vd., 2006: 401).
Bond 4	5.900	5.900 Soğuk İklim Dönemi	
Bond 3	4.200	4.200 Soğuk İklim Dönemi	Anadolu ve dünyanın bir çok yerindeki büyük uygarlıklar bu dönemde çökmüştür. Bu çöküşün sebebi ise ani iklim değişikliği olduğu öne sürülmektedir (Erlat, 2014: 211). Elde edilen örnekler, Van Gölü'nün su seviyesi 4.190 yıl önce 30-60 m arasında azaldığını gösterir (Lemcke ve Sturm, 1997: 653).
Bond 2	2.800	MÖ 900-300 Demir Çağı Soğuk Dönemi	Kuzey Atlantik'teki suların sıcaklığı 1.5°C azalmıştır (Bond vd., 2001: 2133).
Bond 1	1.400	MS 450-900	Alplerin doğusunda bulunan buzullar oldukça ilerlemiştir (Holzhauser vd., 2005: 794).
Bond 0	1300-1850 arası	Küçük Buzul Çağı	Küçük Buzul Çağında sıcaklıklar 1000-1400 yıllarına göre 0.3°C, 20. yüzyıla göre ise 0.8°C azaldığını gösterir (Mann, 2002: 5). 1300'lü yıllar, 1570, 1670-1730 ve 1780-1830'lü yıllarda ekstrem hava olayları yaşanmıştır. 1570'li yıllarda kuzey kutbu ve güney kutbunda son 500 yılın en soğuk dönemleri yaşanmıştır (Erlat, 2014: 224).

2000 yılından sonra Kuzey Buz Denizindeki sıcaklıklar hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. 2007 yılının yaz aylarında deniz yüzeyi sıcaklığı, 1965 yılına göre hesaplanan anomali +5°C ulaşmıştır. Bu olay buz tabakasını 0.75 metre inceltmiştir (Steele vd., 2008: 1). Arktik bölgede buzul alanları giderek daralmıştır (Zhang, 2005: 3).

Gelecekteki yıllarda küresel deniz seviyesinin daha da hızlı yükselmesi ön görülmektedir. IPCC Emisyon Senaryosuna göre; 2090 yılında, 1990 yılına oranla deniz seviyesi 0.22-0.44 metre olacağı ön görülmektedir. Bu yükselmenin en önemli unsuru ise denizlerdeki termal genişleme olacaktır. Bu hesaplamalarda buzul erimeleriyle ortaya çıkacak tatlı su miktarı eklenmemiştir. Sıcaklıkların 3°C daha artması durumunda Grönland buzul örtüsü erimeye başlayacaktır (Erlat, 2014: 275). Bu buzulun tamamen erimesi durumunda deniz seviyesi 7.2 metre artacaktır. Antarktika buzul örtüsünün tamamen erimesi durumunda küresel deniz seviyesi 62 metre yükselmesi ön görülmektedir (Alley vd., 2005: 456).

Okyanus sıcaklığındaki artışlarının getireceği başka bir sorun ise termohalin dolaşımının değişmesidir. Günümüzde bunu değiştirecek en önemli sorun CO₂ yaptığı küresel ısınmadır. IPCC'nin hazırladığı senaryoya göre, önümüzdeki 70 yıl içinde CO₂ oranı ikiye katlanması durumunda termohalin dolaşımı %30 oranında, 140 yıl içinde ise CO₂ oranı dört katına çıkacağı ve bunun sonucunda termohalin dolaşımı 200 yıl boyunca tamamen duracağı ön görülmektedir. Eğer bu senaryo gerçekleşirse, sıcaklıklar Orta Avrupa ve Kuzey Atlantik 4-5°C azalacak, daha güney enlemlerde ise sıcaklıklar artacaktı (Erlat, 2014: 277).

Kıyılar doğası gereği her zaman değişim içinde olmuşlardır. Bu değişimin nedenleri arasında yukarıda bahsedilen jeolojik dönemlerden günümüze kadar meydana gelen iklim değişiklikleri, buna bağlı olarak meydana gelen deniz seviyesi değişimleridir. Bu değişim kıyılarda bazen birikme şeklinde olurken bazen de aşınma ile gerçekleşir. Kıyı erozyonu genellikle dalga ve akıntıların etkisiyle meydana gelir. Özellikle fırtınalı havalarda dalga ve akıntıların yoğunluğu fazla olduğu için kıyılarda daha fazla erozyona neden olur. Beşeri müdahaleler sonucunda da kıyılarda erozyon meydana gelmektedir. İnsanların kıyılarda yaptığı yapılar (deniz duvarlar, mendirekler, mahmuzlar vb.) kıyıya gelen tortunun taşıma yollarında değişikliklere yol açarak bazı alanlarda erozyona bazı alanlarda ise yığılmaya neden olur. İnsanlar tarafından akarsulara inşa edilen barajlar nedeniyle, akarsular tarafından kıyıya taşınan sedimanın büyük bir bölümü barajlar tarafından engellenerek kıyıya ulaşmaz. Bu da kıyılara daha az miktarda sedimanın gitmesine yol açarak erozyona sebep olur (Prasad ve Kumar, 2014: 342; Yadav vd., 2017: 5; <https://www.ga.gov.au/education/classroom-resources/hazards/naturalhazards/coastal-erosion>. Erişim Tarihi: 02.05.2023).

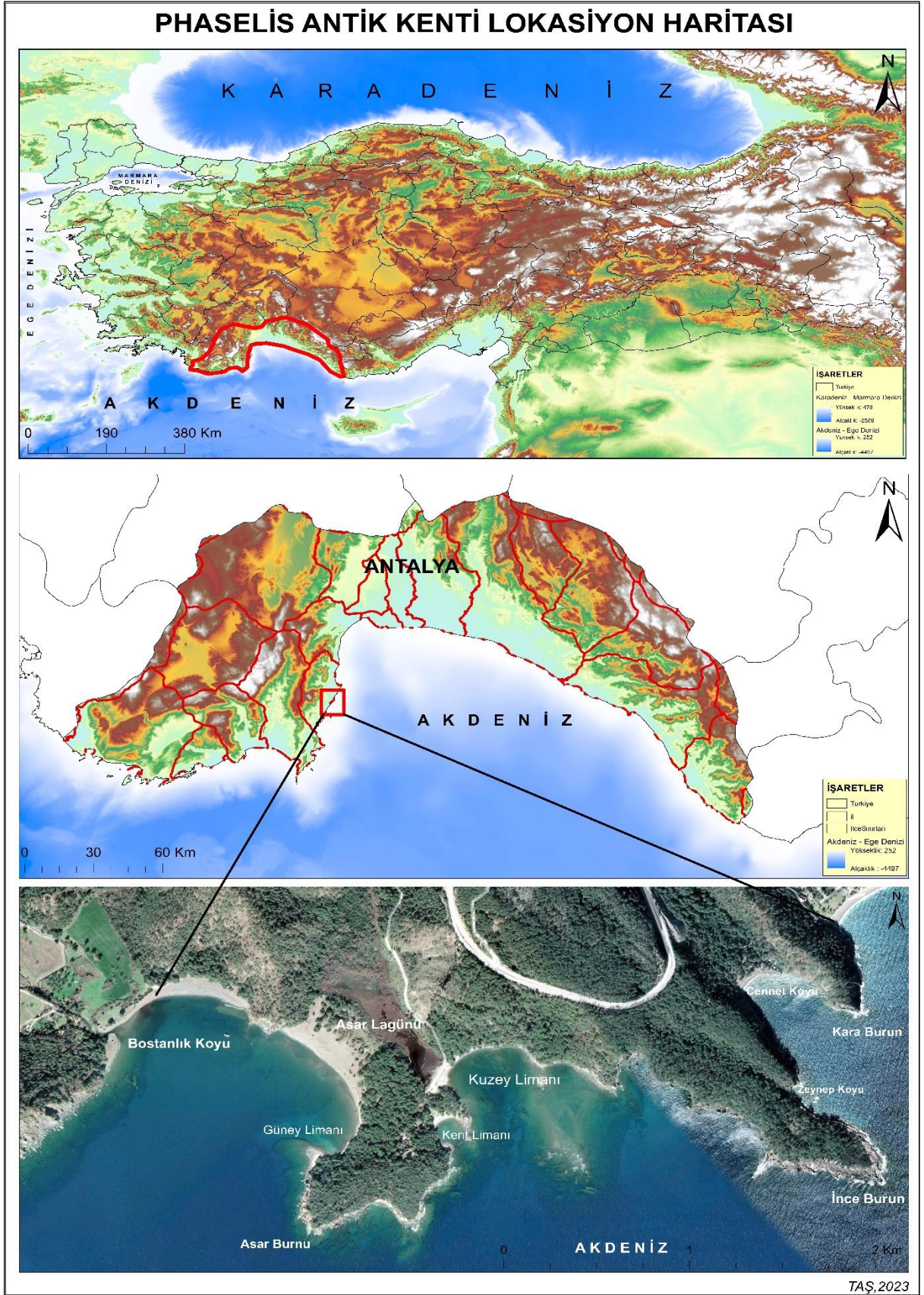
A. Araştırmanın Alanının Yeri ve Sınırları

Phaselis Antik Kenti ve çevresinin kıyı kesimini kapsayan çalışma alanı, Antalya iline 50 km uzaklıkta olup, 36°52' kuzey enlemleri, 27°55' doğu boylamlarında bulunmaktadır. Phaselis, Kemer ilçesine bağlı Tekirova mahallesinde yer almaktadır (Harita 1). Phaselis Antik Kenti kuzeyde Gökdere Vadisi'ne ulaşmakta, güneyde Üç Adalar'dan Tahtalı Dağı'na doğru devam etmektedir. Batıda ise Çandır Vadisi boyunca uzanmaktadır. Phaselis Antik Kenti sahil şeridi KD-GB yönünde uzanmaktadır (Önen, 2008: 12; Akköprü vd., 2022: 224-225).

Çalışma alanın sınırı ise; Phaselis Antik Kentini besleyerek oradan denize veya antik kent içindeki Asar Lagününe dökülen küçük derelerin oluşturduğu su toplama havzası dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre, kuzeyde Çamyuva mahallesinin güneyinden başlayıp denize doğru çıkıntı yapan Kara Burnu geçerek Cennet Koyuna ulaşılır. Cennet Koyuna ulaşıldıktan sonra tekrar denize doğru bu sefer daha büyük bir çıkıntı yaparak İnce Buruna, daha sonra, batıya doğru Phaselis Körfezi olarak bilinen alanı da içine alır. Bu körfezin içinde Phaselis'in Kuzey ve Kent Limanları (Merkez Limanı) bulunmaktadır. Asar Burnunu geçtikten sonra batıya doğru Bostanlı Koyu ve bu koy içinde bulunan Güney Limanı yer alır. Çalışma alanımız güneybatıda Barsak Çay'ının oluşturduğu alüvyonal ova ile son bulmaktadır (Harita 1). 28.8 hektarlık bir alan kaplayan Phaselis, birbirinden ayrılan iki coğrafi yüzey üzerine yerleşmiştir. İlki denize doğru uzanan burun, ikinci ise kuzeydeki tepe üzeri ve eteklerindeki yerleşim alanıdır (Atasoy, 2010: 50; Öner, 2018: 352; Akköprü vd., 2022: 224).

Phaselis Antik Kenti, tarih boyunca Akdeniz'in çok önemli liman kentlerinden birisi olmuştur. Phaselis'in hemen arkasında yükselen Tahtalı Dağı (2365 m) ve diğer sıra dağlar yüzünden kent iç kesimlerden soyutlanmıştır (Önen, 2008: 10-12). Tahtalı Dağı'ndan güneydoğuya doğru bir tombolo uzanmaktadır. Phaselis Antik Kenti genel olarak bu tombolo üzerine yerleşmiştir. Tombolo denize doğru Asar burnunu oluşturur. Asar burnunun kıyı kesimlerinde dik falezler bulunmaktadır (Akköprü vd., 2022: 226).

Phaselis'in kıyıları girintili-çıkıntılı bir yapıda olup, bu alanlara küçük koy ve körfezler yerleşmiştir. Bu koy ve körfezlerin içine Phaselis'in bir ticaret kenti özelliğini veren limanlar bulunmaktadır. Phaselis kıyılarında falezlerin yanı sıra, geniş alanlar kaplayan kıyı kumulları da bulunmaktadır (Harita 1). Phaselis Antik Kentinde üç liman ve bir tane de demirlenme alanı bulunmaktadır (Aslan ve Baybo, 2015 :5). Phaselis tombolosunun hemen arkasında yazları kuruyan, bataklık ve sazlıklardan oluşan bir de lagün yer almaktadır (Akköprü vd., 2022: 226). Geçmiş dönemlerde bir göl olan bu alan, günümüzde Asar Lagünü olarak bilinen bataklık ve sazlıklardan oluşmaktadır (Önen, 2008: 12).



Harita 1 : Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Lokasyon Haritası.

B. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Kıyı erozyonuna neden olan en önemli unsurlar, dalgalar, akıntılar ve rüzgarlar gibi dış etmenlerdir. Bunun yanı sıra insanın doğada yaptığı değişiklikler de kıyıların erozyona uğramasına neden olmaktadır. Doğal etmenler tarafından gerçekleşen kıyı erozyonu uzun bir sürede gerçekleşir. Ancak insanın neden olduğu kıyı erozyonu, çok kısa sürede kıyı şeridinde önemli değişimlere sebep olmaktadır.

Türkiye kıyılarında, son yıllarda denizlerin doldurulmasıyla ve dalgaların kıyıları aşındırmasıyla önemli ölçüde değişimler yaşanmıştır (Uzun, 2015: 27; Kılar ve Çiçek: 2018: 89; Kadioğlu ve Güner, 2018: 41). Antalya ilinin sahip olduğu eşsiz güzellikteki kıyı şeridi ve plajları da bu değişimden etkilenmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı; Phaselis Antik Kenti kıyılarında meydana gelen jeomorfolojik gelişimi açıklamak, farklı analiz ve yöntemler kullanarak (jeoarkeolojik yöntemler, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri) özellikle kıyı erozyonu üzerinde etkili olan etken ve süreçleri değerlendirmektir.

Phaselis Antik Kenti, sahip olduğu tarihi kültür özelliği hem de eşsiz güzellikte plajları ile yerli ve yabancı turistler için oldukça cazip bir mekân olmuştur. Bu tezde Phaselis Antik Kentinde daha önce uygulanmamış ancak literatürde kıyı çalışmalarında yaygın olarak kullanılan farklı analiz yöntemlerinden biri olan DSAS araç çubuğunda yer alan, NSM, EPR ve SCE istatistiksel yöntemler kullanılarak 1957, 1981, 1992, 2009 ve 2019 yılları arasındaki kıyı değişimi tespit edilmesi amaçlanmıştır.

C. Araştırmada Kullanılan Materyal, Yöntem ve Teknikler

Çalışma kapsamında öncelikle 3 gün süresince (5 Eylül 2020, 6 Eylül 2022 ve 12 Mayıs 2023) Phaselis Antik Kentine arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve bu arazi çalışmaları sırasında Bostanlık Koyu kıyısından başlayıp, Çamyuva Mahallesi'nin kıyılarına kadar olan kıyı kesiminin coğrafi özellikleri incelenmiştir. Ayrıca tez çalışmasının araştırma soru ve konularına uygun olan yöntem belirlenirken, kapsamlı bir literatür çalışması da yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda Phaselis Antik Kenti ve çevresinin kıyı değişiminin belirlenmesinde en uygun yöntemin *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS/Dijital Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi) olduğu anlaşılmıştır. ArcGIS programının bir uzantısı olarak kullanılan DSAS, eski yıllara ait kıyı şeritleri arasındaki değişimleri en doğru biçimde hesaplar. Literatür de yaygın olarak DSAS yöntemi uygularken, Landsat uydu görüntüleri kullanılır. Ancak bu tezin çalışma alanı küçük bir sahayı kapladığı için Landsat uydu görüntülerinden yeterince net görüntü sağlanamamıştır. Bu nedenle tez çalışmasında Landsat uydu görüntüleri yerine Harita Genel Müdürlüğünden (HGM) temin edilen 1957, 1981, 1992, 2009 ve 2019 yıllarına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır.

DSAS yöntemi, 1990'lı yılların başında *United States Geological Survey* (USGS/ Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma) tarafından geliştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir bilgisayar yazılımıdır. DSAS'ın ilk versiyonu (V.1.0) 1992'de Danforth ve Thieler tarafından, ikinci versiyon (V.2.0) 2003'te, üçüncü sürümü (V.3.0) 2005'te, dördüncü versiyon (V.4.0) 2009'da Thieler ve arkadaşları tarafından ve beşinci versiyonu da (V.5.0) 2018'de Himmelstoss ve arkadaşları tarafından oluşturulmuştur. (To ve Thao, 2008: 38; Thinh ve Hens. 2017: 90; Kılar ve Çiçek, 2018: 94; Himmelstoss vd., 2018: 1; <https://encyclopedia.pub/entry/22514>. Erişim Tarihi: 02.05.2023).

DSAS analiz yöntemi içinde 11 farklı istatistiksel veri analizi yapmak mümkündür. Bu analizler versiyon farklılıklarında değişkenlik gösterebilir. Bunlar; Net Kıyı Hareketi/*Net Shoreline Movement* (NSM), Kıyı Şeridi Değiştirme Zarfı/ *Shoreline Change Envelope* (SCE), Bitiş Noktası Oranı/*End Point Rate* (EPR), Bitiş Noktasının Oransal Belirsizliği/*Uncertainty of the End Point Rate* (EPRunc), Oranların Ortalaması/*Average of Rates* (AOR), Lineer Regresyon Oranı/*Linear Regression Rate* (LRR), Sıradan En Küçük Kareler/*Ordinary Least Squares* (OLS), Jackknifing yöntemi (JK), Yeniden Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler/*Reweighted Least Squares* (RLS) ve Ağırlıklı Doğrusal Regresyon Oranı/*Weighted Linear Regression Rate* (WLR) gibi isimlerle tanımlanmıştır. Bu yöntemlerin her birinin kendine göre avantajları ve dezavantajları vardır (To ve Thao, 2008: 38; Himmelstoss vd., 2018: 47).

Net Kıyı Hareketi/Net Shoreline Movement (NSM)

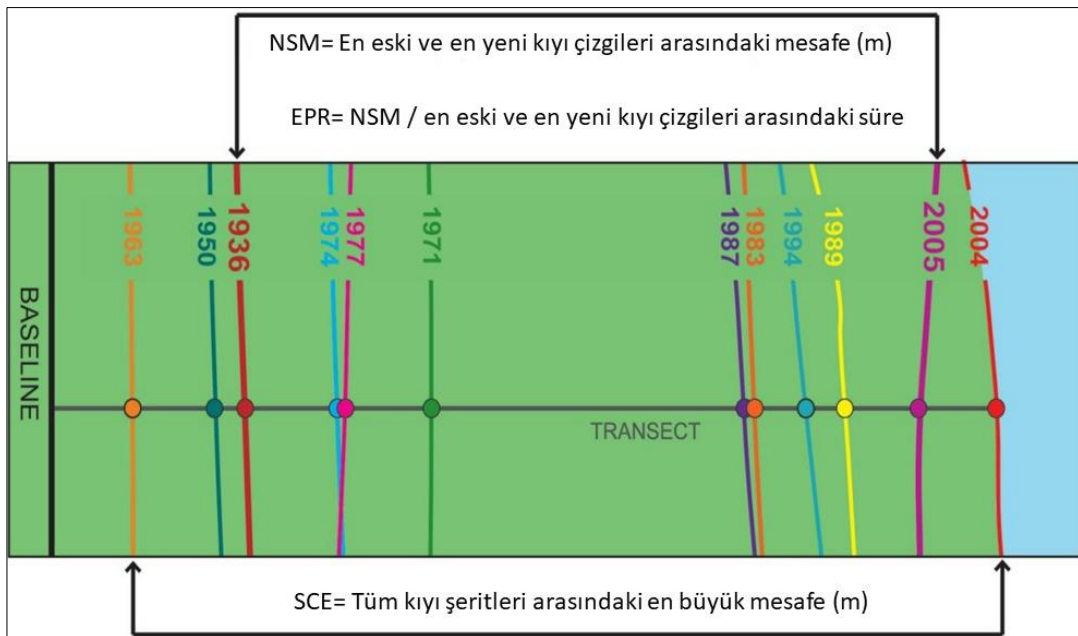
Net Shoreline Movement (NSM), kıyının değişim oranını veya değişim hızını değil, sadece en eski ve en yeni olmak üzere iki tarihe ait kıyı çizgileri arasındaki mesafeyi metre cinsinden ölçmektedir (Şekil 1) (Himmelstoss vd., 2018: 48). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcuttur.

Kıyı Şeridi Değiştirme Zarfı/Shoreline Change Envelope (SCE)

Shoreline Change Envelope (SCE), bir oran değil, bir mesafeyi metre cinsinden bildirir. SCE değeri, belirli bir kesiti kesen tüm kıyı şeritleri arasındaki en büyük mesafeyi temsil eder. Yani bir kıyının en fazla gerilemiş olan kıyı çizgisi ile en fazla ilerlemiş kıyı çizgisinin arasındaki mesafeyi ölçer (Şekil 1) (Himmelstoss vd., 2018: 48). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcuttur.

Bitiş Noktası Oranı/End Point Rate

End Point Rate (EPR), kıyı şeridi hareket mesafesinin en eski ve en yeni kıyı şeridi arasında geçen süreye bölünmesiyle hesaplanır. Kısacası EPR, NSM'nin geçen süreye bölünmesiyle elde edilir (Şekil 1). EPR'nin başlıca avantajı, hesaplama kolaylığı ve hesaplama yaparken yalnızca iki kıyı şeridi tarihine ait verinin kullanılmasıdır. Dezavantajı ise, daha fazla verinin mevcut olduğu durumlarda ek bilgilerin göz ardı edilmesidir (Dolan vd., 1991: 724-725; Himmelstoss vd., 2018: 48). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcuttur.



Şekil 1 : NSM, EPR ve SCE analizlerinin gösterimi.

Şekil 1’de Kıyı şeridi değişim istatistikleri arasındaki ilişkiyi göstermek için taban çizgisi (siyah), kesit (gri) ve kıyı çizgisi ve kesişim verilerini (çok renkli) içeren bir kıyı çizgisi veri seti bulunmaktadır. NSM en eski kıyı şeridi (1936, kırmızı) ile en yeni kıyı şeridi (2005, mor) arasındaki metre (m) cinsinden kesit boyunca olan mesafedir. EPR, en eski (1936, kırmızı) ve en yeni (2005, mor) kıyı şeritleri (bu örnekte 69 yıl) arasındaki zamana bölünen NSM mesafesidir. SCE ise, tarihe bakılmaksızın tüm kıyı şeritleri arasındaki en büyük mesafedir (Şekil 1).

Bitiş Noktasının Oransal Belirsizliği/*Uncertainty of the End Point Rate (EPRunc)*

Bitiş noktası hesaplamasında kullanılan iki konum için kıyı şeridi belirsizliklerinin her birinin karesi alınır, ardından toplanır. Kareler toplamının karekökü, bitiş noktası oranının (EPRunc) belirsizliğini belirlemek için iki kıyı çizgisi arasındaki yıl sayısına bölünür:

$$EPR_{unc} = \frac{\sqrt{(uncy A)^2 + (uncy B)^2}}{date A - date B}$$

Formüle göre;

uncy A; kıyı şeridi A’nın öznitelik alanındaki belirsizliği,

uncy B; kıyı şeridi B’nin öznitelik alanındaki belirsizliği,

date A; A kıyı şeridinin en yeni tarihi,

date B; B kıyı şeridinin en eski tarihi.

Her kıyı şeridi için belirsizlik değeri, kullanıcı tarafından *Set Default Parameters* penceresinde atanan kıyı şeridi özellik sınıfındaki "Kıyı Belirsizlik Alanından" yazılır. Öznitelik alanında herhangi bir belirsizlik sağlanmazsa, varsayılan değer kullanılır. Bu hesaplamanın sonucu, *Uncertainty of the End Point Rate (EPRunc)* olarak rapor edilir. Bu analiz EPR yönteminin sağlamlığının değerlendirilmesinde yardımcı olan bilgiler sağlar (Himmelstoss vd., 2018: 51). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcuttur. Ancak çalışmada kullanılmamıştır.

Oranların Ortalaması/*Average of Rates (AOR)*

Foster ve Savage (1989), ölçüm hatalarından kaynaklanan değişiklikleri hariç tutarak, uzun vadeli değişimin ortalamasını almak için AOR yöntemini geliştirmiştir. Bunu yapmak için, kısa zaman aralıkları veya ölçüm hatalarından kaynaklanan değişiklikleri filtreleyen bir minimum zaman kriteri oluşturulmuştur. EPR’ler tüm veri noktası çiftleri arasında belirlenir ve zaman aralığı belirli bir minimum değerden azsa kaldırılır. Kıyı şeridi değişim oranını belirlemek için kriteri geçen tüm EPR’lerin ortalaması alınır. Bu analizin dezavantajı,

minimum zaman kriterinin büyük hatalardan veya küçük EPR'lerden etkilenebilmesi ve potansiyel olarak yanıltıcı sonuçlara yol açabilmesidir. AOR ayrıca kısa zaman aralıklarının EPR oranlarına daha fazla etki sağlar. Bu nedenlerle, Foster ve Savage (1989), AOR sonuçlarının OLS gibi diğer kıyı şeridi değişim oranı yöntemleriyle doğrulanmasını önermektedir (Dolan vd. 1991: 725; Genz, vd., 2007: 88-89). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcut değildir.

Lineer Regresyon Oranı/Linear Regression Rate (LRR)

Linear Regression Rate (LRR) analizinde tüm kıyı şeridinin zamana göre değişimi hakkında bilgi verir. Bir kesit için tüm kıyı çizgisi noktalarına en küçük kareler regresyon çizgisi yerleştirilerek doğrusal regresyon değişim oranı istatistiği belirlenebilir. Regresyon çizgisi, karesi alınmış değerlerin toplamı en aza indirilecek şekilde yerleştirilir. Doğrusal regresyon oranı, doğrunun eğimidir. Doğrusal regresyon yönteminin şu özellikleri vardır; oranı hesaplamak için tüm veriler kullanılır, yöntem tamamen hesaplamaya dayalıdır, hesaplama kabul edilen istatistiksel kavramlara dayalıdır ve yöntemin uygulanması kolaydır. Bununla birlikte, doğrusal regresyon yöntemi aykırı etkilere karşı hassastır ve EPR gibi diğer istatistiklere göre değişim oranını hafife alma eğilimindedir (Dolan ve diğerleri, 1991: 726; Himmelstoss vd., 2018: 49; Kılar ve Çiçek, 2018: 95) Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcuttur. Ancak çalışmada kullanılmamıştır.

Sıralı Küçük Kareler/Ordinary Least Squares (OLS)

Ordinary Least Squares (OLS), bağımsız Gauss hatalarını varsayar ve veriler ile hat arasındaki kare artıkların toplamını en aza indirerek kıyı şeridi verilerinin eğilimini tahmin eder. Bu yöntemin kodlanması kolaydır ve birçok yazılım şirketi elektronik tablo programlarına bir araç olarak OLS'yi dahil eder. Kıyı şeridi değişim oranını hesaplamak için bir dizi istatistiksel test geliştirilmiştir. Bu testler, bağımsız kaynaklardan ziyade veri dağılımından türetilen yakın Gauss istatistikleri gerektirir. Doğrusal uyum, verilerin mevcut olduğu yıllar boyunca uzun vadeli bir eğilim sağlar, ancak kıyı şeridi değişimi sabit değildir. Ayrıca, tortu temini ve taşınması, mühendislik yapılarının varlığı ve fırtınalar, verilerde Gauss varyasyonlarına neden olmayabilir. Verilerin zaman içinde kümelenmesi, bazı noktaların aşırı etkiye sahip olmasına neden olarak trend çizgisini büyük ölçüde etkiler (Genz, 2007: 89). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcut değildir.

Jackknifing Yöntemi (JK)

Jackknifing yöntemi (JK), kıyı şeridi değişim oranını belirlemek için birden fazla OLS uyumu kullanır. Her çizgi için farklı bir nokta atanır, bu da her çizgi için farklı bir eğimle sonuçlanır. Bir kıyı şeridi değişim oranı sağlamak için eğimlerin ortalaması alınır. Jackknifing, kümelenmiş verilerin ve aşırı veri noktalarının etkisini azaltma avantajına sahiptir. Ancak, olası tüm doğrusal eğilimlerin hesaplanması hata oranını artırabilir (Dolan vd., 1991: 726; Genz vd., 2007: 89-90). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcut değildir.

Yeniden Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler/Reweighted Least Squares (RLS)

Reweighted Least Squares (RLS), verilerdeki istatistiksel aykırı değerleri kaldırarak kıyı şeridi değişikliği verilerinin gerçek eğilimini belirlemeye yardımcı olur. Bu iki adımlı yöntem ilk olarak en küçük kareler ortancası (LRR) regresyonunu kullanarak bir kesme değerindeki (°) aykırı değerleri tanımlar. İstatistiksel aykırı değerler olarak tanımlanan noktalara 0 ağırlığı verilir ve diğer tüm noktalara 1 ağırlığı atanır. Daha sonra bir OLS uyumu, 1'e eşit ağırlıkların tüm veri noktalarıyla eğilimi bulur. OLS'den farklı olarak, RLS daha sağlam ve aykırı değerlere duyarlıdır. Bu yöntem büyük miktarda veriyle veya bitişik kesitlerden gelen veriler eklenirse en iyi şekilde çalışır. Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcut değildir.

Ağırlıklı Doğrusal Regresyon Oranı/Weighted Linear Regression Rate (WLR)

Weighted Linear Regression (WLR), en uygun çizgiyi belirlemeye yönelik olarak daha güvenilir verilere daha fazla önem verir. Kıyı şeritleri için değişim hızı istatistiklerinin hesaplanmasında, konum belirsizliğinin daha küçük olduğu veri noktalarına dikkat çeker (Genz vd., 2007: 91; Himmelstoss vd., 2018: 50). Tez çalışması kapsamında kullanılan DSAS V.05 versiyonunda bu istatistiksel yöntem mevcuttur. Ancak çalışmada kullanılmamıştır.

D. Araştırma Soruları

Araştırma amacına uygun olarak çalışma soruları/problemleri belirlenmiştir. Bu sorular:

- Phaselis Antik Kentinde kıyı erozyonu var mıdır?
- Phaselis Antik Kentinde kıyı erozyonuna neden olan faktörler nelerdir?
- Phaselis Antik Kenti kıyı erozyonu nasıl tespit edilir?
- Phaselis Antik Kenti jeomorfolojisi ve özellikle kıyı jeomorfolojisinin değişimi ne yöndedir.

Böylece antik kentin geçmişten günümüze kadar değişen kıyı koşulları ortaya konulacaktır.

E. Araştırma Konusu ile İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Günümüzde dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğu kıyı alanlarına yerleşmiştir. Ancak kıyılar zamanla doğal veya beşerî etmenlerle değişirler. Bu sebepten dolayı kıyı değişimi ile ilgili dünyada ve ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır. Bu bölümde ulusal ve uluslararası literatürde önemli birkaç kaynak özetlenmiştir. Tezin tamamında ise çok sayıda farklı ulusal ve uluslararası literatürden yararlanılmıştır.

Kıyı değişimi ile ilgili Türkiye’de oldukça fazla çalışma olmasına rağmen bu çalışmalar genellikle delta alanlarında yapılmıştır. Antik kentlerde bu çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır.

Gürhan ve Adalıoğlu (1998), “Altınova Bölgesi Örneğinde Kıyı Erozyon Etüdü” adlı çalışmada Altınova kıyılarında görülen kıyı erozyonu incelenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Hava fotoğrafları uydu görüntüleri ve haritalar aracılığıyla kıyı çizgileri belirlenmiş olup, sayısallaştırma işlemi yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda, 1989-1996 yılları arasında 7 yıllık kısa dönemde 50.000 m² toprak kaybı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak Madra Çayının ağız kısmının çok hızlı bir şekilde gerilediği ortaya çıkmıştır. Gerilmenin en büyük sebebi Madra Çayının yeteri miktarda sediman getirmesine engel olan barajdır. Diğer bir sebep ise kum-çakıl ocaklarının yeterli şekilde denetlenmemesidir. Bu aşınmanın önlenmesi için vakit kaybetmeden güneyde 350 m ve kuzeyde 550 m kıyı duvarı ve mahmuzlar inşa edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Tağıl ve Cürebal (2005), “Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimi Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri” adlı çalışmada 1958-2002 yılları arasında Altınova sahilinin kıyı çizgisi değişimini ortaya koymak, bu değişim sonucunda oluşan riski değerlendirip, çözüm yolu bulmayı amaçlamışlardır. Kıyı çizgisi değişimini belirlemek için 1958,1977 ve 1998 yıllarına ait hava fotoğrafları, 1975, 1987 ve 2000 Landsat uydu görüntüleri ve 2002 yılına ait dijital hava fotosu kullanılmıştır. Erdas Imagine 8.7 ve ArcGis 9.0 kullanarak kıyı çizgisi değişim analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Madra Çayı Deltasında kıyı gerilemesi yaşanırken, birkaç kilometre kuzeyde yer alan İskele kıyı okunda bazı zamanlar birikme yaşanırken bazı yıllarda aşınma yaşanmıştır. Karakoç Deltasında ise birikme tespit edilmiştir. Eğer müdahale yapılmasa Madra Çayı Deltası gerilemeye devam edecektir.

Sesli (2006), “Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi” adlı çalışmasında Trabzon iline ait farklı yıllarda çekilmiş hava fotoğraflarını, fotogrametri yöntemini kullanarak çalışma alanında kıyı çizgisi değişimini belirlemeye çalışmıştır. Zeiss ve Inegraph firmaları tarafından ortaklaşa üretilen Z/I Imaging U Digital Fotogrametri Sistemi bu

çalışmada kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; 1973-2002 yılları arasında belirlenen alanın, kıyı çizgisi değişimi tespit edilmiş ve erozyona uğramış alanlar ile dolgu yapılmış alanların büyüklükleri belirlenmiştir. 1973-2002 yılları arasında 16 farklı noktada 101 hektarlık alan doldurulmuştur. Bu denizden kazanılan alanlar karayolu ve ulaşım tesislerinin yapımında, yeşil alan, park vb. liman yapımında kullanılmıştır. Aynı yıllar arasında 19 farklı yerde 11.3 hektarlık alan kıyı erozyonu ve kum çekimi gibi nedenlerle kaybedilmiştir.

Kuleli (2010), “Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltalarındaki Kıyı Değişimlerinin Landsat TM ve DSAS ile Belirlenmesi” adlı çalışmada Landsat uydu görüntülerini ve DSAS yazılım aracını kullanarak, 1989 -2009 yılları arası Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerin ağzında meydana gelen kıyı çizgisi değişimini incelemiştir. Bu çalışmada 02/08/1989, 22/08/1999 ve 01/08/2009 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntüleri kullanılmış ve kıyı çizgilerini belirtmek içinde ISODATA sınıflama yöntemi uygulanmıştır. Kıyı çizgileri arasındaki değişimi saptamak için WLR (Weighted Lineer Regreesion) hesaplamaları uygulanmıştır. Bu sonuçla elde edilen çizgiler DSAS yazılımı ile analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, 1989-2009 yılları arasında Kızılırmak, nehir ağzında -660 m kara yönünde erozyona uğramıştır. Buda yılda -33m/yıl etmektedir. Yeşilirmak nehri ağzında ise -620 m kara yönünde gerileme gerçekleşmiştir. Buda yılda -31m/yıl etmektedir. Kısa sürede bu kadar kıyı erozyonun yaşanmasının sebebini öğrenmek için daha kapsamlı bir çalışma gerekmektedir.

Kutoğlu vd. (2011), “Karsu Kıyılarında Erozyon ve Kıyı Yapılarının İncelenmesi” adlı çalışmada Sakarya ilinin, Karadenize kıyısı olan Karsu ilçesinin kıyı erozyonu incelenmiştir. Kıyı erozyonunu tespit etmek için Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Jeodezik yöntemlerle kıyı çizgisinin değişimi belirli aralıklarla ölçülerek kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda, Sakarya Nehri’nin ağız kısmında -335 m, yerleşim yerinin karşısına denk alanda ise -110 m’lik bir gerileme yaşanmıştır. Bu erozyon artık yerleşim yerlerini tehdit edecek boyuta ulaşmıştır. Kıyı gerilemesinin en önemli nedeni ise inşa edilen liman olduğu soncuna varılmıştır. Diğer önemli etken ise Sakarya Nehri’nin taşıdığı sediman miktarının çeşitli sebeplerle azalmasıdır.

Döker (2012), “İstanbul İli Marmara Denizi Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Zamansal Değişimin Belirlenmesi” adlı çalışmasında Landsat uydu görüntülerini kullanarak 1970’ten günümüze kadar olan zaman dilimi içerisinde, İstanbul ilinin Marmara Denizine olan kıyı değişimini belirlemeye çalışmıştır. Landsat uydu görüntüler, uzaktan algılama yazılımı olan ERDAS IMAGINE 2010 programında işlenip, analizler ARCGIS 10.x programında gerçekleşmiştir. 1975-1987-2000-2005-2011 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak İstanbul’un eski ve yeni kıyı çizgileri belirlenmiştir. Bu çalışmanın

sonucunda; İstanbul'un, Marmara Denizi kıyılarında 60 km uzunluğunda dolgu alanları yapılmıştır. 3 km²'lik bir alan denizden kazanılmıştır. Bu alan üzerinde İstanbul ilinin, %14'lük yeşil alanını kapsamaktadır. 1970'li yıllarda Yeşilköy kıyısında, doğal plaj olarak kullanılan alan günümüzde bulunmamaktadır. Onun yerine suni plajlar vardır. Anadolu yakasında Üsküdar'dan Tuzlaya kadar olan kısımda dolgu işlemleri devam etmektedir. Bu kıyılarda yerleşme oldukça düzensiz olup, kıyıların kimliklerini kaybetmelerine neden olmaktadır.

Ceylan ve Maktav (2012), "Uzaktan Algılama ve CBS ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi; İzmit Körfezi Örneği" adlı araştırmada İzmit Körfezinin doğu kesimi kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri saptamak için, Landsat 1984-1999, IKONOS 2003-2008 görüntüleri, dijital haritalar ve hava fotoğrafları kullanılmıştır. IKONOS görüntülerini netleştirmek için 1 metre çözünürlüklü pankromatik bantlar ile keskinleştirilmiştir. Yarı otomatik doğrusal özellik çıkarma yöntemi sayesinde kıyı çizgisi haritaları elde edilmiştir. Bu haritalar üzerinde değişim analizleri yapılmış olup, İzmit Körfezinin doğu kesiminin kıyı çizgisi değişimi belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda; 24 yılda sudan karaya dönüşen alanların büyük bir çoğunluğu beşerî müdahaleler sonucunda olmuştur. Doğal süreçlerle oluşan kıyı çizgisi değişimi dar bir alanda görülmekte olup, uzun bir sürede meydana gelmektedir.

Adarsa vd. (2012) "Morphological Change Study of Ghoramara Island, Eastern India Using Multi Temporal Satellite Data" adlı çalışmada Doğu Hindistan'daki Hooghly halisindeki Haldia rıhtımından 18.36 deniz mili uzaklıkta yer alan Ghoramara adasının 1972-2010 yılları arasındaki kıyı erozyonunu incelemiştir. Ghoramara adası, 4.8 km²'lik bir alan kaplayan eşkenar dörtgen şeklinde bir adadır ve toplam kıyı uzunluğu ise 8.5 km'dir. Bu çalışmada Landsat çok çözünürlüklü ve çok zamanlı uydu görüntülerinden yararlanılmış ve kıyı şeridindeki değişimi tespit etmek için de EPR, LR ve NSM yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler ARC GIS'in bir uzantısı olan Dijital Kıyı Hattı Analiz Sistemi (DSAS) tarafından yapılmıştır. Sonuç olarak, Ghoramara adası ciddi bir erozyon geçiriyor ve adanın dört bir yanındaki şiddetli erozyon nedeniyle kırk yılda alanının neredeyse %50'sini kaybettiği hesaplandı. Adanın kuzeybatı kıyısındaki yoğun kıyı erozyonu ve güneydoğu kıyısında ise marjinal birikim meydana gelmektedir. Ancak aşınma oranı, birikme oranından daha yüksek olduğu için ada gün geçtikçe küçülmeye devam etmektedir. Ghoramara'nın güneybatısında yer alan iki ada Lohachara ve Supribhanga çoktan sular altında kaldı. Yapılan hesaplamalar sonucunda, adanın toplam alanının 9.09 km²'den 4.8 km²'ye düştüğünü gösterdi.

Aydın ve Uysal (2013), “Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla İzlenmesi: Sakarya-Karasu” adlı çalışmada 1987-2013 yılları arasında Karsu sahilinin erozyon oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Kıyı değişimini belirlemek için 1987, 1995, 2003, 2011 ve 2013 yıllarına ait Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüler Erdas Imagine yazılımı ile kıyı çizgisi çizilmiş ve 21 noktadan kesit alınmıştır. Uydu görüntüleri çizilirken su ve karanın daha kolay ve hızlı çizilebilmesi için kızılötesi bant (bant 5) kullanılmıştır. Kesitler incelenerek yıllar arasında değişim belirlenmiştir. 1987 yılından 2013 yılına kadar olan sürede Sakarya Nehri’nin her iki tarafında 250-300 m civarında kıyı gerilemesi tespit edilmiştir. En büyük değişim ise 247 m ile Sakarya Nehri’nin Karadenize döküldüğü kısımda meydana gelmiştir. Bu gerilemeye sebep olan en önemli etken ise nehir üzerine inşa edilen barajlardır.

Mahapatra vd. (2013), “Shoreline Change Monitoring Along The South Gujarat Coast Using Remote Sensing and GIS Techniques” adlı çalışmada Landsat MSS (1972), Landsat TM (1990), Landsat ETM (2001) ve IRS P6, LISS-IV (2011) çoklu zamansal uydu görüntüleri kullanılarak Hindistan’da yer alan Gujarat eyaletine bağlı Surat, Navsari ve Valsad ilçelerinin kıyı şeridi değişimi incelenmiştir. Çalışma alanının uzunluğu 124 km’dir. Uydu verileri ERDAS IMAGINE s/w’de işlendi ve HTL, ARC Map s/w’de işaretlendi. Çok zamanlı uydu görüntülerini analizi sonucunda, 2001 ila 2011 dönemi arasında Güney Gujarat kıyılarının yaklaşık %83,06’sının aşınmakta olduğunu, kıyıların yaklaşık %10,15’inin sabit olduğunu ve kıyıların yaklaşık %6,78’inin birikmekte olduğu ortaya çıkmıştır. Yüksek derecede aşınan alanlar, başta Valsad bölgesi olmak üzere çalışma alanının güney kısmı boyunca meydana gelmiştir. 103 km uzunluğundaki Güney Gujarat sahilinin, 2001-2011 döneminde yaklaşık olarak 3,65 km²’lik bir alan erozyona uğramıştır. Çalışma alanındaki kıyı erozyonunun ana nedenleri, dalga hareketinin eşlik ettiği güçlü gelgit akıntıları ve nehirden gelen tortu girdisinin azalmasıdır. Bu erozyonun azalması için deniz duvarı ve moloz dökümü gibi çeşitli koruma önlemleri alınmalıdır.

Özpolat ve Demir (2014), “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kıyı Çizgisi Değişimi Belirleme: Seyhan Deltası” adlı çalışmalarında Seyhan Deltası’nın 1970 ile 2013 yılları arasındaki kıyı değişimini incelemişlerdir. 1970, 1987, 2000, 2009 ve 2013 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanarak CBS, Uzaktan Algılama yöntemlerini ve yazılımlarıyla bu görüntüler sayısallaştırılmış ve deltaya ait kıyı değişimleri belirlenmiştir. Bu veriler sonucunda, kıyı çizgisinde önemli bir miktarda değişim yaşandığı tespit edilmiştir. 1972-1987 yılları arasında bazı yerlerde kıyı, kara yönünde 600 m gerilemiştir. Seyhan Nehri’nin ağız kısmında ise 40 m/yıl kara yönüne doğru gerileme

yaşanmıştır. 1987-2000 yılları arasında nehir ağzında kara yönüne doğru 400 m gerileme yaşanmıştır. 2000-2009 yılları arasında nehri ağzında kara yönüne doğru 320 m gerileme gerçekleşmiştir. 2009-2013 yılları arasında 4 yıllık sürede nehir ağzında 140 m’lik bir gerileme gerçekleşmiştir. 1972-2013 yılları arasında Seyhan Deltasında sürekli bir şekilde gerileme yaşanmıştır. Bu gerilemenin en önemli nedeni Seyhan Nehri üzerinde yapılan barajlardır. Barajlar, nehrin getirdiği sedimanları tutarak deltaya ulaşmasına engel olmaktadır.

Güney ve Polat (2015), “Uzaktan Algılama Verileri ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: Aliğa ve Çandarlı Örneği” adlı çalışmada değişen kıyı çizgilerini belirlemek için Landsat MSS (1975), Landsat TM (1987) ve Landsat ETM (2000) uydu görüntüleri kullanılmıştır. 1975, 1987 ve 2000 yıllarına ait uydu görüntüleri elde edildikten sonra kontrolü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemi kullanılarak kıyı çizgisi sınırları belirlenmiş, tematik haritalar üzerinde değişim analizi yapılarak değişimin yönü ve boyutu belirlenmiştir. Bu görüntüleri kullanarak 1975-1987 ve 1987-2000 yılları arası değişim haritaları oluşturulmuş, Aliğa ve Çandarlı kıyıları bu iki harita üzerinden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kısa bir sürede iki alanında kıyıları önemli bir biçimde değişmiştir. Bu değişime sebep olan en önemli etken ise beşerî faaliyetlerdir. 1975-2000 yılları arasında çalışma alanında 153 hektar alan denizin doldurmasıyla elde edilmiştir. ÇED raporları incelendiğinde beşerî faaliyetlerle denizin doldurulma işleminin devam edildiği ve ilerleyen yıllarda kıyı çizgisinin dahada değişeceğini göstermektedir. Kısa zaman içinde en büyük değişim, Aliğa’da yaşanmıştır. Akarsular üzerinde yapılan barajlar nedeniyle, delta alanına sediman miktarı yeterince ulaşmamakta olup, bu alanın gerilemesine neden olmaktadır. Bu gerilemenin başka bir diğer nedeni ise delta alanlarından kum alınmasıdır.

Dipova (2016), “Antalya Konyaaltı Sahilinde Kıyı Erozyonu Tehlikesi” adlı çalışmada Antalya ilinin en önemli sahillerinden birisi olan Konyaaltı’nın 1934-2016 yılları arasındaki kıyı erozyonunu belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada kıyı erozyonunu belirlemek için 1934 yılına ait 1:25000 ölçekli topoğrafya haritası ve 2016 yılına ait DigitalGlobe uydu görüntüsünü karşılaştırmıştır. 1934 yılı haritası ve 2016 uydu görüntüsünün koordinatları aynı yapıldıktan sonra üst üste çakıştırılarak bu alanın kıyı değişimi tespit edilmiştir. Bu işlemten sonra 8 tane kesit belirlenmiş ve bu kesitlerinin değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak en büyük değişim, -70 m ile Boğaçayın ağız kısmının doğusunda olduğu tespit edilmiştir. Gürsu sahilinde ise kıyı erozyonu -50 metreye kadar ulaşılmıştır. Antalya limanının batısında ise 50 m’lik bir birikme tespit etmişlerdir.

Korkmaz vd. (2016), “Asi Deltası (Samandağ) Kıyı Kenar Çizgisil” adlı çalışmalarında, Asi Deltasının kıyı kenar çizgisi belirlemeye çalışılmıştır. Buna ek olarak mevcut kıyı kenar çizgisi ile rüzgârın şekillendirici etkisini hesaba katarak oluşturulan kıyı kenar çizgisi karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada Asi Deltasının kıyı jeomorfolojisi, morfometrik ölçümlerle belirlendikten sonra mevcut kıyı kenar çizgisi ile kıyı dinamiklerinin özellikleri dikkate alınarak çizilen kıyı kenar çizgisi karşılaştırılmıştır. Mevcut kıyı kenar çizgisini belirlemek için 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası ve Hatay Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 1/1000 ölçekli onaylı kıyı kenar çizgisi paftaları kullanılmıştır. Arazide yapılan GPS ölçümleriyle koordinatlandırılarak veriler CBS ortamına aktarılmış ve 2014 Google Earth uydu görüntüleriyle işlenmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) elde edilen veriler yardımıyla rüzgârın kıyıdağı etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, deltanın günümüzde kıyı kenar çizgisinin, kıyı dinamikleriyle pek uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedenin ise rüzgâr etkisinin dikkate alınmayışdır. Her yıl rüzgarlarla taşınan kumlar, sahil şeridinin 1. Bölümüne taşınıp, burada bulunan yapıları olumsuz etkilemektedir.

Thang vd. (2017), “Coastal Erosion Vulnerability of Kien Giang-The Western Mekong River Delta Coast in Vietnam” adlı çalışmada DSAS kullanılarak, Kien Giang’ın son 40 yıldaki kıyı çizgisi değişimini ve bu değişimde beşerî faktörlerin ne kadar etkili olduğunu incelemiştir. ArcGis 10 programı yardımıyla, 1973-2013 yılları arasında Kien Giang için 30 m ve 60 m çözünürlükte MSS, TM, ETM+ ve OLI_TIRS sensörlerinden elde edilen kıyı şeritleri konumları karşılaştırıldı ve DSAS 4.3’te resmileştirildi. Kien Giang kıyısı boyunca (208 km) 50 m aralıklarla oluşturulan 3.956 kesit için ArcGis’teki, DSAS uzantısındaki EPR yöntemi kullanılarak kıyı şeridi değişim oranları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanında 1973 ile 2013 yılları arasında 1.51 km aşınma ve 1.4 km birikme tespit edilmiştir. Kien Giang kıyısının 2,12’si (4.43 km) çok hızlı bir şekilde aşınmıştır. Ha Tien sahilinin sadece %0,51’i (0.1 km) ve Kien Luong sahilinin %2,78’i (1,29 km) çok yüksek oranda aşınmıştır. An Bien ve An Minh kıyılarında hızlı bir birikim yaşandığı görülmektedir. Bu kıyılar, diğer kıyılara kıyasla etkili koruyucu bariyerler olarak büyük mangrov saçaklarına sahiptirler. LRR analizleri, 1973-2013 yılları arasında, Kien Giang kıyı şeridinin %65’in de yığılmanın baskın olduğu gözükmiştir.

Topuz (2018), “Sarıkum Lagünü (Sinop) Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri ile İncelenmesi” adlı çalışmasında, Landsat uydu görüntülerini kullanarak, Sarıkum Lagünü’nün kıyı değişimini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda 1977-2015 yılları arasında, Sarıkum Lagünü’nün deniz ile bağlantısını sağlayan ağız

kısımında 40 metrelik bir değişimin olduğu tespit edilmiştir. 38 yıllık sürede kara lehine her yıl ortalama 1 metre değişim yaşanmıştır.

Kılar ve Çiçek (2018), “Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin DSAS Aracı ile Belirlenmesi” adlı çalışmalarında Göksu Deltası kıyısında meydana gelen değişimi DSAS aracı ile tespit etmeye çalışmışlardır. Bunun için farklı yıllara ait Landsat uydu görüntüleri temin edilmiş olup, elde edilen görüntülerden çalışma alanının yeri belirlenmiş ve farklı yıllara ait kıyı çizgisi haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalar aracılığıyla kıyı değişim oranı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, Shoreline Movement istatistiğine göre; Göksu Deltası 33 yıllık sürede -755 m gerilemiş ve 695 m ilerlemiştir. End Point Rate istatistiğine göre ise; 33 yılda kıyı erozyonu -38 m/yıl, birikme ise 21 m/yıl’dır. DSAS aracını elde ettiği sonuçlara göre, akarsu ağzı ve çevresi, İncekum Burnu yan kısımları birikmenin en fazla yaşandığı yerlerdir. Altinkum mevki, İncekum Burnu uç kısımları ve Paradeniz Lagünü kıyı kordonu aşınmanın en fazla yaşandığı yerlerdir. Eğer yeteri kadar önlemler alınmasa, kıyı erozyonun önümüzdeki yıllarda dahada hızlanacağı öngörülmektedir.

Libriyono vd. (2018), “Spatial Modelling of Shoreline Change to Coastal Disaster Management in Jakarta Bay” adlı çalışmada Jakarta Körfezi’ndeki ıslah edilmiş adaların ve dev deniz duvarının kalkınma planları ile ilgili kıyı şeridi pozisyonlarının tahminleri ve nicel yollarla gelecekteki kıyı şeridi değişikliklerinin mekânsal modelini sağlamayı amaçlamıştır. Çalışmada Historical Trend Analysis (HTA) metodu kullanılmıştır. Bu metot için Geospatial Information Agency (BIG) tarafından 2013-2014 yıllarında yapılan batimetrik veriler ve karasal kıyı şeridi araştırması verileri, sedimantasyon paternleri ve 1975-2015 yılları arasında çekilmiş Landsat uydu görüntüleri elde edilmiştir. DSAS aracı içinde yer alan HTA istatistik yöntemi, elde edilen verileri kullanarak bölgenin mevcut ve geçmiş kıyı şeridinin pozisyonunu ve geometrisini elde edilmesini sağlar. Gelecekteki kıyı şeridi tahmini, ortalama değer değişimlerinin gerekli yıl sayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır. Pozisyonu tahmin etmek için temel olarak kullanılan kıyı şeridi, 2015'te bir kıyı şerididir. Tahmin, 2020, 2030 ve 2035'te bir kıyı şeridi oluşturacak şekilde yapılmıştır. Jakarta Körfezi'ni çevreleyen kıyı özelliklerinin batı, güney ve doğu olmak üzere 3 bölgeye ayrılmıştır. 1972-2015 yılları arasında, kıyı çizgisi değişimlerinin modelleme sonuçları, çalışma alanının çoğu yerinde ortalama -2,24 metre/yıl değişim hızıyla erozyonun baskın olduğunu göstermektedir. Kıyı şeritlerinin çoğu batı ve güneyde karaya (erozyon) doğru kayarken, yığılma vakası çoğunlukla Jakarta Körfezi'nin doğu kesiminde meydana gelmiştir. 2035'te kıyı şeridinin öngörülen konumuna göre, bazı adalar arasında birikme yaşanacak ve adalar ile anakara (Java Adası) arasında birleşme yaşanabilir.

Şenol (2019), “Harşit Çayı Deltası’nda (Giresun) Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1947-2017)” adlı çalışmasında 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları, 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası, kadastro paftaları ve 1/35.000 ile 1/25.000 arasında değişen 1946, 1947, 1955, 1973, 1975 ve 1984 yıllarına ait hava fotoğrafları ve de 2007-2017 yıllarına ait Google Earth uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanı küçük olduğu için Landsat uydu görüntüleri iyi bir görüntü kalitesi sunmamaktadır. Hava fotoğrafları daha ayrıntılı bir görüntü sunmaktadır. Bu yüzden CBS ortamında, eskiden yeniye doğru hava fotoğrafları üst üste bindirerek Harşit Çayı Deltasının zaman içindeki değişimi analiz edilmiştir. Sonuç olarak, Delta 1950 yılından sonra yerleşme açılmış ve 1985 yılından sonra yerleşme sayısı hızla çoğalmıştır. Bu durum deltayı besleyen akarsuyun materyal getirmesini azaltmış ve deltanın geleceğini riske atmıştır.

Natarajan vd. (2021), “Shoreline Changes Over Last Five Decades and Predictions for 2030 and 2040: a Case Study From Cuddalore, Southeast Coast of India” adlı çalışmada 6 farklı yıla ait (1972, 1980, 1990, 2000, 2010 ve 2020) uydu görüntülerini kullanarak, DSAS 5.0 aracı sayesinde Hindistan’ın güneydoğusunda bulunan Cuddalore kıyı çizgisinin son 50 yıldaki değişimini incelemiştir. DSAS aracı ile kıyı çizgileri belirlendikten sonra LRR, EPR ve NSM istatistik analizlerini kullanarak, Çalışma alanının 50 yıllık kıyı çizgisi değişimi ortaya konulmuştur. LRR ve EPR hesaplamalarına göre 42 km boyunca, maksimum erozyon oranı yılda 6.8-7.2, maksimum birikme oranı ise yılda 3.9-4.2 olarak tespit edilmiştir. NSM istatistiğine göre, yaklaşık olarak 340 m kıyı gerilemesi yaşanmıştır. Bu çalışmada Kalman filtre modeline kullanılarak, 2040 yılına kadar Chinna vaaikaal bölgesinde 274 m kıyı şeridi erozyonu yaşanacaktır. Puthupettai bölgesi ise 538 m birikme yaşanacağı tahmin edilmektedir. Sonuç olarak Chinna vaaikaal bölgesi yüksek riskli erozyonun olduğu tespit edilmiştir. Bu erozyonun etkisini en aza indirmek için iskele, deniz duvarı ve yeşil alan oluşturulmalıdır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KIYI MORFOLOJİSİ VE KIYI EROZYONU

Bu bölümde kıyı alanlarıyla ilgili yapılan tanımlamalar özetlenmiş, kıyılarda aşındırma ve biriktirme süreçleri anlatılmış, kıyı erozyonuna neden olan etmenlere ve bu etmenlerin hangi yöntemler kullanılarak tespit edildiği açıklanmıştır. Ayrıca bu bölümde kıyı erozyonun önlenmesi için uygulanan yöntemlere de değinilmiştir.

1.1. Kıyı Alanları ile İlgili Tanımlar

Kıyıların tarih boyunca medeniyetlerin en çok yerleştiği alanların başında gelmesinin nedeni kıyıların, kara, su ve havanın bir arada bulunduğu, yeryüzünün önemli yerleşim alanlarından birisi olmasından dolayıdır. Kıyılar ilk zamanlarda, beslenme ve güvenlik açısından önemli alanlarken, daha sonra ticaret, sanayi, doğal kaynak ve yerleşim yeri açısından daha fazla önem kazanmışlardır (Erkal, 2015: 23; Kurt, 2015: 93; Garipağaoğlu vd., 2014: 61; Çelik, 2015: 37). Kıyı alanları hakkında pek çok tanım yapılmıştır. Aşağıdaki bölümde bu tanımlar açıklanmıştır.

1.1.1. Kıyı Çizgisi

Günümüzde yürürlükte olan 3621 sayılı 1990 kıyı kanununa göre; “deniz, doğal ve yapay göl, akarsuların taşkın durumları dışında, suyun karaya değdiği noktaların birleşmesinden oluşan çizgiye kıyı çizgisi denilmektedir” (Şekil 1.1) (Kıyı Kanunu, 1990, madde 4: 76).

Ardos ve Pekcan’a (1994) göre; “deniz ile karanın birleştiği yere kıyı çizgisi denir” (Ardos ve Pekcan, 1994: 104).

Sanır’a (2000) göre kıyı çizgisi; “ortalama deniz düzeyi ile kara arasındaki sanal sınır çizgisidir” (Sanır, 2000: 175).

Erinç’e (2001) göre kıyı çizgisinin tanımı; “taşkın anları dışında ve meteorolojik olaylara göre değişebilen herhangi bir anda, kara ile denizi ayıran sınıra kıyı çizgisi denir” (Erinç, 2001: 313).

Atalay’a (2004) göre kıyı çizgisi; “dalgalardan etkilediği yer ile kara arasındaki sınırdır” (Atalay, 2004: 256).

Boak ve Turner (2005) kıyı çizgisini; “kara ve suyun fiziksel arayüzü ile çakışması olarak tanımlamışlardır” (Boak ve Turner, 2005: 689).

Turoğlu (2017) kıyı çizgisini; “deniz, göl, akarsu ve yapay su rezervuarlarında; taşkın durumları dışında suyun herhangi bir anda kara parçasına değdiği noktaların birleştirilmesi ile oluşan ve kara ile su ortamını birbirinden ayıran, güncel ve kısa süreler için değişebilen sınır olarak tanımlar” (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 6-7).

Yağışlı dönemlerde su seviyesinin yükselmesiyle beraber kıyı çizgisi kara yönüne doğru ilerlemektedir. Buna “Yüksek Su Seviyesi” kıyı çizgisi denilmektedir. Yağışın az olduğu dönemlerde su seviyesinde azalma meydana gelir. Bu duruma “Alçak Su Seviyesi” kıyı çizgisi denilmektedir. “Normal Su Seviyesi” ise kıyı çizgisinin ekstrem olaylar dışındaki olan durumuna denilmektedir (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 7).

1.1.2. Kıyı Kenar Çizgisi

3621 sayılı 1990 kıyı kanununa göre; “Deniz, doğal ve yapay göl, akarsularda, kıyı çizgisinden sonra kara yönüne doğru, su hareketlerinin oluşturulduğu kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık ve benzeri alanların doğal sınırına kıyı kenar çizgisi denir” (Şekil 1.1) (Kıyı Kanunu, 1990, madde 4: 76).

Sesli’ye (2006) göre; “deniz, göl ve akarsuların, kıyı özelliği gösteren kesimlerinde kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu alanlarının doğal sınırına kıyı kenar çizgisi denilmektedir” (Sesli, 2006: 12).

Kıyı kenar çizgisi, bir kıyının sınırlarını oluşturmaktadır. Jeomorfolojik açıdan bakıldığında iki kıyı kenar çizgisi bulunmaktadır. Kıyıyı kara tarafından sınırlayan çizgiye “Karasal Kıyı Kenar Çizgisi” denir. Kıyının deniz içindeki sınırına ise “Denizel Kıyı Kenar Çizgisi” denir (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 10). Genellikle falezlerin olduğu kıyılarda kıyı kenar çizgisi falezlere denk düşmektedir (Gazioğlu vd., 2013: 187).

1.1.3. Kıyı

3621 sayılı 1990 kıyı kanununa göre; “kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki alan kıyı denilmektedir (Şekil 1.1) (Kıyı Kanunu, 1990, madde 4: 76).

Ardos ve Pekcan’a (1994) göre; “karanın denizde son bulduğu, yatay yönde gelişmiş belirli bir genişliği olan kısma kıyı denilmektedir” (Ardos ve Pekcan, 1994: 104).

Sanır’a (2000) göre kıyı; “deniz, göl ve akarsuyun, kara ile arasındaki sınır şerididir” (Sanır, 2000: 174).

Erinç’e (2001) göre; “deniz ve göl sularının en alçak oldukları zamandaki sınır ile falezlerin tabanı arasında kalan şeride kıyı denilmektedir” (Erinç, 2001: 313).

Atalay’a (2004) göre; “en düşük dalga ile en yüksek dalga arasındaki alana kıyı denilmektedir” (Atalay, 2004: 255).

Gazioğlu vd., (2013) “deniz ve göl sularının çekildiği sınır ile suyun aşındırma ve biriktirme faaliyetleri sonucunda meydana gelmiş olan kumluk, taşlık, sazlık ve bataklık gibi unsurların yayıldığı sınır arasında kalan bölgeye kıyı denir” (Gazioğlu vd., 2013: 17).

Finkl’e (2016) göre; “kıyı alanı hem karasal hem de batık alanlarını içeren ve idari olarak kıyı bölgesi yönetimi için belirlenmiş bir coğrafi alanı ifade eder” (Finkl, 2016: 104).

Hossain vd., (2022) “ortalama deniz seviyesine yakın tüm alçak alanlara kıyı adını verir” (Hossain vd., 2022: 576).

Yakın Kıyı: Bu bölüm daima su hareketlerine maruz kalmakta olup kıyının su altında kalan kısmıdır. Yakın kıyının sınırları ise, kara tarafında kıyı çizgisi, deniz tarafında ise denizel kıyı kenar çizgisi ile sonlanmaktadır. Deniz tabanında eğimin az olması yakın kıyı kuşağına genişleme olanağı sağlamaktadır. Ancak deniz tabanında eğimin fazla olması yakın kıyı kuşağını büyük oranda hatta bazen tamamen ortadan kaldırabilir (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 15-16-17).

Ön Kıyı: Atalay’a (2004) göre; “alçak ve yüksek su seviyesi arasında uzanan kıyı kesimidir” (Atalay, 2004: 343). Yakın kıyı ve art kıyı kuşakları arasında yer almaktadır. Bu kuşağın belli bir kısmı sular altında kalmaktadır. Okyanus, deniz ve göl sularının meteorolojik olayalar veya gel-git (med-cezir) oluşumuna bağlı olarak çekildiğinde sular altındaki kısım kıyı içinde kalır. Suların yükseldiği dönemde ise kıyı çizgisi karaya doğru ilerler ve ön kıyının tamamını sular altında bırakabilir (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 17; Gazioğlu vd., 2013: 187).

Art Kıyı: Bu bölüm doğrudan su ile temas halinde değildir. Art kıyı, kıyı çizgisi ile karasal kıyı kenar çizgisi arasında kalan kuşaktır. Diğer bir deyişle ön kıyının kara tarafındaki sınırı ile denizin etkisinin son bulunduğu kara tarafındaki sınır arasında kalan kuşağa art kıyı kuşağı denilir. Bu kuşakta lagünler, göller, bataklıklar, sazlıklar vb. sulak alanlar yer almaktadır (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 20).

Dar-Yüksek Kıyılar: Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi üst üste çakışır. Bu tür kıyılara dar kıyı adı verilir (Şekil 1.1) (Kıyı Kanunu, 1990, madde 4: 76). Dar ve yüksek kıyılar, falezlerin fazla olduğu kıyılarda oldukça sık gözükmemektedirler. Eski kıyı yönetmeliğinde sadece dar kıyının tanımı yapılmakta olup herhangi bir ayrıma gidilmemiştir (Gazioğlu vd., 2013: 23). Ancak Kıyı Kanununun Uygulanmasına İlişkin Yönetmelikte, 30.04.1994 tarihli 21890 sayılı resmî gazete de zenginleştirilmeye gidilip, “plaj ya da abrazyon platformu olmayan veya çok dar olan, şev veya falezle son bulan kıyılara dar-yüksek kıyılar denilmiştir” (Kıyı Yönetmeliği, 1990, 4). Bu tip kıyılarda yakın, ön ve art kıyı kuşakları oldukça dar olmakta, bazen ise tamamen olmamaktadır (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 5).

Alçak-Basık Kıyılar: Kıyıdan karaya doğru, genişliği fazla ve yüksekliği az olan, iç ve dış süreçlerle oluşan plaj, kıyı kordonu, lagün, bataklık, sazlık, kumluk, çakıllık, taşlık ve kayalık alanlar içeren kıyılardır (Gazioğlu vd., 2013: 25). Bu kıyılarda eğimin az olması ve genişliğin fazla olmasından dolayı yakın, ön ve art kıyı kuşaklarının hepsi net bir şekilde görülmektedir (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 5).

Plajlar: Turoğlu'na (2017) göre; “düz, düze yakın, az eğimli ya da rüzgâr ve dalga şekillendirmesinin etkisi altındaki, genişliği birkaç metreden birkaç yüz metrelere kadar değişebilen, kum, çakıl vb. denizel kökenli taneli malzemelerin yer aldığı kıyı bölümüne plaj denir”. Plajlar ön kıyının su dışındaki bölümü ile art kıyı kuşağında oluşurlar. Diğer bir deyişle plajlar, kıyı çizgisi ile karasal kıyı kenar çizgisi arasında oluşmaktadır (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 25). Plajlar, dalgaların kum ve çakıl gibi malzemeleri kıyıda biriktirmesi ile oluşur (Ardos ve Pekcan, 1994: 144). Bird'e (2008) göre; plajlar, kıyıda, boyutları çok ince kumdan çakıllara, kaldırım taşlarına ve bazen kayalara kadar değişen, genellikle kabuklu malzeme içeren, gevşek, pekişmemiş tortu birikimidir. Dünya kıyı şeridinin yaklaşık yüzde 40'ını plajlar çevreler (Bird, 2008: 133).

3830 sayılı kıyı kanununa göre sahil şeridi; deniz, doğal ve yapay göllerde kıyı çizgisinden itibaren karaya doğru en az 100 metrelik alana denilmektedir. Sahil şeridi kıyı kanuna göre iki bölüme ayrılmıştır (Şekil 1.1). Birinci bölüm; kıyı kenar çizgisinden başlanarak, karaya doğru 50 metrelik alanı kapsar. Bu bölüm yeşil alan, çocuk bahçesi, gezinti alanları, yaya yolları, dinlenme ve yönetmelikte tanımlanan rekreatif alanlardan oluşmaktadır. İkinci bölüm; birinci bölümünden başlanarak, kara yönünde yatay olarak en az 50 metre genişliğinde olmak üzere belirlenen ve üzerinde sadece kanunun 8. maddesinde ve bu yönetmelikte tanımlanan, toplumun yararlanmasına açık, günübirlik turizm yapı ve tesisleri, taşıt yolları, açık otoparklar ve arıtma tesislerinin yer aldığı bölümdür (Kıyı Yönetmeliği, 1990, 4).



Şekil 1.1 : Kıyı kanununa göre kıyı tanımlarını gösteren kroki.

1.1.4. Yapay Kıyı

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte özellikle son yıllarda, denizin doldurulmasıyla oluşan yapay kıyılar görülmektedir (Fotoğraf 1.1). Turoğlu'na (2017) göre yapay kıyılar; “oluşum gelişiminde insanın doğrudan ya da dolaylı yoldan etkide bulunduğu ve bu etkiler sonucunda doğal kıyı özellikleri yok olan kıyılardır” (Turoğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2017: 27). Denizlerin doldurulması, denizden veya plajlardan kum, çakıl vb. çıkarılması, barajların inşa edilmesi gibi beşerî müdahaleler sonucunda kıyılar hızlı bir şekilde değiştirmektedir. Denizden veya plajlarda kum ve çakıların çıkarılması yakın, ön ve art kıyıların daralmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır (Turoğlu, 2019: 16). Akarsular üzerine barajların inşa edilmesiyle birlikte, kıyıya gelen sediman miktarında azalmalar yaşanmaktadır. Bu tür beşerî faaliyetler sonucunda kıyı erozyonu hızlı bir şekilde aktarmaktadır.



Fotoğraf 1.1 : Yapay kıyıya bir örnek: İzmir/Konak (<https://kentstratejileri.com/2018/01/19/kiyi-dolgulari-ve-su-baskinlari/>. Erişim Tarihi: 02.04.2023).

1.2. Kıyılarda Aşınım ve Birikim

Dalgalar ve akıntılar kıyıya yaklaştıkça, derinliğin azalmasından dolayı hızlarını kaybederler. Dalgalar verev bir şekilde çarptıkları kıyılardan malzeme aşındırırlar. Aşındırdıkları bu malzemeyi ilerledikleri yöne doğru taşırlar, enerjilerinin azaldığı kesimlerde ise biriktirmeye başlarlar. Böylece kıyılarda bir alanda birikme meydana gelirken, diğer bir alanda ise aşınma meydana gelir. Koy ve körfezlerde bu olay sıkça görülmektedir. Koy ve körfezlerin kenarlarına verev bir şekilde çarpan dalgalar aşındırma yaparak kıyının gerilemesini sağlarken, aşındırdıkları malzemeyi koy ve körfezlerin iç kısımlarına doğru taşıyarak biriktir ve kıyının ilerlemesini sağlar. Eğer biriktirilen malzeme, taşınan malzemeden fazla ise kıyı ilerler, az ise kıyıda erozyon meydana gelir (Atalay, 2001: 237, 238; Bird, 2008: 201).

Dalgalar, akıntılar, akarsular, rüzgârlar, canlılar, kütle hareketleri gibi çeşitli etken ve süreçler sonucunda, kıyılar doğrudan ya da dolaylı yollardan şekillenmeye başlar (Erinç, 2001: 316; Gazioğlu vd., 2013: 54; Turoğlu ve Yiğitbaşoğlu, 2017: 31).

1.2.1. Kumullar

Rüzgar tarafından taşınan kum taneciklerinin, rüzgarın taşıma gücünü kaybettiği alanda yığılıp birikmesiyle oluşan şekillere kumul denir (Fotoğraf 1.2). Kumulların şekillenmesinde rüzgarın hızı, rüzgarın esiş yönü, rüzgarın sürekliliği ve bitki örtüsü gibi etmenlere bağlıdır. Birbirinden farklı kumul tiplere bulunmaktadır. Kumul tiplere hakkında farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Kumul eksen ve hakim rüzgar yönüne göre *enine kumullar* ve *boyuna kumullar* olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Fakat farklı yönlerden esen rüzgarlara maruz kalan sahalarda ise Yıldız kumulları oluşur. Kıyı alanlarında bulunan kumlar genel olarak enine kumul türüdür. Enine kumul tipi hakim rüzgar yönüne dik olarak uzanır (Hoşgören, 2015: 15; Erinç, 2015: 35). Bu kumul alanlarının olduğu yerde seyrek bitki örtüsü ve bolca kumul bulunmaktadır. Phaselis Antik Kentinde bulunan kumullar da buna örnek olarak verilebilir.



Fotoğraf 1.2 : Enine kumullar (<https://tr.pinterest.com/pin/large-transverse-dunes-and-small-barchanoid-ridges--385480049327898684/>. Erişim tarihi: 25.03.2023).

1.3. Erozyonun Tanımı

İnsanlar ve bir çok canlı için hayat kaynağı olan toprağın, su ve rüzgarlar aracılığıyla bulunduğu alandan başka bir yere taşınmasına erozyon denir. Erozyonun meydana gelmesinin başlıca nedeni toprağın bitki örtüsünden yoksun olmasından dolayıdır. İnsanların araziye yanlış kullanması erozyon hızlandırır. Erozyonun meydana gelmesiyle tarım alanları verimsiz hale gelerek, o bölgede yaşayan insanların göç etmelerine neden olur. Son elli yılda, dünya tarlalarının üçte birinden fazlası erozyon nedeniyle yok olmuştur (Mater, 1998: 198; Karaoğlu, 2016: 41; Beykzade ve Beykzade, 2019: 29; <https://cem.csb.gov.tr/turkiye-de-erozyon-i-103687>. Erişim Tarihi: 24.04.2023).

1.3.1. Erozyon Tipleri

Erozyon su erozyonu, rüzgâr erozyonu, kar erozyonu, buzul erozyonu, dalga erozyonu, organik erozyon, antropojenik erozyon ve yerçekimi erozyonu olmak üzere çeşitli tiplere ayrılır (Tablo 1.1) (Mater, 1998: 211).

Tablo 1.1 : Erozyon tipleri sınıflandırması (Mater, 1998: 211).

Erozyon Tipleri	Alt Grupları
Su Erozyonu	➤ Yağmur Damlası Erozyonu ➤ Yüzey Erozyonu ➤ Oluk Erozyonu ➤ Oyuntu Erozyonu ➤ Akarsu Erozyonu
Rüzgâr Erozyonu	➤ Süspansiyon Hareketi ➤ Yüzey Hareketi ➤ Sıçrama Hareketi
Kar Erozyonu	
Buzul Erozyonu	
Dalga Erozyonu	➤ Hidrolik Etki ➤ Korrazyon ➤ Korozyon
Organik Erozyon	➤ Fitojenik Erozyon ➤ Zoojenik Erozyon
Antropojenik Erozyon	
Yerçekimi Erozyonu	

1.3.2. Kıyı Erozyonu

Dalga ve akıntıların neden olduğu kıyı şeridinin karaya doğru yer değiştirmesi olayına, *kıyı erozyonu* adı verilir. Dalga ve akıntılar kıyıları hidrolik etki, korrazyon ve korozyon süreçleriyle 3 yolla aşındırır. Dalgaların kaya yüzeyine çarparak havanın çatlaklar içinde sıkışmasına neden olur, bu süreç sonucunda oluşan basıncın etkisiyle kaya parçalanır. Bu dalga aşındırma tipine hidrolik etki denir. Deniz yoluyla taşınan malzemelerin güçlü dalgalar tarafından alınıp kıyı şeridine fırlatılması ve bunun sonucunda daha fazla malzemenin kırılması ve deniz tarafından taşınması olayına korrazyon denir. Korozyon ise, suyun çatlaklara ve deliklere girip, kayayı kimyasal yollarla çözüp aşındırmasıdır (Mater, 1998: 210).

1.3.3. Kıyı Erozyonuna Neden Olan Faktörler

Kıyı Çevre Komisyonu, önceki yüzyılda dünya çapında kıyı şeridi değişiklikleri ile ilgili çalışma yaparak konu hakkında deliller toplamış ve elde ettiği sonuçlara göre kıyı erozyonun küresel boyuta yaygınlaştığını ortaya koymuştur. 1976 ve 1984 yılları arasında, sahille çevrili kıyı şeritlerinin uzunluğunun yüzde 70'ten fazlası geri çekilmiş, yüzde 10'dan

azı ilerlemiş, dengede kalmış ya da net kazanç veya kayıp olmaksızın münavebeler göstermiştir (Bird, 2008: 202).

Kıyı erozyonunun nedenlerini araştıran Kıyı Çevre Komisyonu, tek, basit ve evrensel bir açıklama olmadığını tespit etmiştir. Kıyı erozyonunu başlatan veya hızlandıran birçok faktörün, göreceli önemleri bir kıyıdan diğerine değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Genellikle bu faktörlerin birden fazlası, belirli bir kıyıda erozyonun başlamasına veya yoğunlaşmasına katkıda bulunmuştur (Bird, 2008: 202-203; Leatherman vd., 2000: 55).

Bird (2008), Kıyı erozyonuna neden olan faktörleri aşağıdaki gibi açıklamıştır:

1. Kıyının bir şekilde çökmesi ya da deniz seviyesinin karaya oranla yüksekte kalmasıyla, deniz daha büyük dalgalar oluşturur. Bu da kıyıya çarpan dalga sıklığını artır. Kıyıya ne kadar sık dalga gelirse, kıyı o kadar çok aşınır.

2. Akarsular tarafından taşınan tortu ile beslenen kıyılarda, azalan akış sonucunda akarsu ağızlarına tortu verimindeki herhangi bir azalmayı erozyon takip etmektedir. Böyle bir azalma, akarsu havzasında azalan yağış veya kar ve buzun daha az erimesinden kaynaklanabilir, ancak daha çok akarsu üzerine barajların inşa edilmesinin bir sonucudur. Bunlar, akarsu ağızındaki ve yakınındaki plajlara kum ve çakıl tedarikini keserek akarsu tortusunun boşaltımını durdurur. Sonuç olarak, daha önce akarsudan tortunun gelişile korunan veya ilerleyen kumsallarda erozyon başlar.

3. Yol, bina gibi inşaat yapımında kullanılmak üzere bir kıyıdan kum veya çakıl çıkarıldığında, kıyı profili yapay olarak alçaltılarak daha büyük dalgaların, fırtınalar sırasında sahile daha güçlü bir şekilde aşındırmasına neden olur.

4. Kıyıdan iç bölgeye doğru olan tortu kayıpları, kıyıdan esen rüzgarların iç kısımlara kumu taşınması veya fırtına dalgaları sırasında sahil kumunun ve çakılın arka kıyıya ya da lagünlere, hendeklere veya bataklıklara taşınmasıdır. Alternatif olarak, rüzgarlar, dalgalar ve akıntılar tarafından kıyı boyunca getirilen tortu, lagün girişlerine veya nehir ağızlarına sürüklenebilir. Kıyı kesimde meydana gelen kayıpların yerine, yeni sedimanlar gelmezse, kıyı profil alçalır ve kıyı şeridi geri çekilir.

5. Beton, taş bloklar, çelik levha veya keresteden yapılmış bir deniz duvarı gibi katı bir yapıya çarpan dalgalar yansıtılır ve tortuyu duvarın dibinden uzaklaştırarak denize doğru akıntılar oluşturur. Kumsalların gerisinde, deniz duvarlarının inşa edildiği birçok kıyıda kumsalların yok olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek gelgitteki fırtına dalgaları daha sonra sahili taşarak duvara çarpar ve yansımaları sahilin daha fazla aşınmasına ve sonunda deniz duvarının altını oyup yok olmasına neden olur.

6. Kıyı malzemesinin şiddetli bir yağış esnasında ya da kar ve buz erimeleriyle yüzeysel akışla kıyıdan uzaklaştırılabilir. Çakılı kıyılara oranla, kumulu kıyılarda bu olay daha sık yaşanabilir.

7. Kıyı sularında fırtınaların sıklığında ve şiddetinde bir artış, daha önce sabit olan veya ilerleyen kumsalların erozyona uğramasına neden olabilir. Kumsal profilleri, dalga enerjisine göre ayarlanmış içbükey bir biçim elde edene kadar fırtına dalgalarıyla kesilir ve dikleştirilir. Art arda gelen bir dizi fırtına özellikle daha da yıkıcı olabilir. Tsunamiler, fırtınalara benzer bir etkiye sahip olabilir, kıyıya yakın suları derinleştirir ve daha büyük dalgaların sahili aşındırmasına izin verir.

8. Deniz seviyesinin yükselmesi de kıyı erozyonuna neden olmaktadır. Yükselen denizle beraber daha büyük dalgaların, kıyıya çarparak aşındırma yapması muhtemeldir.

9. Gelgit aralığındaki bir azalma, kıyı erozyonunu başlatan veya hızlandıran dalga eyleminin etkinliğini artıracaktır. (Bird, 2008: 202-216).

1.3.4. Kıyı Erozyonu Tespitinde Kullanılan Yöntemler

Yapılan literatür çalışması sonucunda, kıyı şeridi değişikliklerini analiz etmek için birçok farklı yöntemin kullanıldığı görülmüştür. Bu yöntemlerden bazıları ise; tarihsel fotoğraflar, kıyı haritaları, hava fotoğrafları, video görüntüleme, sensörler, sahil araştırmaları, GPS, uzaktan algılama yöntemleri, Multispektral/Hiperspektral görüntüleme, insansız hava araçları (İHA), Lidar, ve DSAS'dır. (<https://encyclopedia.pub/entry/22514>. Erişim Tarihi: 02.05.2023).

A. *Eski Fotoğraflar*

Tarihsel kara tabanlı fotoğraflar, kıyı araştırmacısına belirli bir morfolojik özelliğin varlığı gibi genel arka plan bilgileri sağlar. Bununla birlikte, çoğu kara tabanlı fotoğrafında, ölçek veya yer kontrol noktaları hakkında sınırlı bilgi vardır ve genellikle fotoğrafın çekildiği andaki deniz koşulları (gelgit ve dalgalar) hakkında hiçbir bilgi yoktur. Bu sebeplerden dolayı, tarihi fotoğrafların çoğu, geçmiş kıyı şeritlerinin haritalanmasında uygulama açısından sınırlı bir değere sahiptir (Boak ve Turner, 2005: 697).

B. *Hava Fotoğrafları*

1920'lerde dünya çapında kıyı şeridinin dikey hava fotoğrafları toplanmaya başlandı, ancak makul kalitede stereo hava fotoğrafları 1930'ların sonlarına kadar mevcut değildi. Hava fotoğrafları kıyının iyi bir uzamsal kapsamını sağlar, ancak zamansal kapsama çok bölgeye özgüdür. Hava fotoğrafları başlangıçta bozuk bir görüntüye sahiptirler bu nedenle bir kıyı şeridini belirlemek için hava fotoğraflarını kullanılmadan önce düzenlenmesi gerekir. Yaygın

distorsiyonlar arasında radyal distorsiyon, rölyef distorsiyonu, uçağın eğimi ve eğimi ve bir uçuş hattı boyunca irtifadaki değişikliklerin neden olduğu ölçek değişimleri yer alır. Modern elektronik fotogrametri, dijital olarak taranan bir çift hava fotoğrafının üç boyutlu bir dijital arazi modeline ve coğrafi olarak düzeltilmiş bir ortofotoya dönüştürülmesine olanak tanır. Veri referanslı yükseklik bilgilerinin eklenmesi, gelgit referans noktası tabanlı kıyı şeritlerinin kolayca ve doğru bir şekilde belirlenmesine olanak tanır. Mevcut olduğu yerlerde, geçmiş kıyı şeridi konumlarını belirlemek için en yaygın veri kaynağı hava fotoğrafıdır (Overton ve Fisher, 1996: 3750; Anders ve Byrnes, 1991: 17; Hapke ve Richmond, 2000: 32; Boak ve Turner, 2005: 698).

C. Video Görüntüleme

Video görüntüleme teknolojisinin ortaya çıkışı, sahilin daha yüksek frekanslı ve sürekli görüntülerinin görünür dalga boylarında toplanmasını sağlamıştır. Bu sistemler, kıyı sistemindeki ayrıntılı değişiklikleri izlemenin yanı sıra uzun vadeli kıyı şeridi değişikliklerine ait bilgileri edinmemizi sağlar. Bu yöntemde, kıyı şeridi boyunca bir veya daha fazla kamera sahile yerleştirilir. Kameralar, görüntülerin yakalanmasını ve ön işlenmesini kontrol eden otomatik bir bilgisayara bağlıdır. Orijinal görüntüler eğiktir ve bir kıyı şeridi belirlemek için kullanılmadan önce düzeltilmeleri gerekir. Diğer tüm veri kaynakları yalnızca anlık bir kayıt toplarken, bu tür sistemler zamansal olarak yoğun ancak mekânsal olarak sınırlı veri kümeleri sağlar. Diğer bir deyişle, kapsama alanı, kıyı görüntüleme sistemlerinin kurulu olduğu ayrık lokasyonlarla sınırlı olmakla birlikte, bu lokasyonlarda veri toplanması sürekli (Holman vd., 1993: 78; Holland vd., 1997: 81; Boak ve Turner, 2005: 699).

D. Mikrodalga Sensör

Dalga boylarının mikrodalga aralığından gelen veriler, uzaydan gelen sentetik açıklıklı radar kullanılarak toplanır. Yeryüzünde bulunan bir nokta hakkında bilgi almak için, sinyalin geri dönüş süresi ve sinyal gücü hesaplanır. Geniş uzamsal alanlar radar teknolojisi kullanılarak taranabilir, ancak maliyeti yüksektir. Veriler kolayca bir dijital arazi modeline dönüştürülebilir, bu yöntem kıyı şeritlerinin iyi bir şekilde belirlenmesini sağlar (Cracknell, 1999: 485; Boak ve Turner, 2005: 699).

E. Multispektral/Hiperspektral Görüntüleme

Uydular artık dünyanın pek çok kıyı şeridinin neredeyse sürekli olarak izlenmesini sağlıyor. Landsat, SPOT, vb. gibi geleneksel multispektral uydu uçuşlu araçlar, sınırlı sayıda geniş bantta ayrı bir sinyal üretir. Multispektral görüntüde sınırlı sayıda bant kullanılır ve daha geniş aralıktadır. Hiperspektral görüntüde ise, çok sayıda bant kullanılır ve daha dar alanlı görüntülenme yapar. Multispektral/hiperspektral görüntünün avantajları, kapsanabilen geniş

alanlar ve sağlanan ayrıntılı spektral bilgilerdir. Sahil şeritleri, gözle görülür şekilde fark edilebilen kıyı özelliklerinden veya dijital görüntü işleme tekniklerinin uygulanmasıyla elde edilebilir (Cracknell, 1999: 486; Boak ve Turner, 2005: 698).

F. Uzaktan Algılama

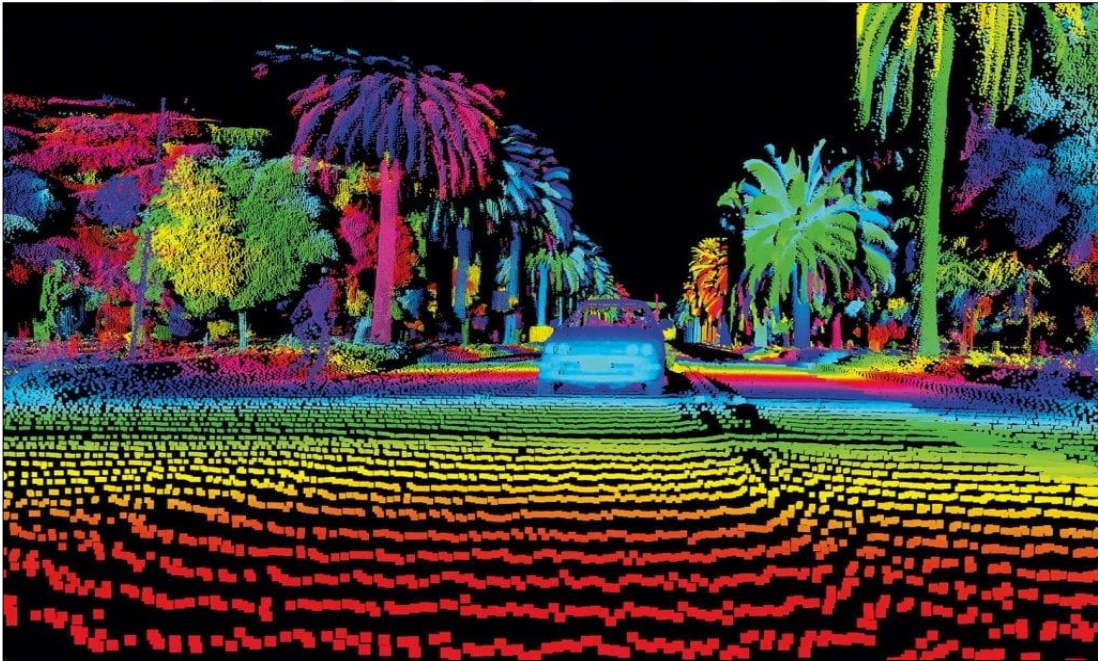
Uzaktan algılama yöntemleri, dünya yüzeyindeki veya yakınındaki nesneler ve bu nesnelerden yansıyan veya yayılan radyasyona dayalı olarak atmosfer hakkında bilgi edinmemizi sağlar. Veriler, genellikle havadan ve uzaydan belli bir mesafeden İHA, uçaklar ve uydular sayesinde çekilen görüntüleri analiz ederek sağlanır. Bu tür veriler, dünya yüzeyinin ve atmosferinin bileşimini ve doğasını yerelden küresel ölçeğe kadar belirlememize ve farklı zamanlarda çekilen görüntüleri analiz ederek değişiklikleri değerlendirmemize olanak tanır. Bu anlamda, uzaktan algılama, başka türlü elde edilmesi zor veya imkânsız olan bilgilerden faydalanmamızı sağlar. Yeryüzünden yansıyan radyasyon uydu alıcıları tarafından bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Bantların bir araya gelmesiyle görüntü ortaya çıkar (Doğan, 2008: 4-5; Read ve Torrado, 2009: 335).

G. İnsansız Hava Aracı (İHA)

Pilotsuz bir hava aracı olan İHA, yaygın olarak drone, insansız hava aracı cihazı gibi terimlerle ifade edilir. İHA, alçak irtifa havadan çekilmiş bir görüntüdür. Son yıllarda askeri amaçlar için gelişen İHA'lar ve kamu hizmetleri yararına da kullanılmaya başlanmıştır (Kim ve Lee, 2017: 310). Bu özellikleri, İHA'ları özellikle birçok endüstri için çekici hale getirdi ve madencilik, inşaat ve tarım endüstrilerinde geleneksel araştırma yöntemlerinin yerini İHA'lar almaya başladı. Topografik veya 3 boyutlu haritalamanın maliyeti pahalıdır ve çok uzundur. İHA, üç boyutlu (3D) sistemde modelleyebilmesi ve önümüzdeki yıllarda kullanılabilecek alternatiflerden biri olması nedeniyle kıyı değişimlerinin belirlenmesinde de büyük avantaj sağlamaktadır. Bunun nedeni, mevcut yöntemin İHA'ya kıyasla oldukça pahalı, daha karmaşık ve sonuca ulaşmasının biraz zaman almasıdır. Ayrıca, küçük alan haritalama için geniş formatlı hava kamerasını kullanmak ekonomik değildir (Darwin vd., 2014: 31). Çok çeşitli İHA uygulamaları vardır ve bunları kimin kullandığına bağlıdır. İHA uygulamaları arasında kıyı çalışmaları, kara ve askeri altyapı haritalaması, askeri kullanım ve tarımsal haritalama bulunmaktadır (Pereira vd., 2009: 1557; Dutta vd., 2011: 967; Lucieer vd., 2014: 53; Gonçalves ve Henriques, 2015: 101; Ishaand ve Adib: 2). Kaamin ve diğerlerin göre, mümkün olan en düşük uçuş mesafesi 10 m olduğundan, İHA diğer yaklaşımlardan daha güvenilir veriler sağlayabilir (Kaamin vd., 2018: 2-3). İHA verileri hava durumundan etkilendiğinden dolayı; yağışın ve gelgitin az olduğu günler tercih edilmelidir (Ishaand ve Adib: 4).

H. Lidar

Light Detection and Ranging'in kısaltması olan Lidar, dünyaya olan mesafeleri ölçmek için darbeli lazer formundaki ışığı kullanan bir uzaktan algılama yöntemidir. Havadaki sistem tarafından kaydedilen diğer verilerle birleştirilen bu ışık darbeleri, Dünya'nın şekli ve yüzey özellikleri hakkında kesin, üç boyutlu bilgiler üretir (Şekil 1.2). Bir Lidar aleti esas olarak bir lazer tarayıcısı ve soğutucusu, özel bir GPS alıcısı ve INS (Inertial Navigation System) cihazlarından oluşur. Uçaklar ve helikopterler, geniş alanlarda Lidar verisi elde etmek için en yaygın kullanılan platformlardır. İki tür Lidar türü bulunmaktadır. Bunlar Topoğrafik ve Batimetrik Lidar'dır. Topoğrafik Lidar tipik olarak araziye haritalamak için yakın kızılötesi bir lazer kullanırken, Batimetrik Lidar da deniz tabanı ve nehir yatağı yüksekliklerini ölçmek için suya nüfuz eden yeşil ışık kullanır. Lidar sonucunda elde edilen DEM verisi, çalışma yapılan alanda hızlı ve kolay karar vermemizi sağlamaktadır (Brovelli vd., 2002: 1-2; Duran ve Üstündağ, 2008: 454-455; <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>. Erişim Tarihi: 08.05.2023).



Şekil 1.2 : Lidar görüntüsü. (<https://www.geospatialworld.net/prime/technology-and-innovation/what-is-lidar-technology-and-how-does-it-work/>. Erişim Tarihi: 08.05.2023).

1.3.5. Kıyı Erozyonunun Önlenmesi İçin Uygulanan Yöntemler

Kıyı erozyonunu önlemek için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan bazıları şunlardır; mahmuz, deniz duvarı, dalgakıran gibi sert yapılar olurken (Fotoğraf 1.3), bazıları ise kıyı besleme, kum tepeleri, kum torbaları gibi yumuşak yapılardır (Fotoğraf 1.4). Bu yöntemlerden bazıları oldukça iyi çalışır, ancak her birinin farklı dezavantajları ve avantajları vardır. Sert yapılar kurulduğu alanda çözüm sağlarken, problemi başka bir kıyıya iteler. Yumuşak yapılar ise son yıllarda daha çok tercih edilen yöntemdir (Yüksel vd., 2005: 424).



Fotoğraf 1.3 : I Tipi bir mahmuz. (<https://insapedia.com/mahmuz-nedir-ne-ise-yarar-cesitleri-nelerdir/>. Erişim Tarihi: 29.04.2023).



Fotoğraf 1.4 : Kum torbaları. (<https://www.pinterest.co.uk/pin/403212972862867175/>. Erişim Tarihi: 29.04.2023).

İKİNCİ BÖLÜM

PHASELİS ANTİK KENTİ VE ÇEVRESİNİN COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

2.1. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Genel Coğrafi Özellikleri

Phaselis Antik Kenti, 28.8 hektarlık bir alan kaplayıp birbirinden ayrılan iki coğrafi yüzey üzerine yerleşmiştir. İlki denize doğru uzanan burun, ikinci ise kuzeydeki tepe üzeri ve eteklerindeki yerleşim alanıdır (Atasoy, 2010: 50; Öner, 2018: 352; Akköprü vd., 2022: 224).

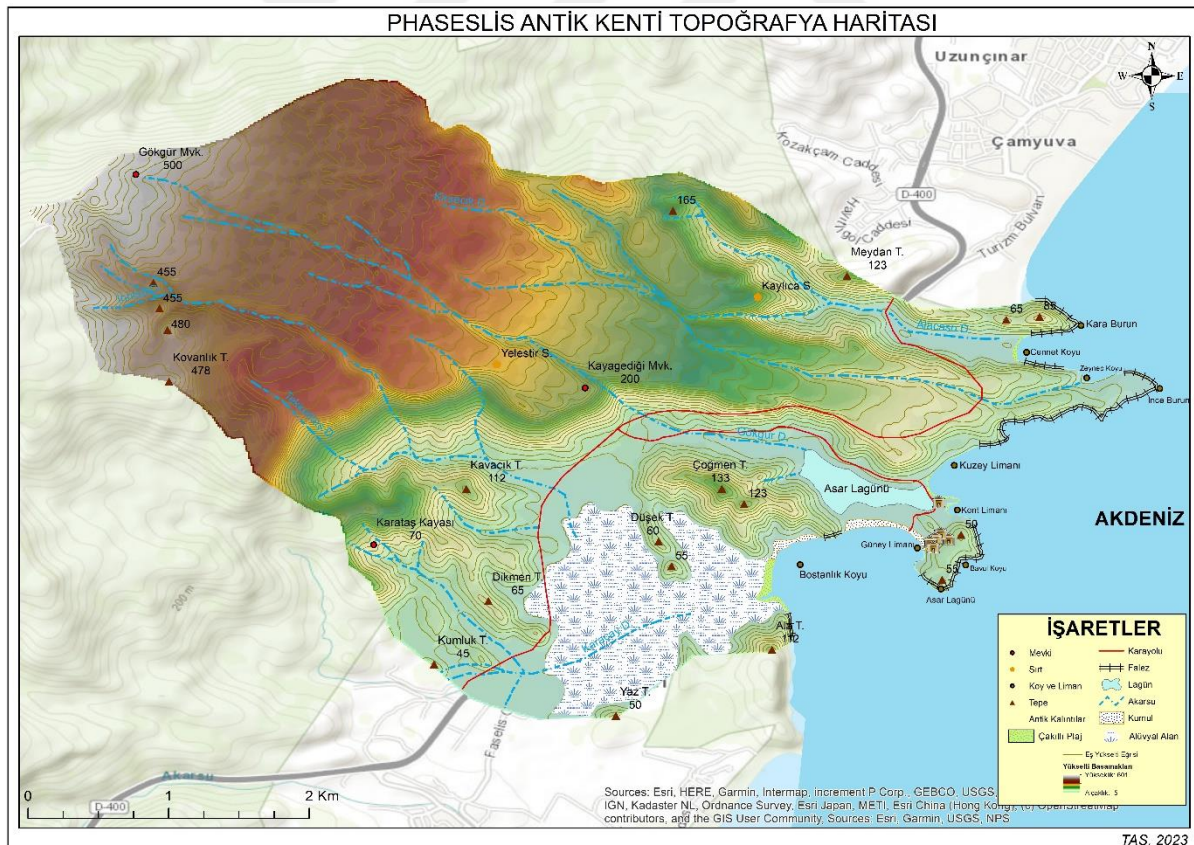
Phaselis Antik Kenti, tarih boyunca Akdeniz'in çok önemli liman kentlerinden birisi olmuştur. Phaselis hemen arkasında yükselen Tahtalı Dağı (2365 m) ve diğer sıra dağlar yüzünden iç kesimlerden soyutlanmıştır (Önen, 2008: 10-12). Tahtalı Dağı'ndan güneydoğuya doğru bir tombolo uzanmaktadır. Phaselis Antik Kenti genel olarak bu tombolo üzerine yerleşmiştir. Tombolo denize doğru Asar burnunu oluşturur. Asar burnunun kıyı kesimlerinde dik falezler bulunmaktadır (Akköprü vd., 2022: 226). Asar burnundan güneye doğru bakıldığında Adrasan Burnu, güneydoğuya doğru bakıldığında ise sonsuz deniz ve Üç Adalar görülmektedir.

Phaselis kıyılarında falezlerin yanı sıra, geniş alanlar kaplayan kıyı kumulları da bulunmaktadır. Phaselis'in kıyıları girintili-çıkıntılı bir yapıda olup, bu alanlara küçük koy ve körfezler yerleşmiştir. Bu koy ve körfezlerin içine Phaselis'e bir ticaret kenti özelliğini veren limanlar bulunmaktadır. Phaselis Antik Kentinde üç liman ve bir tane de demirlenme alanı bulunmaktadır (Aslan ve Baybo, 2015 :5). Phaselis Antik Kenti sahil şeridi KD-GB yönünde uzanmaktadır. Kuzeyde Çamyuva mahallesinin güneyinde yer alan Kara Burun ve İnce Burun arasında Cennet Koyu bulunmaktadır. İnce Burnu geçtikten sonra, batıya doğru bir körfez içinde Phaselis'in Kuzey ve Kent limanları (Merkez Limanı) bulunmaktadır. Asar Burnunu geçtikten sonra doğuya doğru Bostanlı Koyu ve bu koy içinde Güney Limanı bulunmaktadır. Güneybatıda ise Bağırsak Çay'ının oluşturduğu alüvyonal ova bulunmaktadır (Önen, 2008: 12; Akköprü vd., 2022: 225-224). Phaselis tombolosunun hemen arkasında yazları kuruyan, bataklık ve sazlıklardan oluşan bir lagün yer almaktadır (Akköprü vd., 2022: 226). Geçmiş dönemlerde bir göl olan bu alan, günümüzde Asar Lagünü olarak bilinen bataklık ve sazlıklardan oluşmaktadır (Önen, 2008: 12).

2.2. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Topoğrafyası

Phaselis ve çevresi morfolojik özellikleri bakımından incelendiğinde, etrafında Tahtalı Dağları silsilesine ait yüksek tepeler yer alır. Kentin orta kısmında ise bugün bataklık ve sazlıklarla kaplı Asar Lagünü görülür. Bu lagün Gökgür Deresi gibi birkaç küçük mevsimlik dere tarafından beslenir. Phaselis’de öne çıkan bir diğer önemli jeomorfolojik oluşum ise denize doğru çıkıntı yapan tombolodur. Akropolis ve tiyatro gibi bir çok yapı bu tombolo üzerinde inşa edilmiştir. Tombolonun iç kısmında 55 m ve 60 m yüksekliğinde iki tane tepe bulunurken, kıyı kesimlerinde ise falezler hakimdir. Tombolonun batısında yazları kuruyan Asar Lagünü, güneyinde Bostanlık Koyu ve Güney Limanı, doğusunda Bavul Koyu, kuzeyinde ise Kent Limanı ve Kuzey Limanı bulunmaktadır (Harita 2.1) (Aslan ve Orhan, 2019: 85-99; Akköprü vd., 2022: 229).

Harita Genel Müdürlüğünün 1/25.000 (O24c3 ve O25d4) ölçekli topoğrafya haritasından yararlanılarak, daha çok su bölümü çizgileri dikkate alınarak Phaselis Antik Kenti ve çevresinin topoğrafya haritası ArcGIS Desktop 10.5 programı aracılığıyla yeniden çizilmiştir (Harita 2.1).



Phaselis ve çevresinde bulunan tepelerin arasından irili ufaklı birçok mevsimlik dere akmaktadır. Asar Lagünün batısında 133 m yükseklikteki Çoğmen Tepe bulunur. Bu tepenin 60 metrelerinden çıkan bir kaynak doğuya doğru akarak lagünü beslemektedir (Harita 2.1).

Çoğmen Tepenin güneybatısında 60 m yüksekliğe sahip Düşek Tepe yer alır. Bölgede yer alan diğer bir önemli tepe ise Düşek Tepenin batısında bulunan 112 m yüksekliğindeki Kavacık Tepedir. Kara Burnun hemen arkasında yaklaşık olarak 85 metre yüksekliğinde bir tepe bulunmaktadır. Hayıtlıgöl mahallesinin güneyinde 123 m yüksekliğinde Meydan Tepe yer almaktadır (Harita 2.1).

Phaselis Antik Kenti ve çevresinde, kıyılar girintili-çıkıntılı bir özelliğe sahiptir. Bu nedenle farklı büyüklükte koylar oluşmuştur. Bu koyların gerisinde geniş alanlar kaplayan kıyı kumulları yayılırken, koyların içerisinde ise Phaselis'e bir ticaret kenti özelliğini kazandıran limanlar kurulmuştur.

Phaselis kıyılarında yer alan plajlar deniz turizmi için cazip bir ortam oluşturmıştır. Bu plajların oluşmasındaki en önemli faktör, güneybatıdan denize dökülen Karaçay Deresi'nin (Bağırsak Dere) getirip biriktirdiği alüvyonlardır (Harita 2.1). Deniz akıntıları, denize ulaşan akarsular ve kalkerli organik madde kırıntıları kıyı kumullarını besleyen başlıca etmenlerdir. Dalgalar tarafından kıyıya sürüklenen kumullar, bir süre sonra kuruyarak rüzgarlar tarafından iç kısımlara taşınmıştır.

Bostanlık Koyun bulunduğu koyun ortasında bulunan Çoğmen Tepe'ye ait kayalıkların oluşturduğu falezin güneyinde yer alan 590 m uzunluğundaki kıyı, Karaçay Deresi'nin getirdiği iri çakılı alüvyonlar ile kaba kumlu malzeme geçişli bir plaj dolgusuna sahiptir (Fotoğraf 2.1) (Akköprü vd., 2022: 232).



Fotoğraf 2.1 : Bostanlık Koyu güneyinde bulunan iri çakılı ve kaba kumlu plaj.

Güney Limanı'nın kurulduğu plaj ise, 750 metre uzunluğa sahip, düz ve düze yakın, ince kumullardan oluşmuş olup, tombolonun güneyinde yer alır (Fotoğraf 2.2)(Akköprü vd, 2022: 231). Blackman'a (1973) göre, Güney Limanı; büyük yığılmış bloklardan yapılmış olan bir dalgakıran ile güneydoğudan esen şiddetli rüzgarlardan ve dalgalarından korunuyordu (Blackman, 1973: 355-364). Güney Limanı'nın batısında yer alan tepeler batı rüzgârlarını keserek limanı korunaklı bir hale getirmiştir. Deniz doldurularak doğu-batı uzantılı yaklaşık olarak 100 m uzunluğa ve 50 m genişliği sahip yapay bir mendirek inşa edilmiştir. Günümüzde bu mendireğin 50 m uzunluğu su üstünden görülürken diğer kısımları 1-6 m arasında derinliği arasında su altındadır (Aslan ve Baybo, 2015: 11-12-13). Güney Limanı sahilinin, doğrudan kent ile bağlantılı tek yerin olmasından dolayı onu hem iyi bir ticaret limanı hem de kolay erişilebilir bir liman haline getirmiştir (Schafer, 1981: 55-56).



Fotoğraf 2.2 : Bostanlık Koyu'nun kuzeyinde bulunan kumulu ve ince çakıllı plaj.

Tombolonun kuzeyinde, Phaselis kent surlarının içinde yer alan ve kaba kumullardan oluşan 235 m uzunluğa sahip bir diğer plaj ise, antik dönemde Kent (Merkezi) Limanı olarak kullanılmıştır (Fotoğraf 2.3). Bu liman küçük bir koyda kurulmuştur. Diğer limanlara oranla daha korunaklı olduğu için askeri amaçla ve mal teslimlerinin yapıldığı liman olduğu varsayılır (Aslan ve Baybo, 2015: 12).



Fotoğraf 2.3 : Kuzeyden Kent Limanı'nın bir görünümü.

Tombolonun kuzeyinde yer alan Kuzey Limanı ise 590 m uzunluğa sahiptir. Kuzey Limanı kaba kumlardan oluşmuş, açık bir koyda bulunmaktadır. Dalgakıran oluşturmak için taşla güçlendirilmiştir (Fotoğraf 2.4). Bu mendirek günümüzde 1 m su altından görülebilmektedir. Batı kısmında Tahtalı Dağ'dan gelen nehirlerin ve denizin taşıyıp biriktirdiği alüvyaller nedeniyle yaklaşık olarak 1 m yüksekliğinde çakıl taşlarından bir set oluşmuştur. Kuzey Limanı, Güney Limanına gelen gemilerin mal indirmeden ya da indirdikten sonra bekleme alanı olarak kullanılmıştır (Aslan ve Baybo, 2015: 5). Roma Döneminden beri bu körfez yaklaşık olarak 1.5 m kadar sular altına gömülmüş ve sedimentlerle dolmuştur (Tüner-Önen, 2008: 12; Aslan ve Baybo, 2015: 5; Akköprü vd., 2022: 233).



Fotoğraf 2.4 : Kaba kumullardan oluşan Kuzey Limanı.

Kaynağını birçok yerden alan Alacasu Deresi bir mevsimlik dere olup, Kara Burun ve İnce Burun arasında kalan Cennet Koyundan denize karışır ve taşıdığı alüvyonlarla bu alan da çakıllı bir plaj oluşturur (Fotoğraf 2.5 ve 2.6) (Harita 2.2).



Fotoğraf 2.5 : Cennet Koyu'nun kuzeyden bir görünümü.

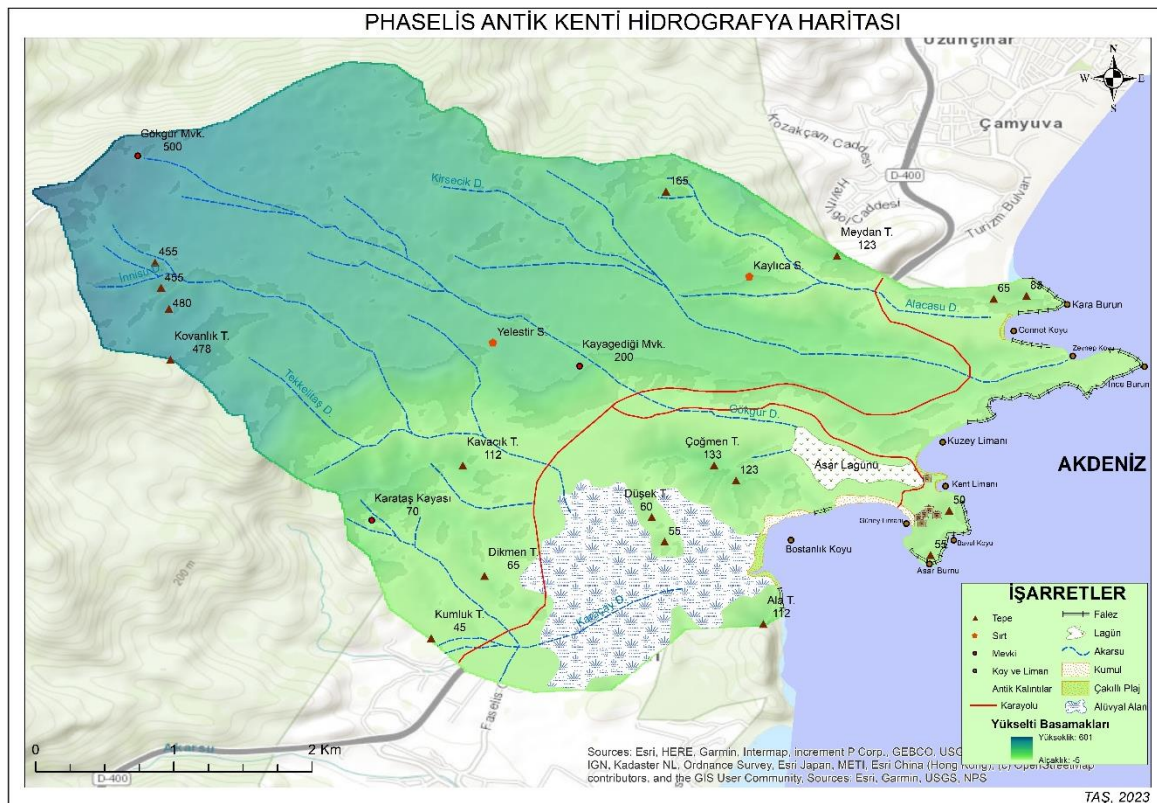


Fotoğraf 2.6 : Cennet Koyu'ndan Kara Burun (sol) ve İnce Burnu'nun (sağ) bir görünümü.

2.3. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Hidrografiya Özellikleri

Phaselis ve çevresinin hidrografyası hakkında Schafer (1981), Phaselis Antik Kentinin kurulmasında büyük önem taşıyan bir su kaynağının varlığından bahseder. Yaklaşık olarak kentin 4 km güneybatısında Kumluca-Finike yolu üstünde, Tekirova’da oldukça güçlü bir kaynak bulunmaktadır (Schafer, 1981: 30). Phaselis’e ulaşan başka bir su kaynağı ise, Tahtalı Dağ’ın eteklerinde bulunan, denizden yüksekliği 1000 m aşan Tamtir alanından çıkan pınarlardır. 1470 m yükseklikte bulunan Tamtir tepesi ve Atamak Sırtı eteklerinde üç noktada pınarlar görülmektedir. Molla Deliği ismi verilen dar kayalık alandan geçerek Çatak Dere, daha aşağıda ise Sarımeşe Deresi adını alarak Çamyuva beldesine doğru akar. Sarımeşe Deresi Phaselis kentine doğru akmaz. Su iletim yolu, Molla Deliğinden sonra dere yatağından ayrılmış olup Kovanlık sırtlarından Phaselis kentine doğru yönelmiş olmalıdır (Kürkçü, 2016: 72). Tarihi su kemerleri aracılığıyla da Phaselis Antik Kentinin su ihtiyacı karşılanmıştır (Schafer, 1981: 42-43). Su kemerleri, Phaselis kenti için büyük bir öneme sahipti, kuzeyden güney kent merkezine doğru uzanan su kemerleri, bölüm bölüm yıkılmış olsa da su yolu 500-600 m boyunca net bir şekilde izlenilebilmektedir (Büyükyıldırım, 1994: 80-83).

Tezin çalışma sahasında, birçok mevsimlik dere bulunmaktadır. Bu dereler Harita Genel Müdürlüğü'nün 1/25.000 (O24c3 ve O25d4) ölçekli topoğrafya haritaları incelenerek tespit edilmiş ve ArcGIS Desktop 10.5 programı aracılığıyla da çizilmiştir (Harita 2.2).



Gökgür Deresi, kaynağını 500 m yükseltideki Gökgür Mevki ile Kocain kayalıkları arasından alıp, doğuya doğru akarak Asar Lagününe dökülür (Harita 2.2). Gökgür Deresi mevsimlik akmakta olan bir dere olup, kaynağını beş farklı yerden alan yan kollarla beslenir. Gökgür Mevkisinin hemen güneybatısında 450 m yükseklikte çıkan küçük bir kol, 100 m sonra güneybatıdan ana kol olan Gökgür Deresine bağlanır. Bir diğer yan kol ise 350 m yükseklikte doğup, kuzeyden Gökgür Deresine bağlanır. 360 m yüksekliğinde doğan başka bir yan kol, güneybatıdan Yelestir Sırtı civarında Gökgür Deresine bağlanır. Gökgür Deresini besleyen son yan kol ise Çoğmen Tepe'nin doğu yamacında, 60 m yükseklikten çıkarak ana dereye bağlanır (Akköprü vd., 2022: 228).

Çalışma alanındaki bir diğer önemli dere ise Tekkelitaş Deresidir. Düşek Tepe'nin (60 m) hemen batısında yer alan alüvyal düzlüğe dökülen Tekkelitaş Deresi, üç yan kol tarafından beslenir (Harita 2.2). İnnisu Deresi bu yan kollardan en büyüğü olup, ortalama 450 m yüksekliklerdeki üç pınardan doğar ve güneydoğuya doğru akarak 40 m yükseklikte Tekkelitaş Deresine bağlanır. Tekkelitaş Deresinin batısında 310 m yükseklikte doğan bir yan kol daha bulunmaktadır. Güneydoğuya doğru akan bu yan kol 80 m yükseklikte Tekkelitaş Deresine bağlanır. Yelestir Sırtının hemen batısında 285 m yükseklikte doğan bir yan kol daha bulunmaktadır. Bu yan kol doğuya doğru akarak Tekkelitaş Deresine bağlanır. Bu üç yan kol tarafından beslenen Tekkelitaş Deresi, Kavacık Tepe'nin kuzeybatısından geçerek, doğuya doğru kıvrılıp alüvyal düzlüğe dökülmektedir. Ayrıca Kavacık Tepe'nin (112 m) batısında 90 m yükseklikte doğan başka bir mevsimlik dere doğuya doğru akarak alüvyal düzlüğe dökülür (Akköprü vd., 2022: 228).

Alüvyal düzlüğe dökülen bir başka önemli dere ise Karaçay Deresidir (Harita 2.2). Karaçay Deresi birçok küçük yan kol tarafından beslenir. Bu yan kollardan üç tanesi Karataş Kayası (70 m) civarında doğar (Harita 2.2). Dikmen Tepe (65 m) ve Kumluk Tepe (45 m) arasında bir vadi oluşturarak ana kol olan Karaçay Deresine bağlanır.

Kayagediği Mevkisinin kuzeyinde bulunan bir başka mevsimlik dere olan Kirsecik Deresi üç yan kol tarafından beslenir (Harita 2.2). Bu yan kollar kaynağını 230, 290 ve 330 metre yükseklerden alır. Kirsecik Deresi, doğuya doğru akarak İnce Burnun kuzeyinde bulunan Zeynep Koyuna dökülmektedir. Zeynep Koyu kıyısında, derenin taşıdığı kumlu ve çakıllı materyaller birikmiştir.

Çalışma alanında bulunan son mevsimlik dere ise Alacasu Deresidir. Alacasu Deresi kaynağını üç farklı noktadan alıp Cennet Koyuna dökülür. Bu mevsimlik dere taşıdığı materyalleri Cennet Koyunda biriktirerek, kumlu-çakıllı bir plaj oluşturur. Alacasu Deresini besleyen ilk küçük yan kol, kaynağını Kaylıca Sırtının güneybatısında 290 m yükseklikten

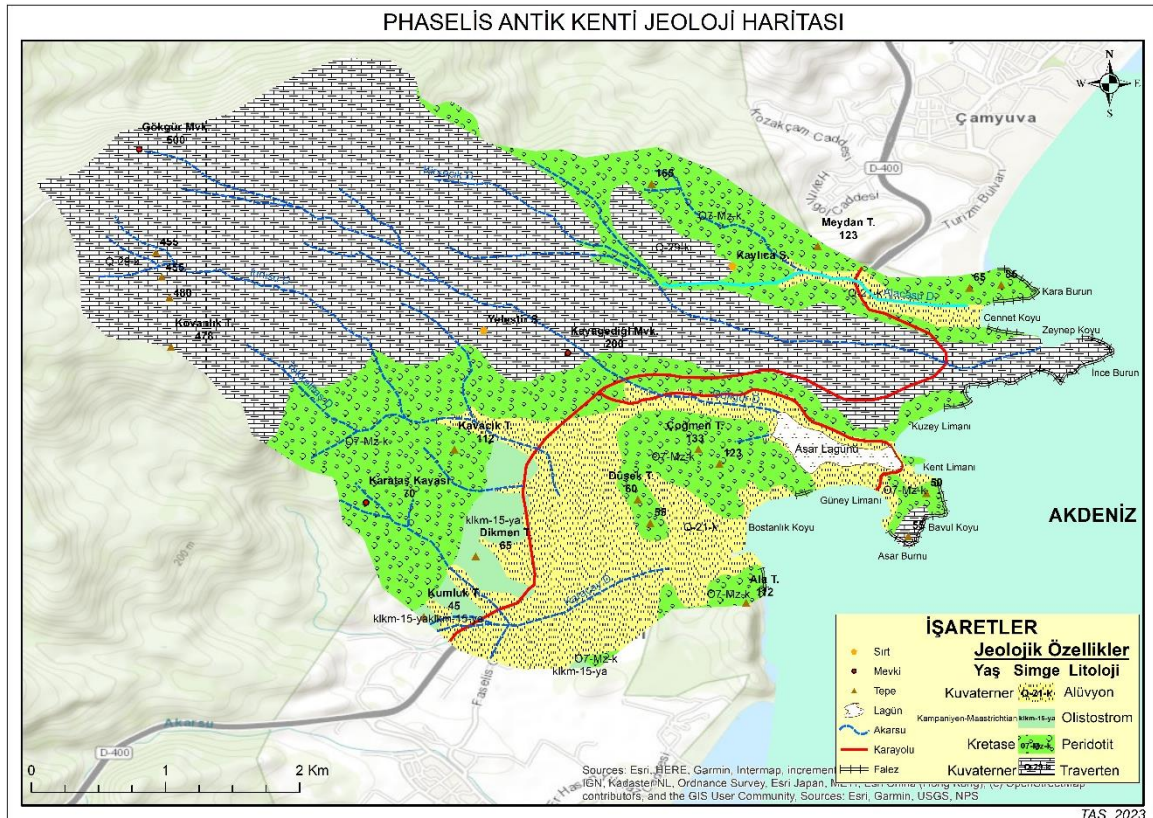
çıkan bir kaynaktan almaktadır. Bu yan kol doğuya doğru akarak 20-30 m arasında, Meydan Tepe'nin (123 m) hemen güneyinde, Cennet Koyuna dökülen ana dereye bağlanır. Diğer iki kaynak ise kaynağını 160 m ve 165 m yükseklikte çıkan iki noktadan almaktadır (Harita 2.2).

Asar Lagünü

Strabon, Phaselis Antik Kentin yakınlarında bir göl olduğundan bahseder. Günümüzde göl, bataklık durumuna gelmiş ve sazlıklarla kaplanmış olan Asar Lagünüdür. Livius, bataklık yüzünden Phaselis'in kötü kokan sağlıklı bir yer olduğunu yazmıştır (Tüner-Önen: 2008: 11). Asar Lagünü, batıdan Çoğmen Tepe (133 m), kuzeyinden yaklaşık olarak 70 m yüksekliğindeki dik yamaç ile sınırlıdır. Asar Lagünü kentin üzerinde kurulu olduğu tombolonun kuzeybatısında bulunmakta olup, kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşmaktadır. Kuzeybatıdan mevsimlik akan Gökğür Deresi lagüne dökülür (Harita 2.2). Bugün işlevini kaybetmiş olan lagün, bir zamanlar liman olarak kullanıldığı varsayılmaktadır. Zamanla alüvyonlarla dolarak bataklık alanına dönüşmüştür (Akköprü vd., 2022: 228-229).

2.4. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Jeolojisi

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanmış 1/100.000 ölçekli (O25) jeoloji haritası, ArcGis yardımıyla sayısallaştırılarak Phaselis Antik Kenti ve çevresinin jeoloji haritası güncellenerek yeniden çizilmiştir (Harita 2.3).



Harita 2.3 : Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Jeoloji Haritası.

Phaselis ve çevresinin jeolojisi hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Kabaklı (2017), Phaselis'in çevresinde kuvaternere ait alüvyonlar görülürken, kentin olduğu kısımda ise kretase dönemine ait peridotit bulunduğunu belirtir (Kabaklı, 2017; 71-79). Phaselis ve çevresinde üç ana jeolojik birim bulunmaktadır (Öner 2018; 353). Alanda en fazla görülen birim Tekirova Ofiyolitik Napi'dır. Tekirova Ofiyolitik Napi, harzburgit larzorit ve benzeri türü ultra bazik kayalarla gabro diyabaz, diyorit türü bazik kayalardan oluşmaktadır (Yüksel ve Boşça, 2020: 3; Akköprü vd., 2022: 225, 226).

Öner (2018), Phaselis'in çevresinde en yaşlı kayacın, jura yaşlı Tekedağ formasyonu olarak adlandırılmış neritik kireçtaşları olduğunu belirtmiştir. Bu formasyonun üzerinde Tekirova ofiyoliti olarak gösterilen üst kretase yaşlı serpantinler bulunmakta olup, bölgenin en yüksek alanlarını oluştururlar. Phaselis'in çevresinde ayrıca Tekirova ofiyolitinin bir parçası olan peridotit (Dünit ve Harzburgit), diyabaz ve gabro daykaları ile bazik aglomeratik kayalar gözlenmektedir (Öner 2018; 353; Akköprü vd., 2022: 226). Şenel'e (1980) göre, ofiyolitlerin üzerine ise, kalkarenit, kil taşı ve killi kireçtaşından oluşan sığ denizel bir birim gelmektedir (Şenel, 1980). Tüm bu birimlerin üzerine soğuk su veya kısmen ılık karbonatlı yeraltı sularından oluşan Antalya travertenleri gelmektedir. İlk zamanlarda kentte yapılan yapıların çoğunda traverten breşlerinin kullanıldığı görülmektedir. Tarihte meydana gelen depremlerden sonra çoğu yapı yıkılmıştır. Hadrianus Döneminde dışardan mermer ve granitler getirilerek yeni yapılar inşa edilmiştir (Öner 2018: 353).

Phaselis Antik Kentinin kuzeyinde yer alan yamaçlar kuvaterner yaşlı travertenlerle kaplıdır ve bu travertenler kretase yaşlı peridotitlerin üstüne yayılarak 400 m'den deniz seviyesine kadar inmektedir. Phaselis Antik Kentinin birçok yapısının üzerinde inşa edildiği tombolo, kretase yaşlı peridotitlerden oluşmuştur. Asar Lagünün batısında bulunan Çoğmen Tepe (133 m) ve Düşek Tepe (60 m) kretase yaşlı peridotitlere kaplıdır. Bu tepelerin etrafı ise mevsimlik derelerin getirdiği kuvaterner yaşlı alüvyonlara kaplıdır (Harita 2.3). Kıyıda biraz daha içerde bulunan Kavacık Tepenin (112 m) güney ve batı yamaçları ofiyolitik filiş (olistrostron) litolojisi hâkimken, tepe kısmı ise gabro ve diyabazlardan (peridotit) oluşmuştur (Akköprü vd., 2022: 227). İnce Burnun güney kısımları kretase yaşlı peridotitlerden oluşurken, kuzey kesmi kuvaterner yaşlı travertenlerle kaplıdır. İnce Burun ve Kara Burun arasında yer alan Cennet Koyunun gerisinde ise, derelerin getirdiği kuvaterner yaşlı alüvyonlar hakimdir. Kara Burun ise kretase yaşlı peridotitlerden oluşmuştur (Harita 2.3).

2.5. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin İklim Özellikleri

Antalya ilinin Kemer ilçesinde bulunan Phaselis Antik Kentinde yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen asıl Akdeniz iklimi hakimdir (Atalay ve Mortan, 1997: 214). Asıl Akdeniz iklim tipinde, sıcaklık ve nem fazladır. Bunun en önemli nedenlerinden biri kuzeyinin dağlarla çevrili olmasından dolayı kuzeyden gelen rüzgarların bölgeye pek fazla etki etmemesidir. Kemer ilçesinde sıcaklıklar yazın 38°C'nin üzerinde olurken, kışın ise 8°C'nin altına pek düşmez (İzbirak, 1996: 327).

Kemer ilçesinde, kış aylarında kar yağışı ve don olayına pek rastlanmaz ve hava genel olarak açıktır. Bölgede uzun süren ve kurak geçen bir yaz dönemi hakim olmaktadır. Yağışlar ise kış aylarında düşmektedir. Yağışlar ekim ayı sonunda başlar ve nisan ayı sonuna kadar devam etmektedir. En fazla yağış ise aralık ayında yağmaktadır. Yağmursuz dönem ise haziran ayı başlarında başlar, eylül ayının sonuna kadar sürmektedir. En kurak geçen ay ise temmuzdur. Haziran ayından başlayıp, ekim ayı başına kadar olan dönemde nem oranı oldukça yüksek seviyededir. Ağustos ayında ise bunaltıcı hava hat safhaya ulaşmaktadır (İzbirak, 1996: 327; Atalay ve Mortan, 1997: 214-218; Demir vd., 2021: 80; <https://tr.weatherspark.com/y/96451/Kemer-T%C3%BCrkiye-OrtalamaHavaDurumuY%C4%B1l-Boyunca>. Erişim Tarihi: 12.05.2023).

2.6. Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Bitki Örtüsü Özellikleri

Phaselis Antik Kentin bulunduğu alan bitki çeşitliği bakımından oldukça zengindir. Antalya ili sınırları içinde 3250 bitki türü bulunurken, 773 endemik tür bulunur (Deniz ve Aykurt, 2016: 751). Bu sayılar Antalya'yı Türkiye'de ilk sıraya yerleştirmektedir. Phaselis ve çevresi, Beydağları (Olimpos) Sahil Milli Parkı sınırları içinde kalmaktadır. Bu milli parkta deniz ve orman içi bulunurken, dağlar denizden itibaren 2000 m yüksekliklere kadar çıkmakta olup, izole bir ortam oluşturmaktadır (Göktürk, 2015: 82). Peşmen (1980), Olimpos-Beydağları Milli Parkında çok kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Milli park içinde 865 tür tespit edilmiş olup bunlardan 154'ü endemiktir. Göktürk (2015, 2016, 2017) yaptığı çalışmalarda, Phaselis kentinde 233 takson tespit etmiştir. Taksonların 30'u endemik, 10 tanesi ise Olimpos-Beydağları Milli Parkı endemiğidir (Göktürk, 2015: 127; 2016: 57; 2017: 187).

Phaselis Antik Kentini ve çevresinde, iki çeşit vejetasyon vardır. Bunlardan ilki sahilde bulunan kıyı kumulları üzerinde oluşan kumul vejetasyonu, ikincisi ise sahilin arkasında Tahtalı Dağı'na doğru uzanan orman vejetasyonudur. Ormanların en yaygın türü Kızılçamlardır (*Pinus brutia*). Orman vejetasyonu içinde orman altı maki florası bulunur. Phaselis ve yakın çevresinde Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*), Akdeniz defnesi (*Laurus*

nobilis), Zeytin (*Olea europea*) gibi ağaç türleri yaygındır. Kızılçamların oluşturduğu orman altında ve açıklık alanlarda Kermes meşesi (*Quercus coccifera*), Akçakesme (*Phillyrea latifolia*), Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus*), Mersin (*Myrtus communis*), Sandal ağacı (*Arbutus andrachne*), Tüylü laden (*Cistus creticus*) ve endemik olan Türkmen çırası (*Phlomis chimerae*) önemli türleri meydana getirir. Soğanlı ve yumrulu bitkilerden, Çiriş otu (*Asphodelus aestivus*), İnci salebi (*Spiranthes spiralis*), Ana çamçiçeği (*Cephalanthera epipactoides*), Jumbo (*Barlia robertiana*), Çalı navruzu (*Iris unguicularis*), endemik bitki olan Güzçiğdemi (*Colchicum baytopiorum*), Sandras körmene (*Allium sandrasicum*), Phaselis ve çevresinde yayılış gösterir. Alanda bulunan otsu bitkilere ise; endemik olan Kemer orkidesi (*Ophrys climacis*), Yalı şıncarı (*Onosma strigossima*), Çıralı sığırkuyruğu (*Verbascum spodiopachytrichum*) ve Kemer çayı (*Sideritis lycia*), örnek olarak verilebilir. *Lathyrus phaselitanus* endemik olup, adını antik kentin kendisinden alan Phaselis kenti tarihi için önemli bir türdür. Tam net bilinmemekle beraber kentin ismi bir baklagil türü olan bu bitkinin meyvelerinden esinlenerek inşa edilen “Phaselos” adı verilen gemilerden geldiği söylenir (Akköprü vd, 2022: 233-234; Önen, 2008: 86).

Phaselis Antik Kentinin, güney limanı ve Sundance koyu kumul sahalarında kumul vejetasyonu yayılış gösterir (Fotoğraf 2.7). Bu alanda Kum zambağı (*Pancretium maritimum*), Kum boğadiken (*Eryngium maritimum*), Kum deligözü (*Centaurea aegialophila*), Kum teresi (*Cakile maritima*), Kum sütlege (*Euphorbia paralias*) ve Deniz nakılı (*Silene kotschy* var. *maritima*) türleri yayılış gösterir. Güney limanı kumul vejetasyonu için uygun bir yayılım alanı sunmaktadır. Ancak yoğun rekreasyon faaliyetleri nedeniyle kumul vejetasyonu sahilin batı kısmında sıkışmıştır. Asar Lagünü ise yoğun bir şekilde Kargı (*Arundo donax*) ile kaplıdır (Akköprü vd, 2022: 234).



Fotoğraf 2.7 : Bostanlı Koyu güneyinde yetişen kumul vejetasyonu.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PHASELİS ANTİK KENTİ VE ÇEVRESİNİN 1957-2019 YILLARI ARASINDAKİ KIYI DEĞİŞİMİ

Phaselis Antik Kenti ve çevresinin kıyı özellikleri yukarıdaki bölümlerde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Oldukça hassas bir ortam olan Phaselis kıyılarındaki değişimin belirlenebilmesi için 1957, 1981, 1992, 2009 ve 2019 yıllarına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır. Söz konusu bu değişimin tespitinde DSAS yöntemi kullanılarak analizler yapılmış ve haritalar oluşturulmuştur. Aşağıdaki bölümde yapılan analizler ve sonuçları açıklanmıştır.

3.1. DSAS Yöntemine Göre Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı Değişimi

DSAS istatistiksel analizini yapabilmek için çalışma kapsamında kullanılan ArcGIS-ArpMap 10.5 ara yüzüne DSAS analiz araç seti tanımlanmıştır. Daha sonra kişisel veri seti oluşturulmuştur (Catalog sekmesinde sağ tıklayıp; New > Personal Geodatabase > New > Feature Class (baseline) oluşturulur). Veri setinin DSAS kullanım kılavuzunda belirtildiği gibi öznitelik tablosu satır ve sütunları hazırlanmıştır. DSAS analiz için gerekli olan referans çizgisi 1957 yılına ait veri baz alınarak belirlenmiştir ve buna uygun öznitelik veri bilgileri girilmiştir (Şekil 3.1).

Feature Class Properties

General Editor Tracking XY Coordinate System Domain, Resolution and Tolerance

Fields Indexes Subtypes Feature Extent Relationships Representations

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
ID	Long Integer
Group_	Long Integer
Search_Distance	Double
SHAPE_Length	Double

Click any field to see its properties.

Field Properties

Alias: OBJECTID

Import...

To add a new field, type the name into an empty row in the Field Name column, click in the Data Type column to choose the data type, then edit the Field Properties.

Tamam İptal Uygula

Şekil 3.1 : 1957 referans çizgisine ait şekil dosyasının öznitelik tablosu veri girişi.

Şekil dosyası olarak hazırlanan referans çizgisi verisi 1957 yılına ait hava fotoğrafının ArcMap 10.5 ara yüzü üzerinden sayısallaştırılarak elde edilmiştir.

DSAS analizinde ikinci veri seti ise, hava fotoğrafları kullanılarak (1957, 1981, 1992, 2009, 2019 yıllarına ait) kıyı çizgileri üzerinden yine sayısallaştırılarak oluşturulmuştur. Veri setinin öznitelik tablosuna tarih, belirsizlik, kıyı çizgisi tipi gibi başlıklar ve veri tipi özellikleri işlenmiştir (Şekil 3.2).

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
DATE_	Text
UNCERTAINTY	Double
SHORELINE_TYPE	Text
SHAPE_Length	Double

Click any field to see its properties.

Field Properties	
Alias	DATE_
Allow NULL values	Yes
Default Value	
Length	10

Import...

To add a new field, type the name into an empty row in the Field Name column, click in the Data Type column to choose the data type, then edit the Field Properties.

Tamam İptal Uygula

Şekil 3.2 : Kıyı çizgileri (1957, 1981, 1992, 2009, 2019 yıllarına ait) şekil dosyasının öznitelik tablosu veri girişi.

Analizi yapmak için ArcMap programına DSAS ara yüzüne ait eklenti yüklenmiştir. ArcGIS üzerinden DSAS v5 araç çubuğu kullanılarak analize başlanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : DSAS araç çubuğu görüntüsü.

DSAS v5 araç çubuğunda yer alan *Set Default Parameters* sekmesi üzerinden, referans çizgisi ve kıyı çizgilerine ait ve analiz için gerekli olan parametreler tanımlanmıştır (Şekil 3.4).

Set Default Parameters

Baseline Settings | Shoreline Settings | Metadata Settings

Baseline Parameters

Baseline Layer: Baselines_Inc

Baseline ID Field: ID

Optional Parameters

Baseline Group Field: Group_

Baseline Search Distance Field: Search_Distance

Baseline Placement

☒ Midshore (or combination) ☐ Onshore ☐ Offshore

Baseline Orientation

☐ Show Baseline Orientation

What is the location of land relative to baseline orientation?

☐ Land is to the LEFT (L) ☒ Land is to the RIGHT (R)

LAND WATER

LAND WATER

Log File Output

☐ Regular ☒ Extended ☐ None

Show Log Location

Cancel OK

Şekil 3. 4 : Referans çizgisine ait sisteme tanımlanan parametreler.

Set Default Parameters

Baseline Settings | Shoreline Settings | Metadata Settings

Shoreline Parameters

Shoreline Layer: Shorelines_Inc

Shoreline Date Field: DATE_

Shoreline Uncertainty Field: UNCERTAINTY

Default Data Uncertainty: 10 +/- meters

Intersection Parameters

☐ Seaward Intersection

☒ Landward Intersection

WATER LAND WATER LAND WATER LAND

WATER LAND WATER LAND WATER LAND

WATER LAND WATER LAND WATER LAND

Log File Output

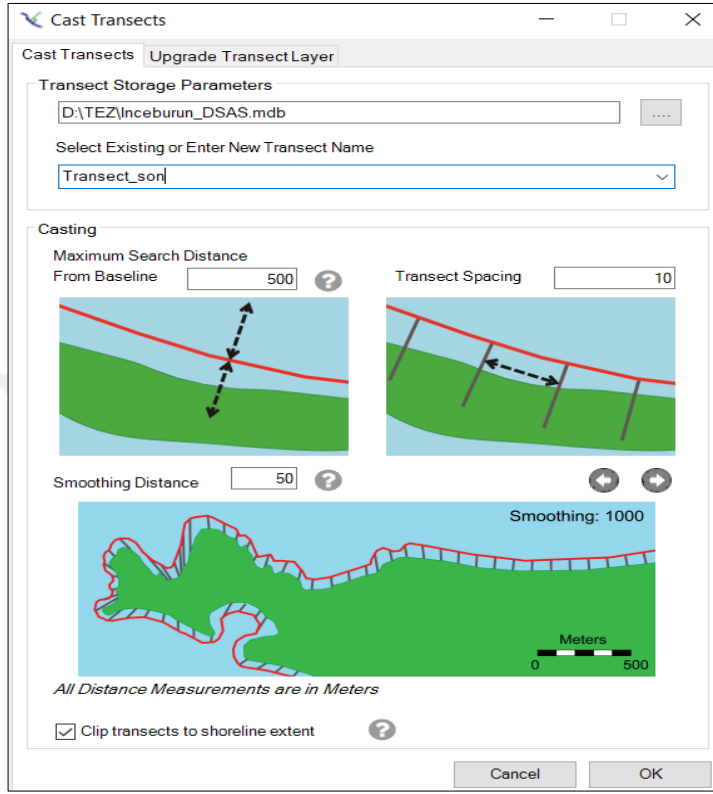
☐ Regular ☒ Extended ☐ None

Show Log Location

Cancel OK

Şekil 3. 5 : Kıyı çizgilerine ait sisteme tanımlanan parametreler.

Analiz için gerekli olan bir diğer işlem ise kıyı çizgilerinin değişim özellikleri ve oranlarının gösteren kesişim çizgilerinin (*transect parametreleri*) isim ve kaç metre aralıklı geçmesi gerektiği gibi parametreleri belirlemektir (Şekil 3.6). Referans çizgisi için 500 metre maksimum hesaplama değeri belirlenmiş, kesit aralıkları ise 10 metre olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3. 6 : Kesişim çizgileri (transect parametreleri) parametre bilgileri.

Analize hazır hale getirilen verilerin hangi istatistiksel yöntemle hesaplanacağı DSAS araç seti içindeki ilgili araç çubuğu üzerinde işaretlendikten sonra (Şekil 3.7) analiz işlemi başlatılır.

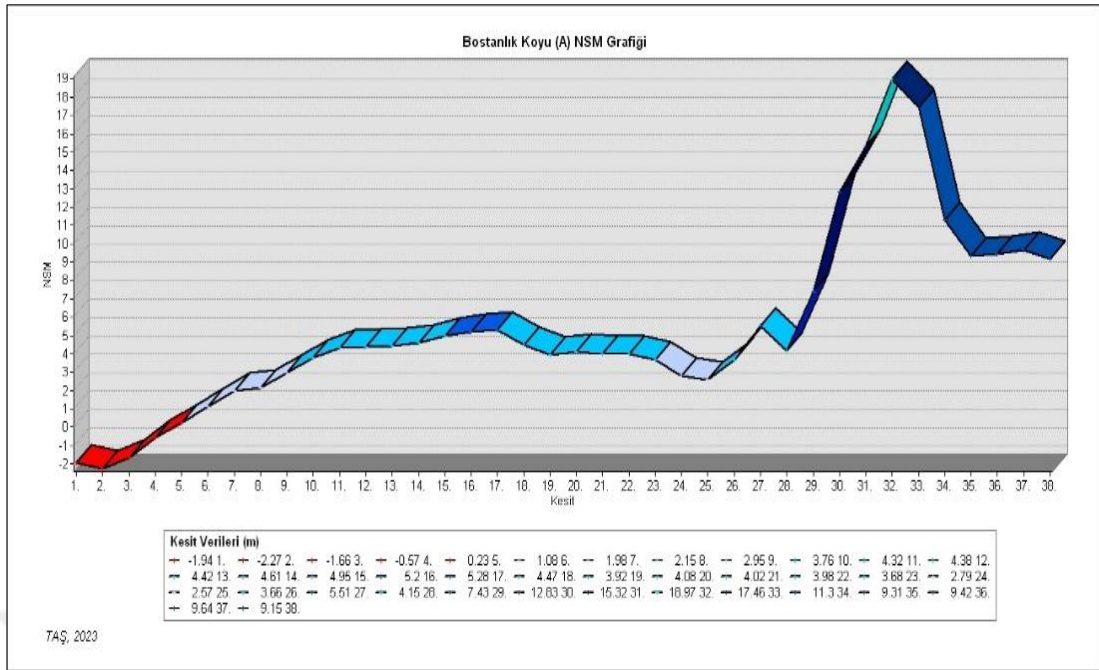
Şekil 3. 7 : DSAS Programında yapılacak analizlerin belirlendiği araç çubuğu sekmesi.

Analizler inceleme alanındaki kıyıların/plajların özelliklerine göre dört gruba ayrılarak yapılmıştır. Bunlar: Bostanlık Koyu, Kent Limanı, Kuzey Limanı ve Cennet Koyudur. Bostanlık Koyu A ve B olarak ikiye ayrılarak incelenmiştir. Bu alanların her biri için NSM, EPR, SCE analizleri yapılarak kıyı değişimleri ortaya koyulmuştur. Aşağıdaki bölümlerde söz konusu kıyıların analiz sonuçları bölümler halinde açıklanmıştır.

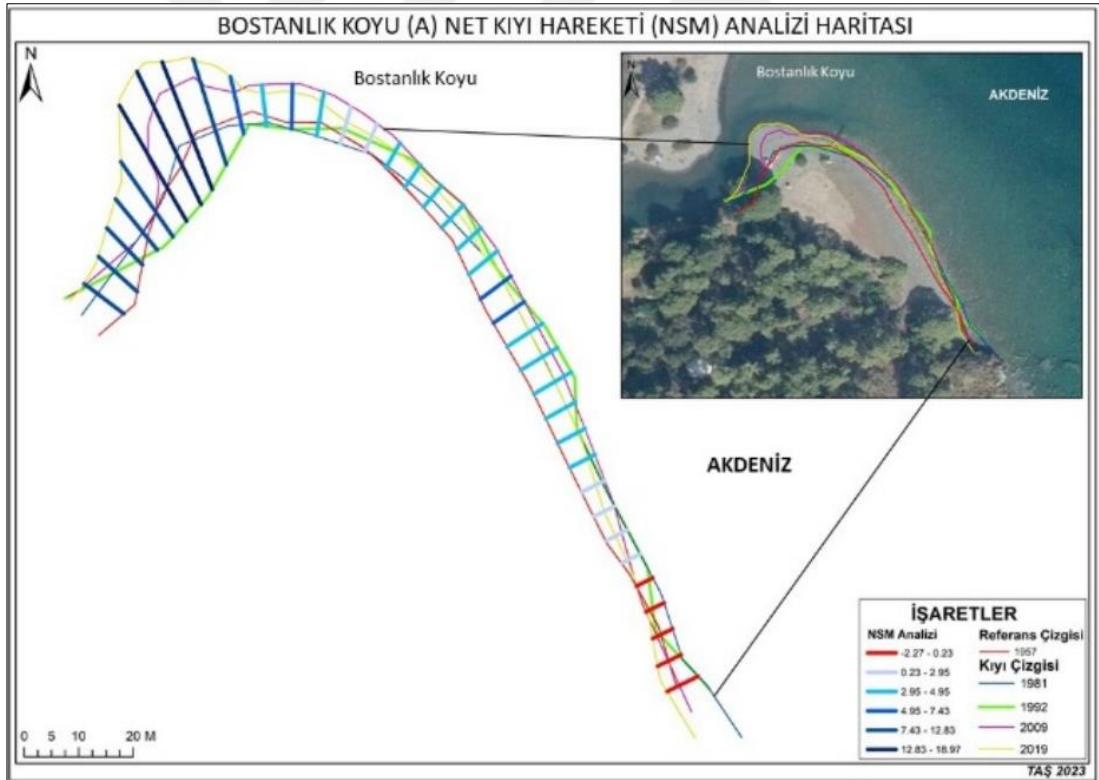
3.2. Bostanlık Koyu Kıyılarındaki Değişimler

3.2.1. Bostanlık Koyu NSM Analiz Sonuçları

Bostanlık Koyu (A) kıyısında, NSM istatistiğine göre 10 metre aralıklarla 38 noktadan kesit alınmıştır. NSM analizi için en eski (1957) ve en yeni (2019) kıyı çizgileri kullanılmıştır. 1957 ile 2019 yılları ait veriler karşılaştırıldığında en fazla birikme 18.97 metreyle 32 numaralı kesitte gerçekleşmiştir. En fazla erozyon ise -2.27 metreyle 2 numaralı kesitte gerçekleşmiştir (Grafik 3.1). Bu alanda genel olarak birikme yönünde kıyı değişimi gözlenmiştir (Harita 3.1).



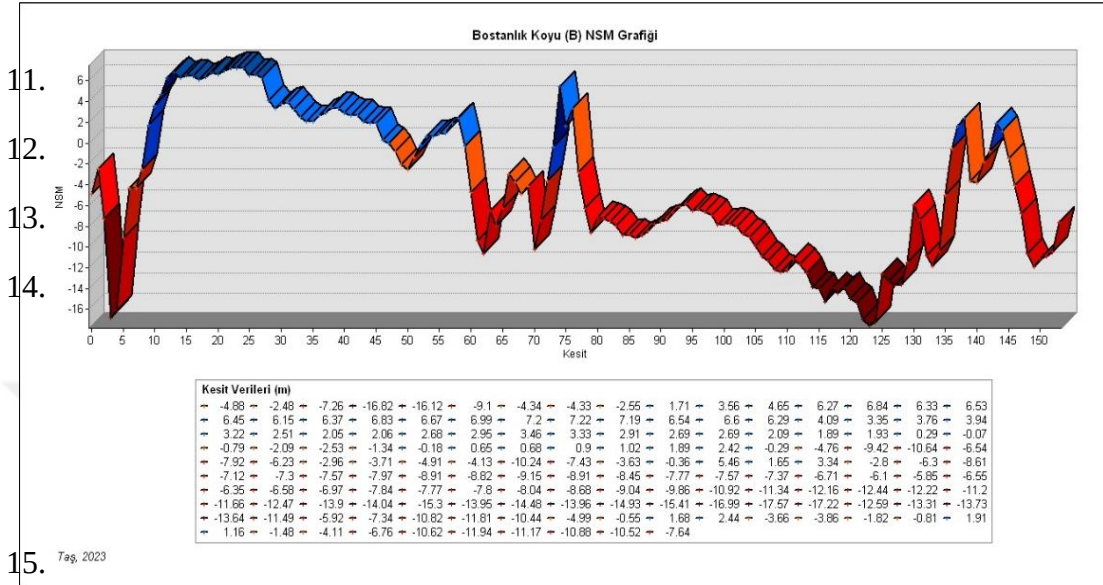
Grafik 3.1 : Bostanlık Koyu (A) NSM analizi grafiği.



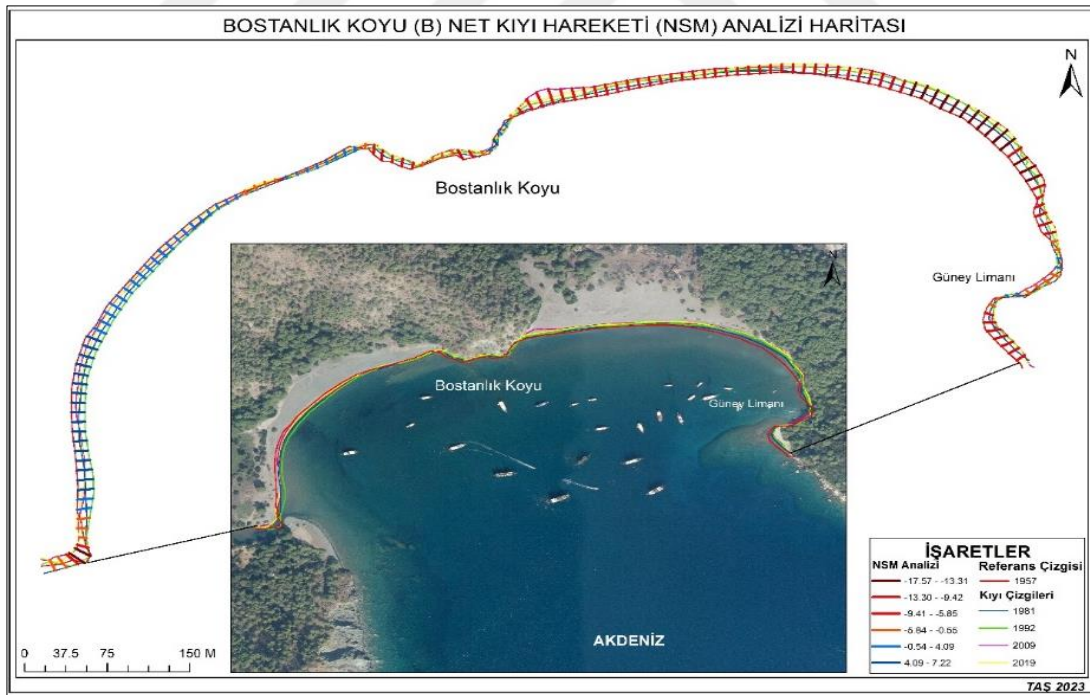
Harita 3.1 : Bostanlık Koyu (A) NSM analizi haritası.

NSM istatistiğine göre 1957 yılı ile 2019 yılına ait veriler karşılaştırıldığında, Bostanlık Koyu (B) kıyısında ise 10 metre aralıklarla 154 kesit alınmış olup, en fazla erozyon -17.57 metreyle 124 numaralı kesitte gerçekleşmiştir. En fazla birikme ise 7.22 metre ile 25 numaralı kesitte gerçekleşmiştir (Grafik 3.2). Bu alanda genel olarak Bostanlık Koyu'nun

ortasında bulunan falezin güney kesiminde birikme olayı hakimken, falezin kuzey tarafı yani Güney Limanının bulunduğu alanda ise erozyon meydana gelmektedir. Falezin bulunduğu kesimlerde ise çok az miktarda değişme meydana gelmiştir (Harita 3.2).



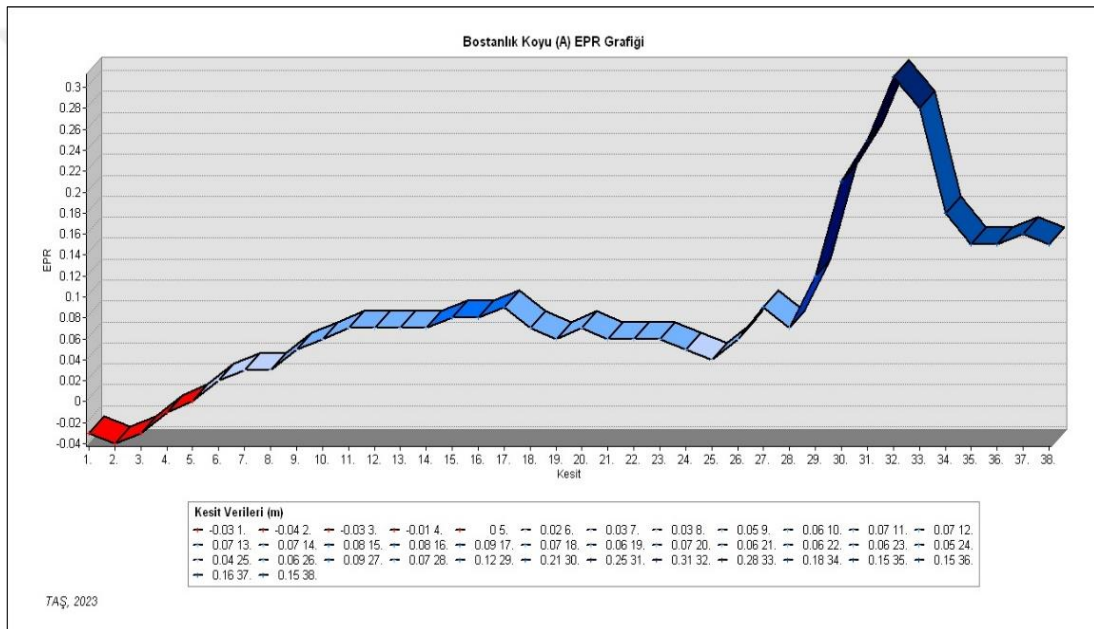
Grafik 3.2 : Bostanlık Koyu (B) NSM analizi grafiği.



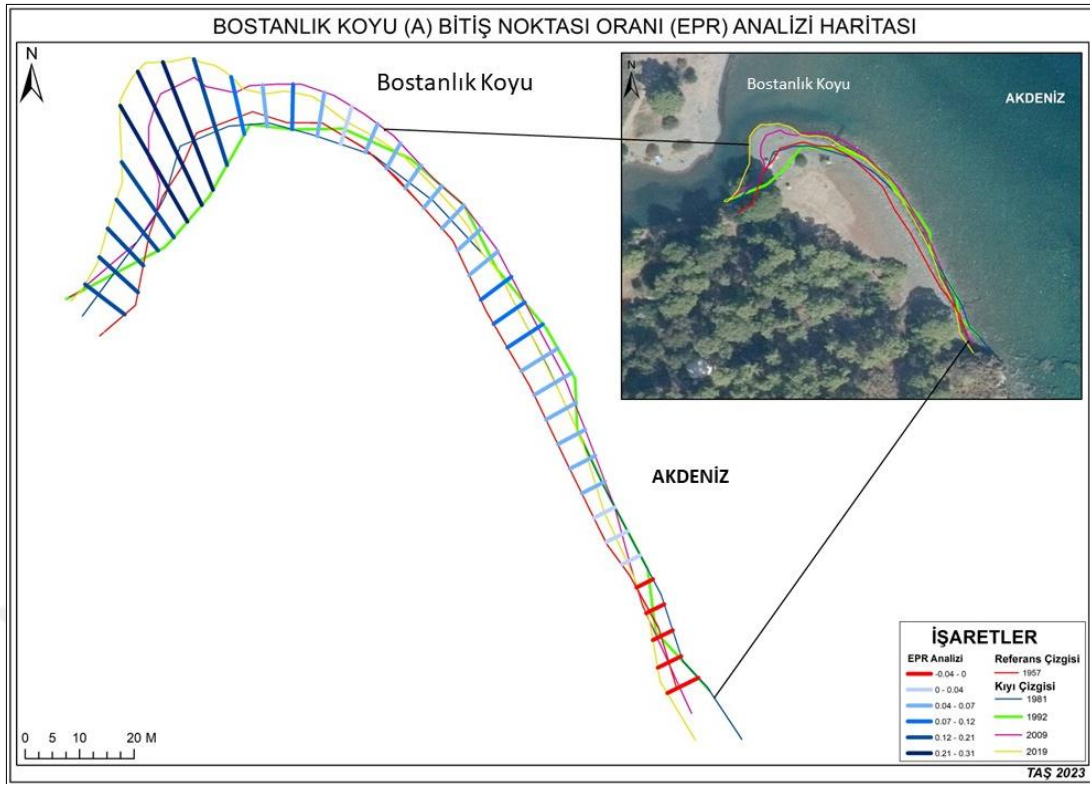
Harita 3.2 : Bostanlık Koyu (B) NSM analizi haritası.

3.2.2. Bostanlık Koyu EPR Analiz Sonuçları

Bu tez çalışmasında 1957, 1981, 1992, 2009 ve 2019 yıllarına ait kıyı çizgilerinin değişimi hesaplanmaya çalışılmıştır. EPR analizde ise iki kıyı çizgisi verisi girdi olarak kullanılmaktadır. Bu nedenden dolayı en eski kıyı çizgisi olan 1957 ile en yeni kıyı çizgisi olan 2019 yıllı verileri girdi olarak kullanılmıştır. Bostanlık Koyu (A) kıyısında, EPR istatistiğine göre 10 metre aralıklarla 38 noktadan kesit alınmıştır. 1957-2019 yılları arasındaki 62 yıllık süreçte, birikmenin en fazla olduğu kesit 0.31m/yıl ile 32 numaralı kesittir. En fazla erozyonun gerçekleştiği 2 numaralı kesitte ise yıllık erozyon oranı -0.04m/yıldır (Grafik 3.3). Bu alanda genel olarak birikme faaliyeti gerçekleşmiş, erozyon olayı ise neredeyse yaşanmamıştır (Harita 3.3).

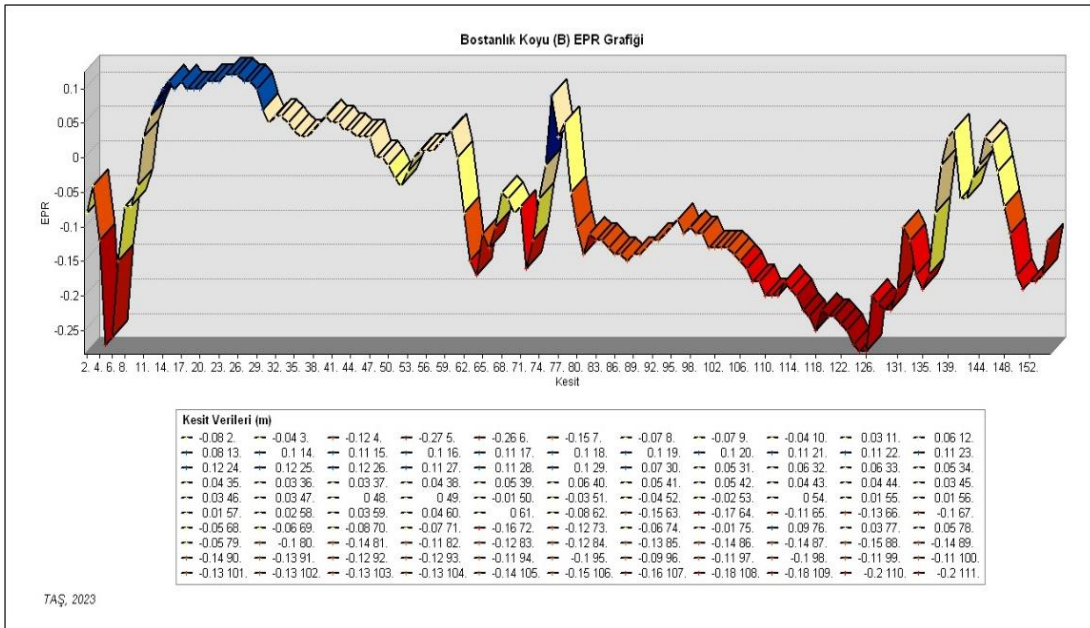


Grafik 3.3 : Bostanlık Koyu (A) EPR analizi grafiği.

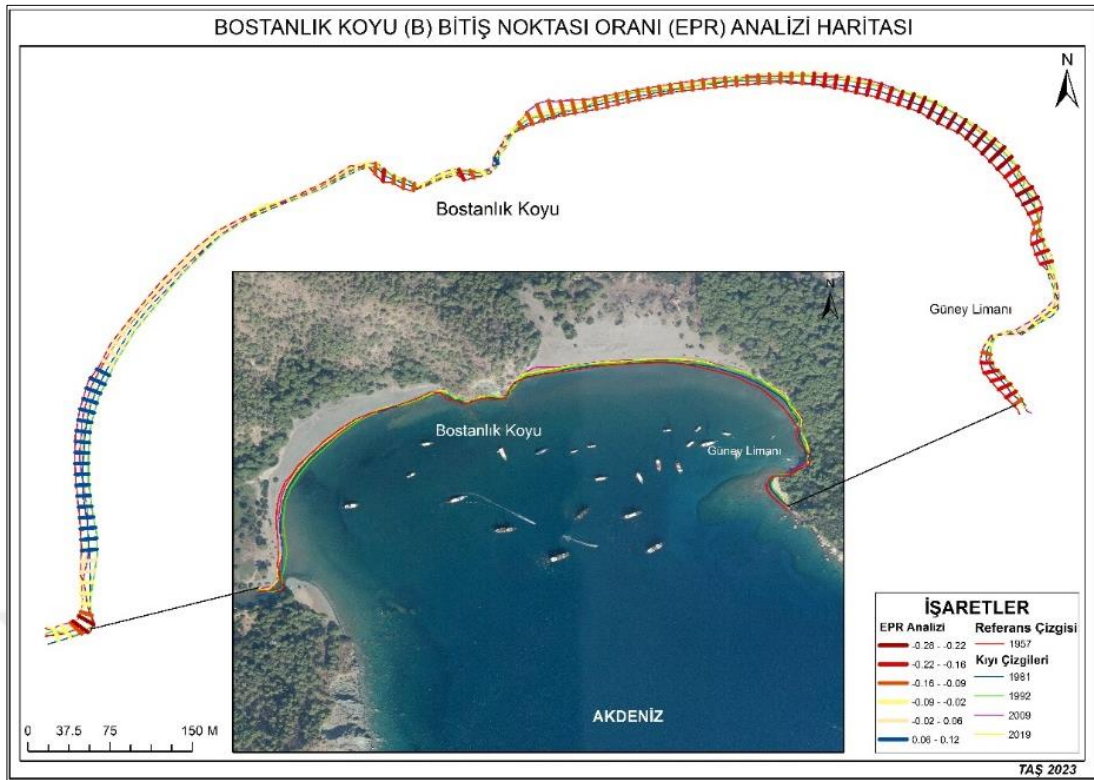


Harita 3.3 : Bostanlık Koyu (A) EPR analizi haritası.

EPR analizinin sonuçlarına göre, Bostanlık Koyu (B) kıyısında, 10 metre aralıklarla 154 noktadan kesit alınmıştır. 1957-2019 yılları arasındaki 62 yıllık süreçte en fazla erozyon - 0.28m/yıl ile 124 numaralı kesitte gerçekleşmiştir (Grafik 3.4). En fazla birikmenin gerçekleştiği 25 numaralı kesitte ise birikme oranı 0.12 m/yıldır (Harita 3.4).



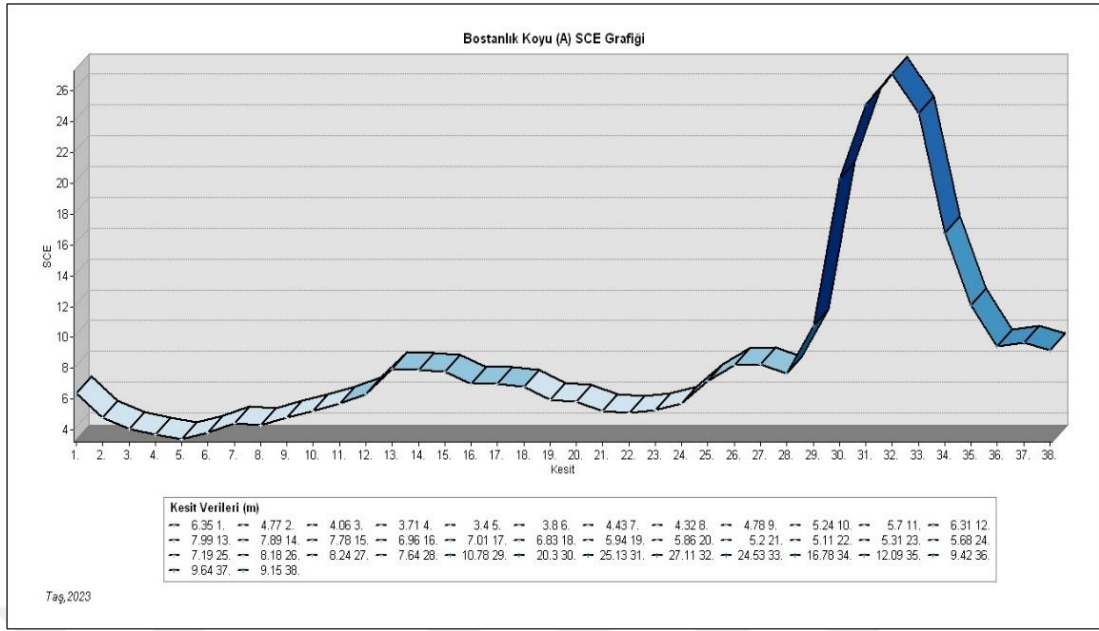
Grafik 3.4 : Bostanlık Koyu (B) EPR analizi grafiği.



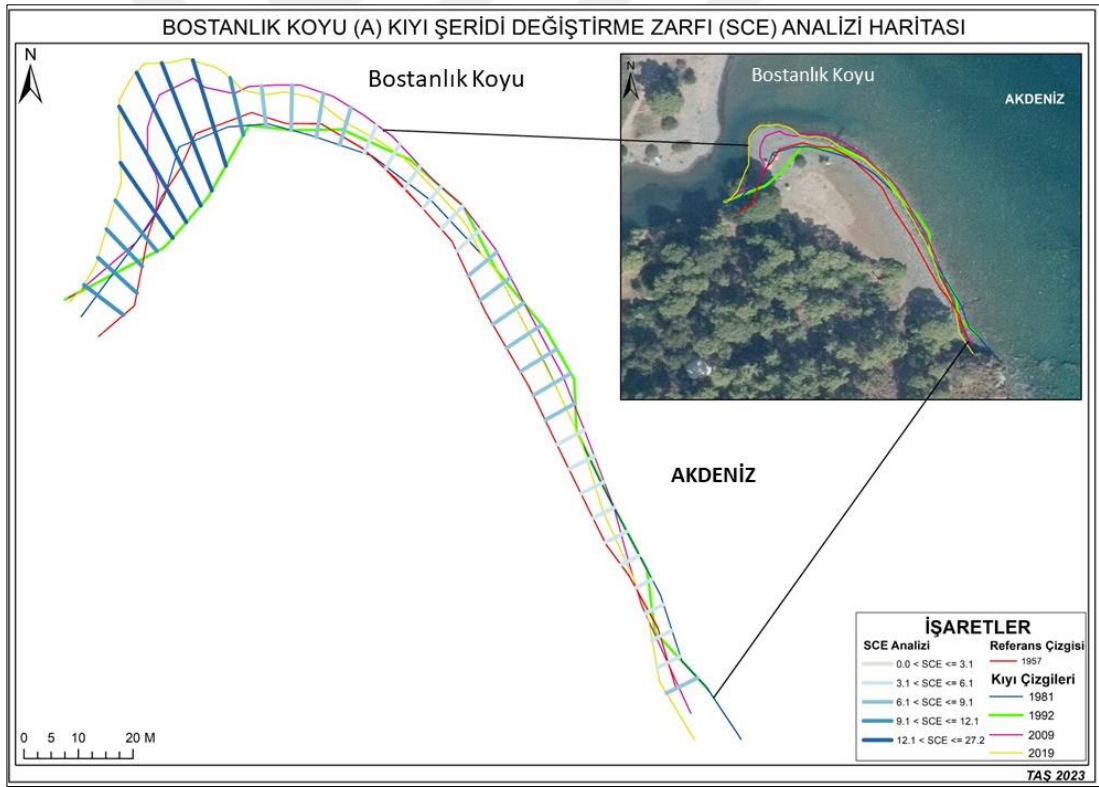
Harita 3.4 : Bostanlık Koyu (B) EPR analizi haritası.

3.2.3. Bostanlık Koyu SCE Analiz Sonuçları

SCE analizinin sonuçlarına göre, Bostanlık Koyu (A) kıyısında, 10 metre aralıklarla 38 noktadan kesit alınmıştır. Bostanlık Koyu (A) kıyısında en fazla değişme oranı 27.11 metreyle 32 numaralı kesitte (Grafik 3.5), 1992 ile 2019 yılları arasında meydana gelmiştir (Harita 3.5). Bostanlık Koyu'nda (A) 32 numaralı kesitin bulunduğu alan, 1957 yılından 1981 yılına kadar olan süreçte 2.03 metrelik bir birikme gerçekleşmiş, 1981 yılından, 1992 yılları arasında ise, -10.27 metrelik erozyona maruz kalmıştır. 1992 yılından 2019 yılına kadar ise birikme olay hakim olmuştur (Harita 3.5).



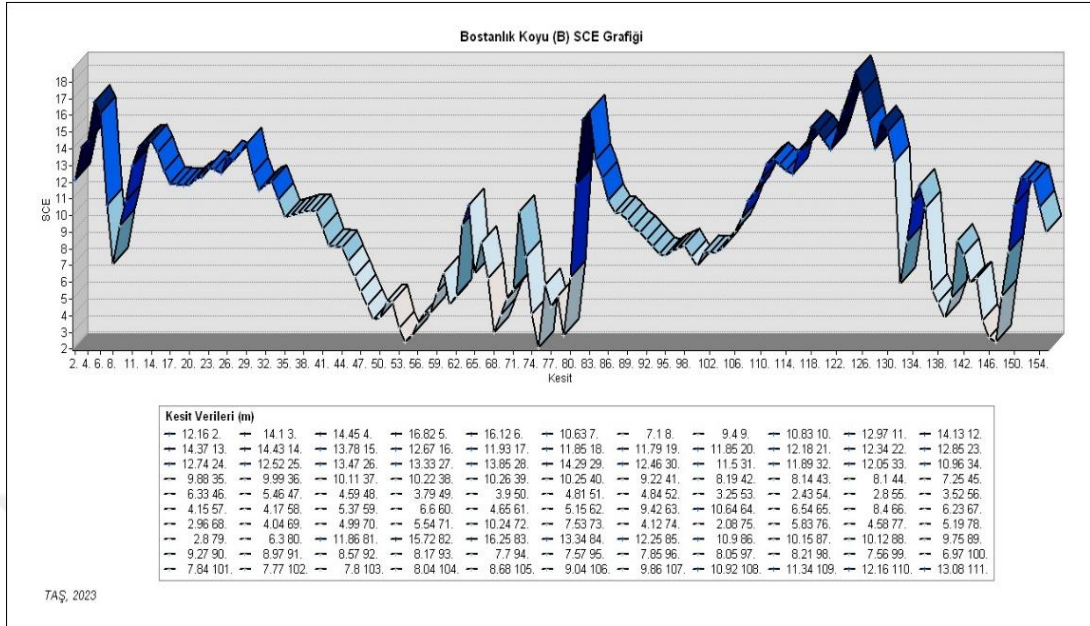
Grafik 3.5 : Bostanlık Koyu (A) SCE analizi grafiği.



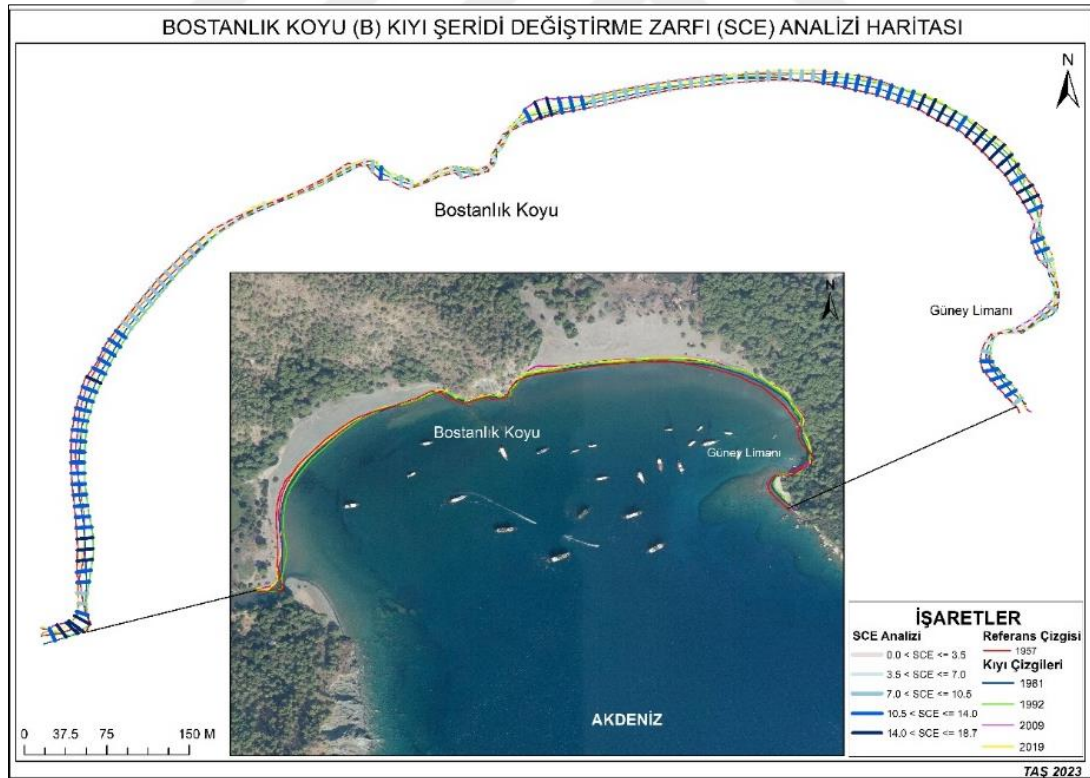
Harita 3.5 : Bostanlık Koyu (A) SCE analizi haritası.

SCE analizinin sonuçlarına göre, Bostanlık Koyu (B) kıyısında, 10 metre aralıklarla 154 noktadan kesit alınmıştır. En fazla değişimin gerçekleştiği nokta 124 numaralı kesittir (Grafik 3.6). Bu alan 1957-2009 yılları arasında 18.61 metrelik bir değişime maruz kalmıştır. 124 numaralı kesitin bulunduğu noktada 1957 yılından 2009 yılına kadar sürekli erozyon (-

18.61 m) meydana gelmiştir. Ancak 2009'dan 2019 yılına kadar olan sürede ise 1.04 metrelik bir birikme gerçekleşmiştir (Harita 3.6).



Grafik 3.6 : Bostanlık Koyu (B) SCE analizi grafığı.

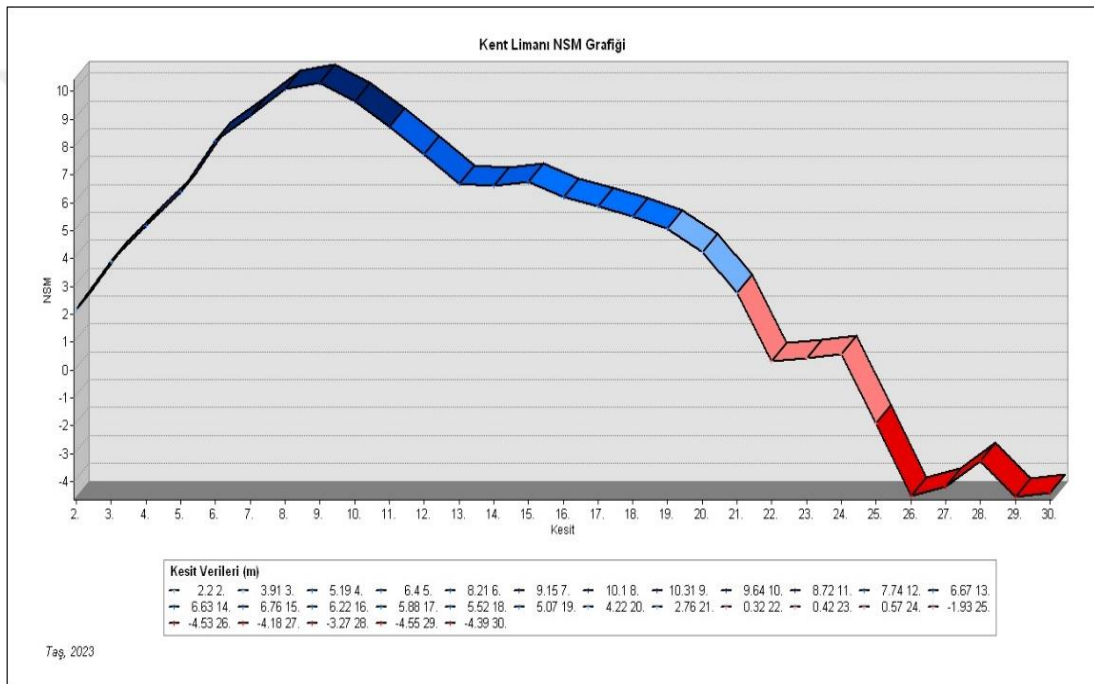


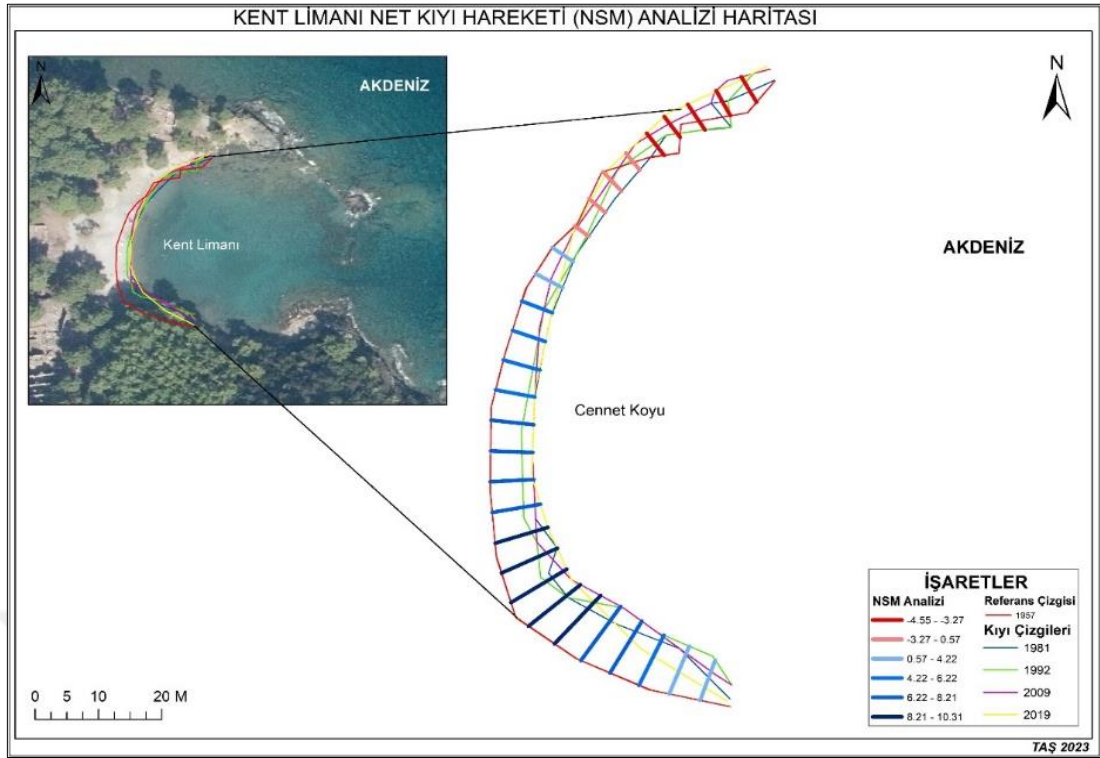
Harita 3.6 : Bostanlık Koyu (B) SCE analizi haritası.

3.3. Kent Limanı Kıyısındaki Değişimler

3.3.1. Kent Limanı NSM Analiz Sonuçları

NSM analizi için, Kent Limanı'nın bulunduğu alanda 10 metre aralıklarla 29 kesit alınmıştır. Bu analizi için en eski veri olan 1957 ile en yeni veri olan 2019 yıllar karşılaştırılmıştır. Bu veriler sonucunda en fazla birikme 10.31 metre ile 8 numaralı kesitte gerçekleşmiştir (Grafik 3.7). Bu yıllar arasında en fazla erozyon ise -4.55 metreyle 28 numaralı kesitte gerçekleşmiştir. Kent Limanının güney tarafında birikme hakimken, kuzey tarafında ise erozyon olayı hakim olmuştur (Harita 3.7).

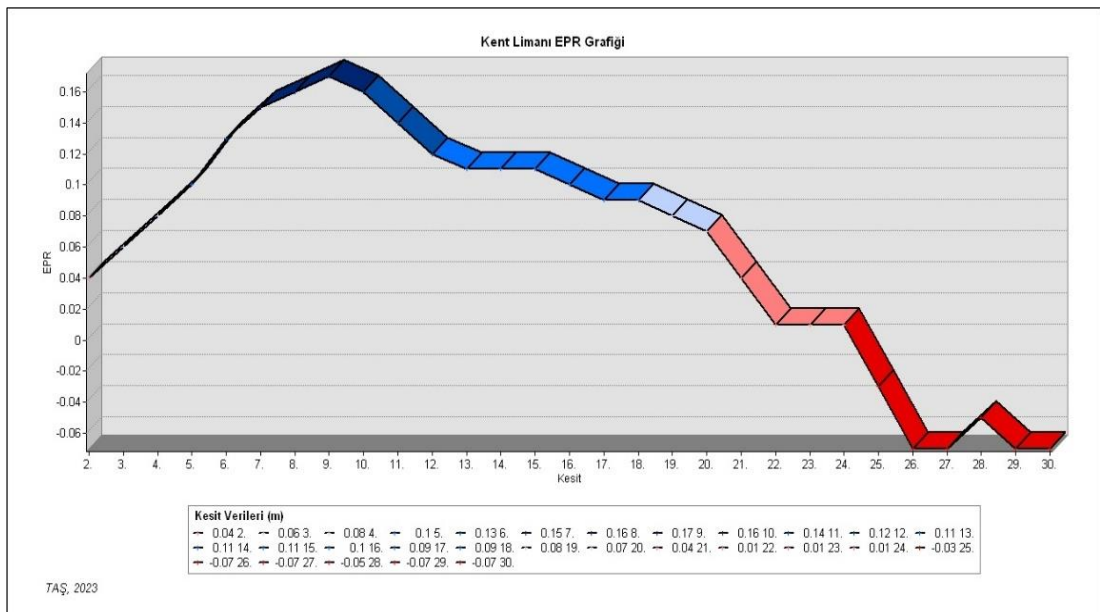




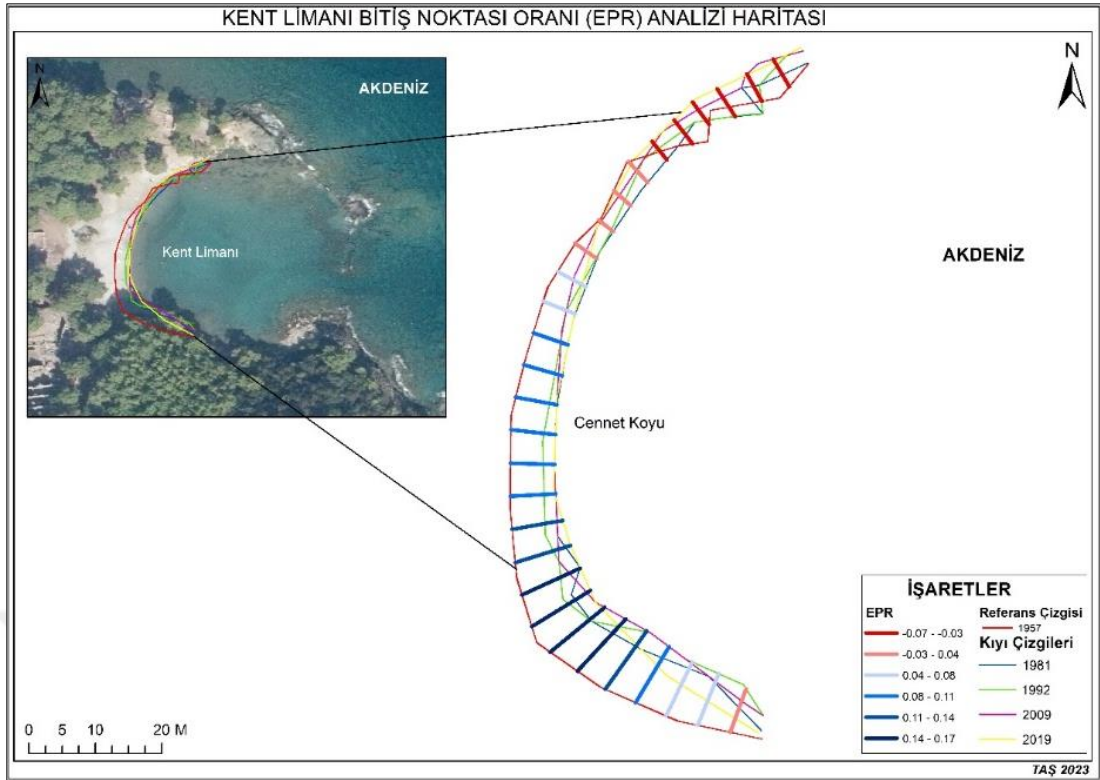
Harita 3.7 : Kent Limanı NSM analizi haritası.

3.3.2. Kent Limanı EPR Analiz Sonuçları

ERP analizinde Kent Limanı'nın da 10 metre aralıklarla 29 noktadan kesit alınmıştır. EPR analizi için en eski veri olan 1957 kıyı çizgisi ile en yeni veri olan 2019 yılına ait veriler girdi olarak kullanılmıştır. EPR analizin sonuçlarına göre, 1957 ile 2019 yılları arasındaki 62 yıllık süreçte, birikme oranı en fazla 8 numaralı kesitte gerçekleşmiş olup bu oran 0.17m/yıl'dır (Grafik 3.8). 1957 ile 2019 yılları arasındaki yıllık erozyon oranı ise en fazla 28 numaralı kesitte -0.7 m/yıl'dır (Harita 3.8).



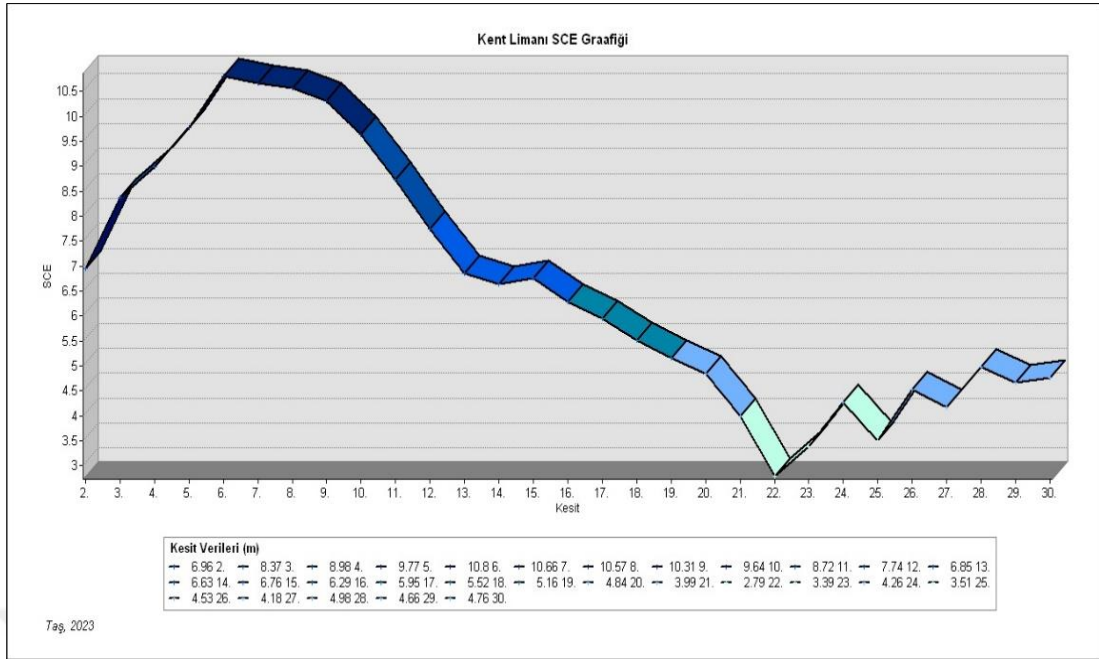
Grafik 3.8 : Kent Limanı EPR analizi grafiği.



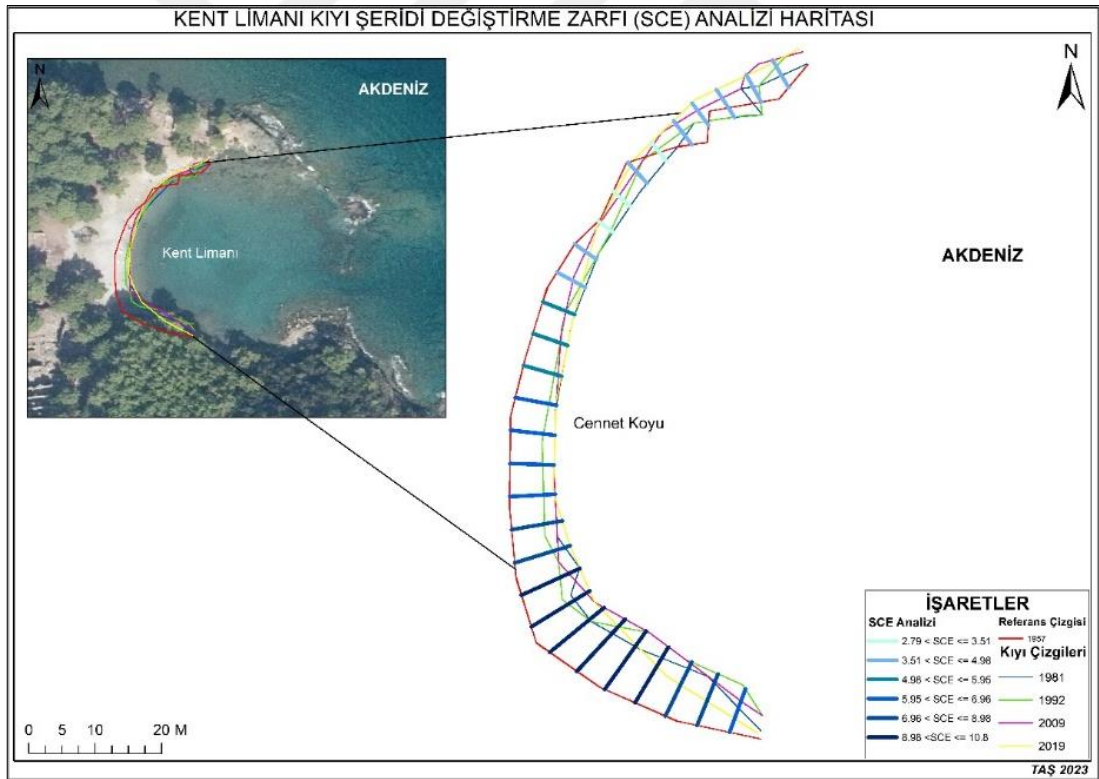
Harita 3.8 : Kent Limanı NSM analizi haritası.

3.3.3. Kent Limanı SCE Analiz Sonuçları

Kent Limanı SCE analizi için 10 metre aralıklarla 29 noktadan kesit alınmıştır. En fazla değişim 5 numaralı kesitte meydana gelmiştir. 1957, 1981, 1992 ve 2009 yılları arasında 10.8 metrelik bir değişim gerçekleşmiştir (Grafik 3.9). 5 numaralı kesitin bulunduğu kıyı alanının en geride olduğu yıl 1957 yılıdır. 1957'den 2009 yılına kadar bu alan giderek deniz tarafına doğru birikmeye başlamıştır. 2009 yılından, 2019 yılına kadar olan süreçte ise 5 numaralı kesitin bulunduğu alan -2.59 metrelik bir erozyona maruz kalmıştır (Harita 3.9).



Grafik 3.9 : Kent Limanı SCE analizi grafiği.

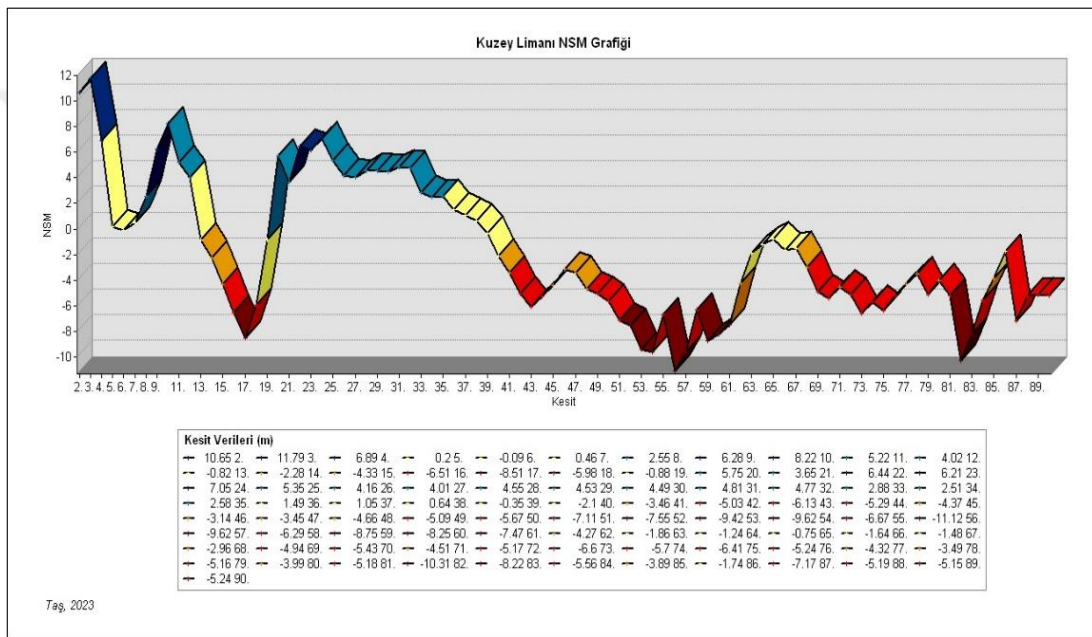


Harita 3.9 : Kent Limanı SCE analizi haritası.

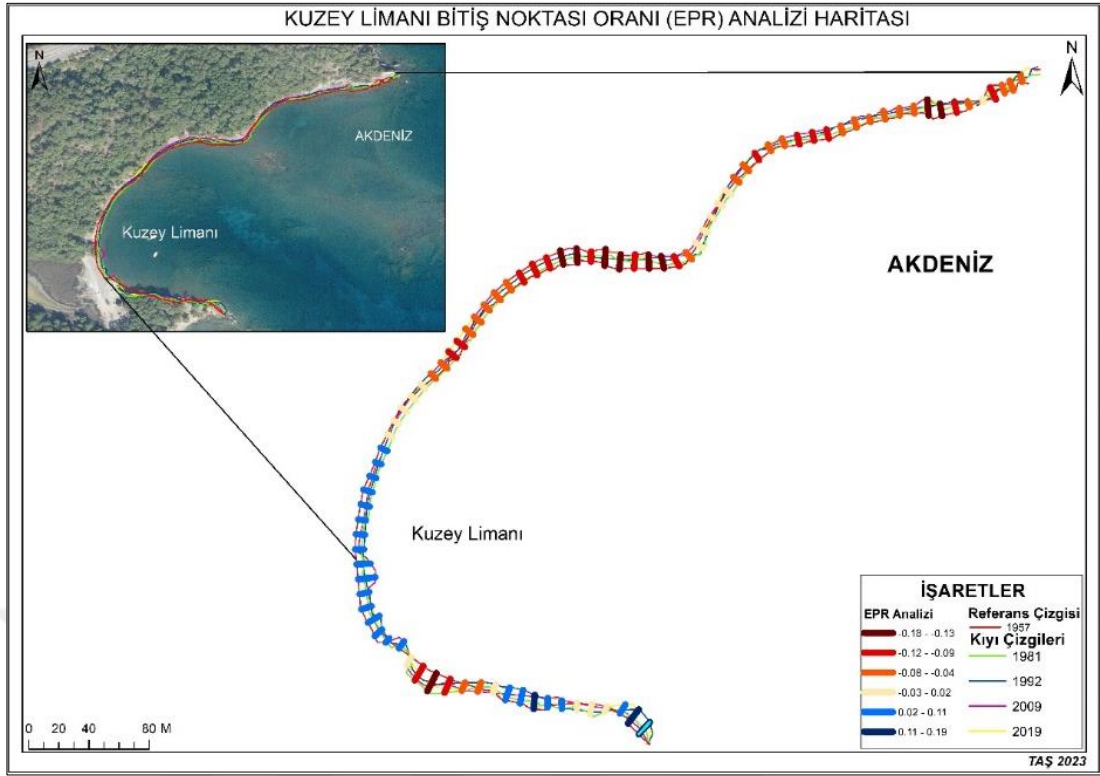
3.4. Kuzey Limanı Kıyısındaki Değişimler

3.4.1. Kuzey Limanı NSM Analiz Sonuçları

Eskiden Kuzey Limanı olarak kullanılan alanda NSM analizi için 10 metre aralıklarla 89 noktadan kesit alınmıştır. NSM analizi için en eski veri olan 1957 yılı ile en yeni veri olan 2019 yılı kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda 1957 ile 2019 yılları karşılaştırıldığında en fazla birikmenin 11.79 metreyle 2 numaralı kesittin bulunduğu alanda olduğu tespit edilmiştir (Grafik 3.10). En fazla erozyon ise -11.12 metreyle 55 numaralı kesittin bulunduğu alanda gerçekleşmiştir (Harita 3.10). Kuzey Limanı'nın güneyinde birikme hakimken, kuzey tarafında ise daha çok erozyon olayı hakimdir (Harita 3.10).



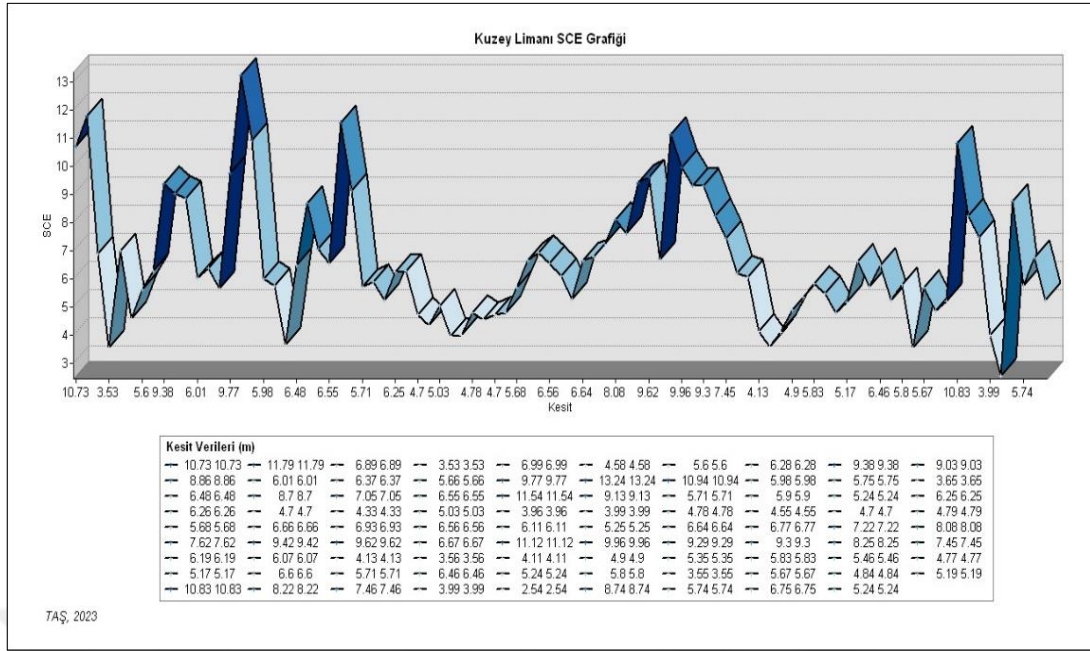
Grafik 3.10 : Kuzey Limanı NSM analizi grafiği.



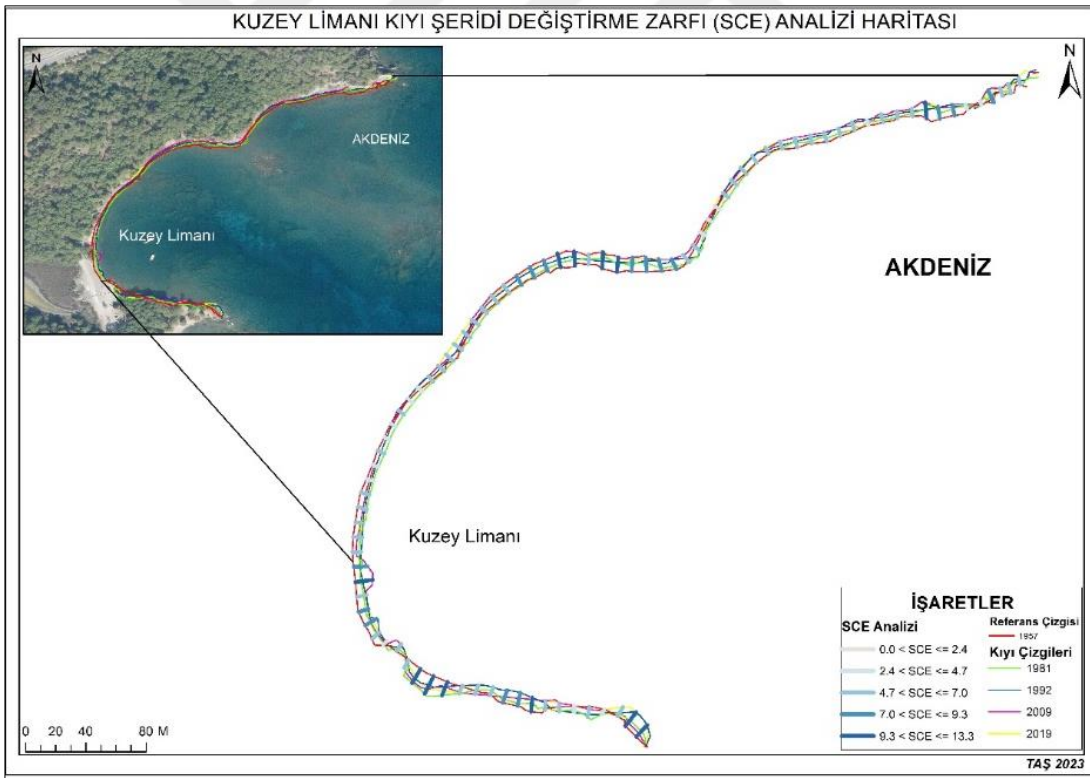
Harita 3.11 : Kuzey Limanı EPR analizi haritası.

3.4.3. Kuzey Limanı SCE Analiz Sonuçları

SCE analizi için Kuzey Limanı'nın bulunduğu alanda 10 metre aralıklarla 89 noktadan kesit alınmıştır. Bu analizin sonucunda ise kıyıda meydana gelen en fazla değişim 13.24 metreyle 16 numaralı kesitte gerçekleşmiştir (Grafik 3.12). 16 numaralı kesitin bulunduğu alan 1957-1981 yılları arasındaki 24 yıllık süreç program tarafından istatistiksel tamamlama yapılarak hesaplanmış ve bu alanın -13.24 metrelik bir erozyona maruz kaldığı anlaşılmıştır. 1981'den 2019 yılına kadar olan 38 yıllık süreçte ise 4.71 metrelik bir birikme yaşanmıştır (Harita 3.12).



Grafik 3.12 : Kuzey Limanı SCE analizi grafiği.

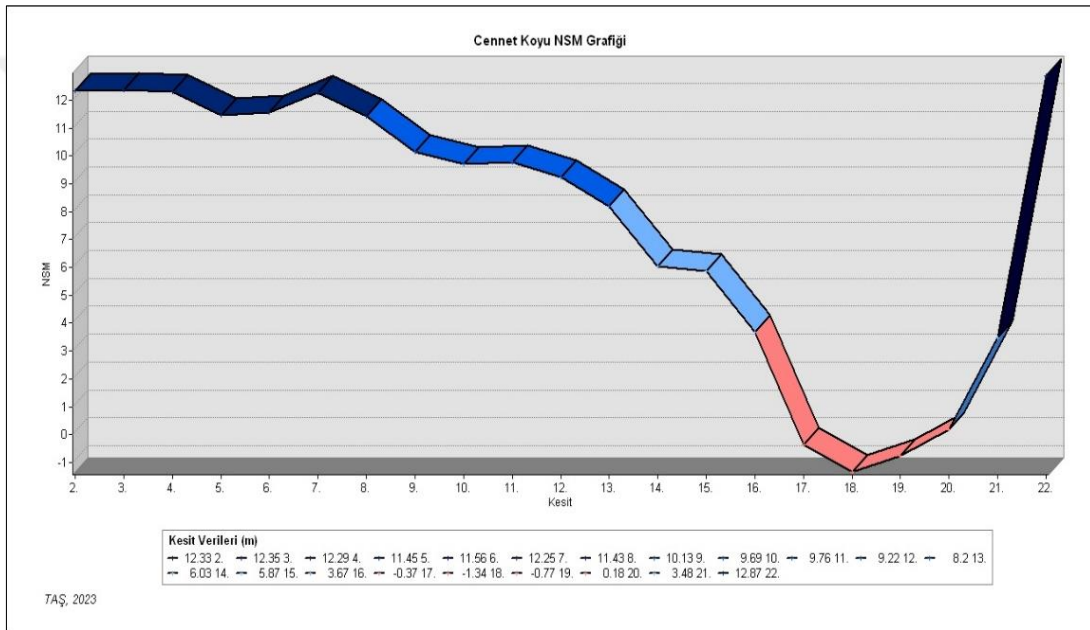


Harita 3.12 : Kuzey Limanı SCE analizi haritası.

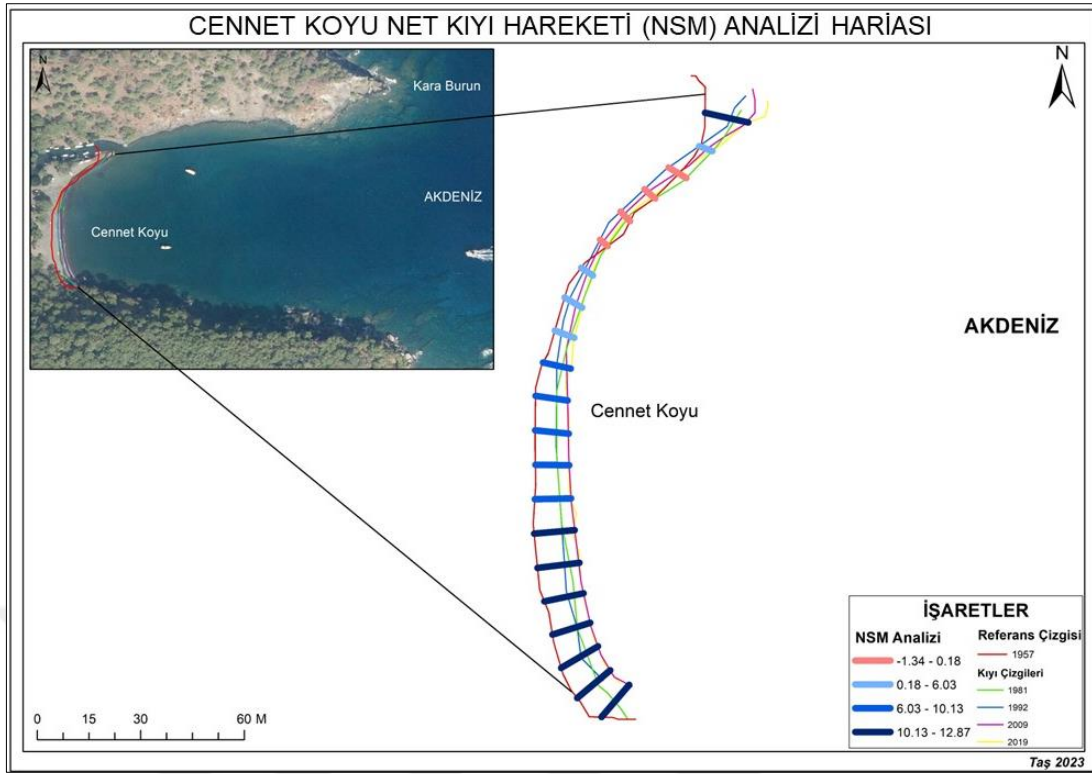
3.5. Cennet Koyu Kıyısındaki Değişimler

3.5.1. Cennet Koyu NSM Analiz Sonuçları

Phaselis'in kuzey kesiminde bulunan İnce Burun ile Kara Burun arasında yer alan Cennet Koyu'nun NSM analizinin sonuçlarını öğrenmek için 10 metre aralıklara 21 tane kesit alınmıştır. NSM analizi için en eski veri olan 1957 ile en yeni veri olan 2019 yılları kullanılmıştır. 1957 ile 2019 yılları karşılaştırıldığında en fazla birikme 12.87 metreyle 21 numaralı kesitin bulunduğu alanda gerçekleşmiştir (Grafik 3.13). Cennet Koyunda neredeyse hiç erozyon yaşanmamıştır. 62 yıllık süreçte en fazla erozyon -1.34 metreyle 17 numaralı kesitin bulunduğu alanda gerçekleşmiştir (Harita 3.13).



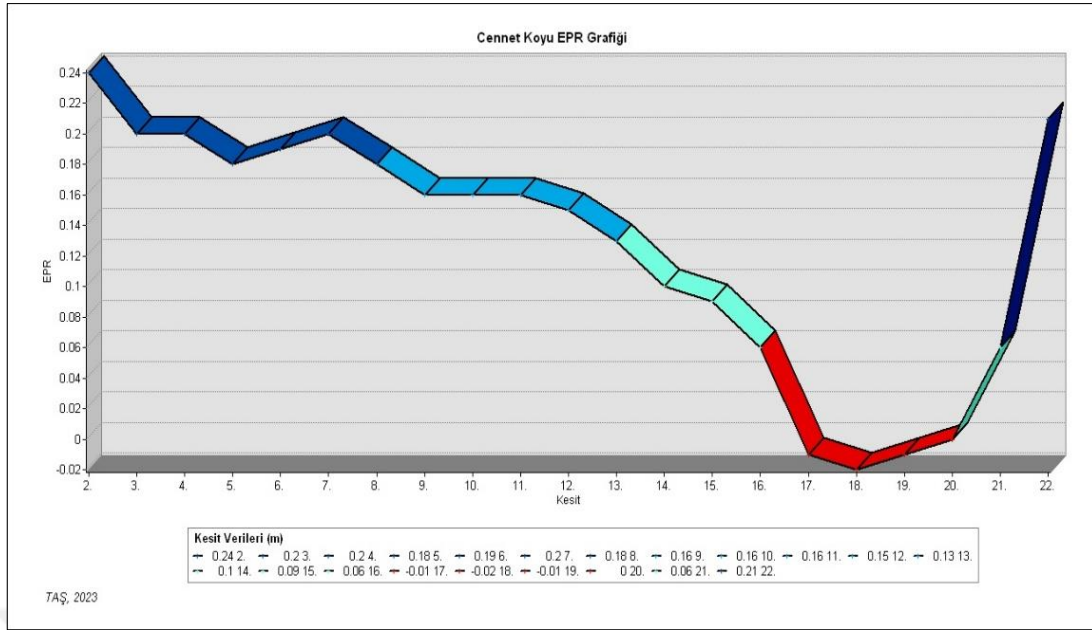
Grafik 3.13 : Cennet Koyu NSM analizi grafiği.



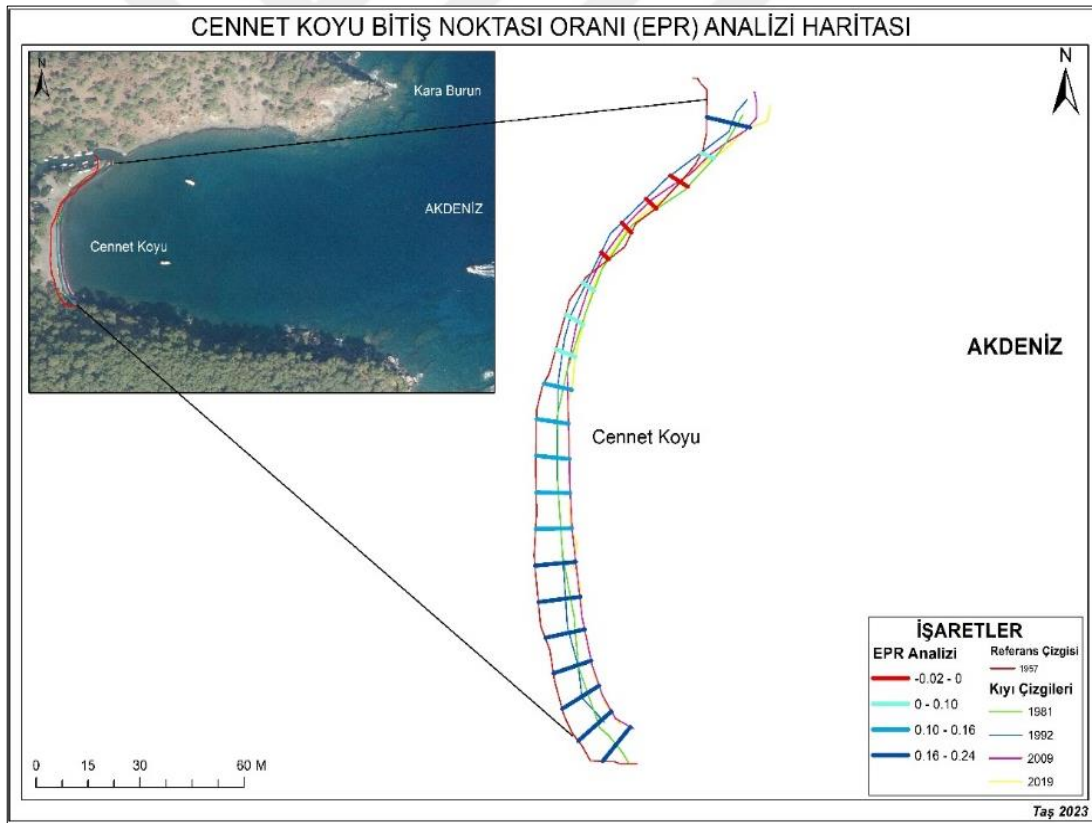
Harita 3.13 : Cennet Koyu NSM analizi haritası.

3.5.2. Cennet Koyu EPR Analiz Sonuçları

Cennet Koyunda 1957 ile 2019 yılları arasındaki 62 yıllık süreçte EPR analizi için 10 metre aralıklarla 21 noktadan kesit alınmıştır. 1957 ile 2019 yılları arasında birikme oranı en fazla 0.21 ile 21 numaralı kesitin geçtiği alanda gerçekleşmiştir (Grafik 3.14). Birikme oranının fazla olduğu diğer kesitler ise 1, 2 ve 3 numaralı kesitlerin geçtiği Cennet Koyu'nun güney kesimidir. 1957 ile 2019 yılları arasındaki dönemde erozyon oranı ise en fazla -0.02 ile 17 numaralı kesitin geçtiği alanda gerçekleşmiştir. Cennet Koyunda erozyon neredeyse hiç meydana gelmemiştir (Harita 3.14).



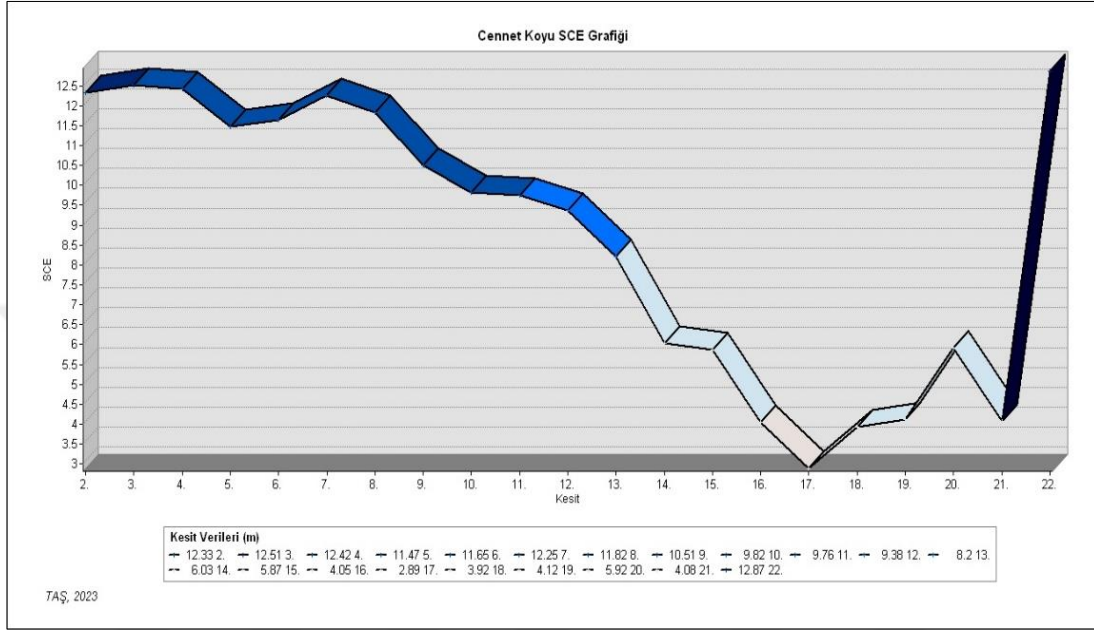
Grafik 3.14 : Cennet Koyu EPR analizi grafiği.



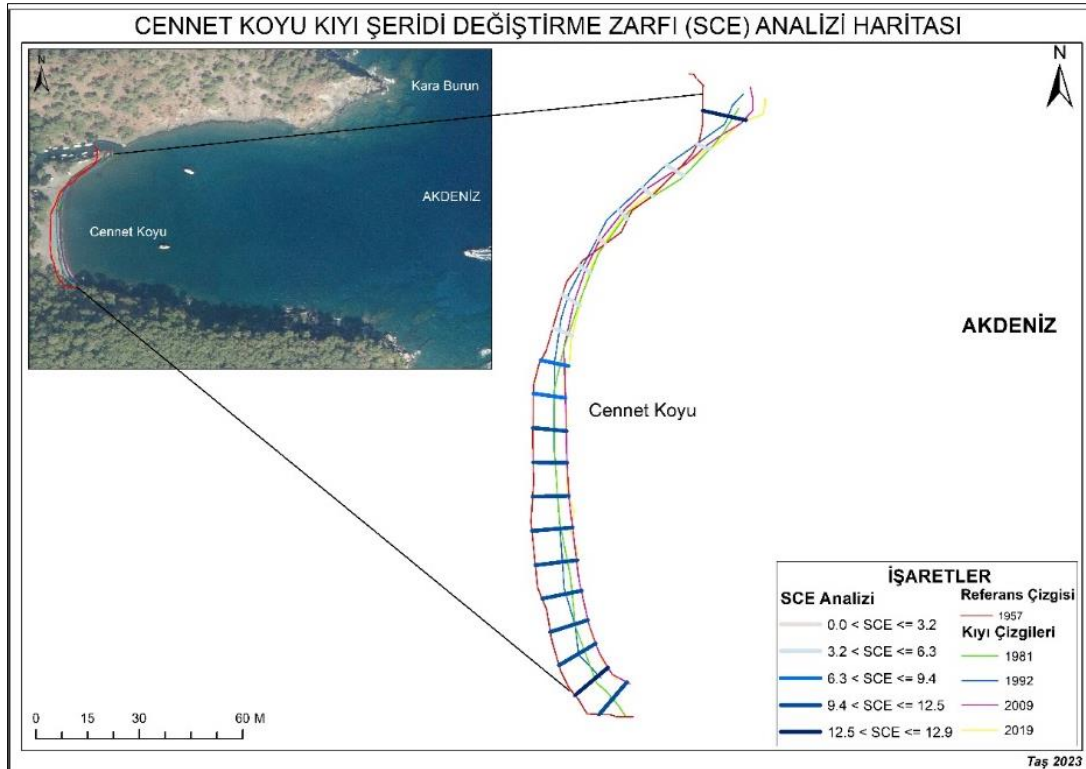
Harita 3.14 : Cennet Koyu EPR analizi haritası.

3.5.3. Cennet Koyu SCE Analiz Sonuçları

SCE analizi için Cennet Koyunda, 10 metre aralıklarla 21 noktadan kesit alınmıştır. Bu analizin sonucunda ise farklı dönemlere ait kıyı çizgilerinin istatistiksel değerlendirmesi sonucunda en fazla değişimin 12.87 metreyle 21 numaralı kesitte meydana geldiği anlaşılmıştır (Grafik 3.15 ve Harita 3.15).



Grafik 3.15 : Cennet Koyu SCE analizi grafiği.



Harita 3.15 : Cennet Koyu SCE analizi haritası.

SONUÇ

Phaselis Antik Kenti ve çevresindeki kıyılar girintili-çıkıntılı bir yapıda olup, bu alanlara küçük koy ve körfezler yerleşmiştir. Bu koy ve körfezlerin içine Phaselis'in bir ticaret kenti özelliğini veren limanlar bulunmaktadır. Çalışma alanında çok sayıda tepe bulunmaktadır. Bu tepelerin arasından irili ufaklı birçok mevsimlik dere akmaktadır. Bu mevsimlik derelerin taşıdığı sedimanlar koy ve körfezlerde birikir.

Ülkemizde son yıllarda denizlerin doldurulmasıyla ya da denizlerden malzeme çıkarılmasıyla kıyılarda önemli ölçüde değişmelere neden olmuştur. Dalga ve akıntılarında kıyılarda yaptığı şekillendirmeye beraber değişim oranı artmıştır. Antalya ilinin sahip olduğu eşsiz güzellikteki kıyı şeridi ve plajları da bu değişimden etkilenmiştir.

DSAS yöntemi uygulanarak elde edilen sonuçlara ise şu şekildedir. Bostanlık Koyu (A) kıyısında NSM analizine göre 1957-2019 yılları arasında 32 numaralı kesitte 18.97 metrelik bir birikme meydana gelmiştir. Bostanlık Koyu (A) SCE analizine göre, 32 numaralı kesitin bulunduğu alan 1981'den 1992 yılına kadar olan süreçte -10.27 metrelik bir erozyona maruz kalmış, 1992'den 2019 yılına kadar ise 27.11 metrelik birikme yaşanmıştır. Bu birikmenin gerçekleşmesinde en önemli faktör Karaçay Deresinin taşıdığı sedimanlardır. Bu alanda kıyılarda iri taneli çakıllar hakimdir. Çünkü Karaçay Deresi kaynağını aldığı yerden çok kısa bir mesafe sonrasında denize ulaşır ve vadisi yüksek eğimli bir alanda kurulmuştur. Günümüzde beşeri müdahalelerle kıyı kayalarla doldurularak erozyona karşı güçlendirilmiştir.

Bostanlık Koyu (B) kıyısında NSM analizine göre, 1957 yılı ile 2019 yılı karşılaştırıldığında Bostanlık Koyunun (B) ortasında yer alan Çöğmen Tepe'ye ait kayalıkların oluşturduğu falezin güneyinde yer alan 590 m uzunluğundaki kıyıda birikme yaşanırken (25 numaralı kesitte 7.22 m), Güney Limanının da bulunduğu 750 metre uzunluğa sahip falezin kuzeyindeki kıyılarda ise erozyon yaşanmıştır (124 numaralı kesitte -17.57 m). Falezin bulunduğu kesimde ise çok az miktarda değişme meydana gelmiştir. Bostanlık Koyu (B) güney kıyılarında 1957 ile 2019 yılları karşılaştırıldığında birikme yaşandığı görülmüştür. Ancak 1992'den günümüze kadar olan dönemde bu alandaki kıyılarda sürekli bir erozyon yaşanmıştır. Bu alan Karaçay Deresi'nin getirdiği iri çakılı alüvyonlar ile kaba kumlu malzeme geçişli bir plaj dolgusuna sahiptir. Falezin kuzeyinde ise 1957'den günümüze sürekli gerileme yaşanmıştır. Bu alanda sürekli gerilemenin yaşanmasındaki en büyük etken dalga ve akıntılara karşı savunmasız olmasıdır. Bu alanda bulunan kıyıların ince kumullardan oluşması dalga erozyonunun daha da şiddetli gerçekleşmesine yardımcı olur.

235 metre uzunluğuna sahip olup kaba kumullardan oluşan Kent Limanının da yapılan analizlerde, genel olarak birikme tespit edilirken, kuzey kıyılarının küçük bir bölümünde erozyon tespit edilmiştir. Bu alanda yaşanan birikmenin esas nedeni, Kent Limanının küçük bir koyda kurulmuş olup, dalga ve akıntıların kıyıda pek etkili olmamasından dolayıdır. NSM analizine göre 1957 ile 2019 yılları karşılaştırıldığında 8 numaralı kesitte 10.31 metrelik bir birikme gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kent Limanının kuzeyinde ise -4.55 metrelik bir erozyon meydana gelmiştir. Eskiden bu alanda bulunan mendirekler bölgenin tektonik özelliğinden dolayı günümüzde sular altında kalmıştır.

Tombolonun kuzeyinde yer alan Kuzey Limanı ise 590 m uzunluğa sahiptir. Kuzey Limanı kaba kumlardan oluşmuş, açık bir koyda bulunmaktadır. Güney kısmında Tahtalı Dağ'dan gelen mevsimlik derelerin nedeniyle birikme yaşanmıştır. Ayrıca Kuzey Limanın güney kesmi, Asar Tombolosunun duldasında kaldığı için dalga ve akıntılara karşı kuzeye göre daha korunaklı bir durumdadır. Kuzey Limanında yapılan analizler sonucunda, Kuzey Limanın güney kısımlarında birikme hakimken (2 numaralı kesitte 11.79 m), kuzey kesimlerinde erozyon hakimdir (55 numaralı kesitte -11.12 m).

Cennet Koyunda yapılan analizlerin sonucunda, 1957-2019 yılları arasında koy genelinde birikme hakim olmuştur (21 numaralı kesitte 12.87 m). Cennet Koyunda birikme yaşanmasının temel sebebi, bir mevsimlik dere olan Alacasu Deresidir. Cennet Koyundan denize karışan Alacasu Deresi taşıdığı alüvyonlarla bu alan da çakılı bir plaj oluşturur. İnce Burun ile Kara Burun arasında kalan Cennet Koyunda dalga ve akıntılar oldukça az etkili olur. Bu iki burun plaj için adeta doğal bir kalkan görevi görürler. Cennet Koyunun bir halk plajına dönüştürülmüş olması dolayısıyla, plaja doğru açılan tali yolun hafriyatı dere ağzına dökülmüş ve daha sonra bu antropojenik dolgu balıkçılar tarafından deniz içine doğru uzatılarak geride bir balıkçı barınağı oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

- Adarsa, J., Shamina S., Arkoprovo, B. (2012). Morphological Change Study of Ghoramara Island, Eastern India Using Multi Temporal Satellite Data. *Research Journal of Recent Sciences*, 1(10): 72-81.
- Akengin, H., Dölek, İ., Özdemir, Y. (2019). Türkiye'nin Denizleri ve Kıyıları. *Türkiye Fiziki Coğrafyası, Sayfa: 286, 310.*
- Akköprü, E., Berberoğlu, E., Taş, M. (2022), Phaselis ve Yakın Çevresinin Coğrafi Özellikleri. *Phaselis VIII*, 223-236.
- Akşit, S. (2003). Damla (Splash) Erozyonu ile Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi Arasındaki İlişkinin Analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1).
- Alley, R. B., Clark, P. U., Huybrechts, P., Joughin, I. (2005). Ice-Sheet and Sea-Level Changes. *Science*, 310: 456-460.
- Alley, R. B. (2000). The Younger Dryas Cold Interval As Viewed From Central Greenland. *Quaternary Science Reviews*, 19: 213-226.
- Alley, R. B., Mayewski, P.A., Sowers, T., Stuiver, M., Taylor, K. C., Clark, P.U. (1997). Holocene Climatic Instability, a Prominent, Widespread Event 8200 yr Ago. *Geology*, 25: 483-486.
- Anders, F. J., Byrnes, M. R. (1991). Accuracy of Shoreline Change Rates as Determined From Maps and Aerial Photographs. *Shore and Beach*, 59(1), 17–26.
- Ardos, M., Pekcan, N. (1994). *Jeomorfoloji Sözlüğü (Kısmen Diğer Yerbilimleri)*. Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- Arınc, K. (2014). *Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri*. Eser Ofset Matbaacılık, Erzurum.
- Aslan, E., Baybo, S. (2015). Phaselis Kent Limanları ve Sualtı Araştırmalarının Ön Değerlendirmesi. *Phaselis I*, 1-17.
- Aslan, E., Orhan, U. (2019). Phaselis 2018 Yılı Güney Liman Alanı Sualtı Araştırmalarında Tespit Edilen Amphoralar. *Phaselis V* 85-99.
- Atalay, İ. (2011). *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği* (8. Baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. (2001). *Genel Fiziki Coğrafya* (5. Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Atalay, İ. (2004). *Doğa Bilimleri Sözlüğü*. Meta Basımevi, İzmir.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (1997). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İnkılâp Yayınevi, İzmir.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (2006). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası* (3. baskı). İnkılâp Yayınevi, İzmir.

- Atasoy, L. (2010). *Yat Kaynaklı Atık Suların Phaselis Koyuna Çevresel Etkileri ve Marinalarda Atık Su Yönetimi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi. Antalya.
- Aydın, M., Uysal, M. (2013). Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla İzlenmesi: Sakarya-Karasu. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 5 (3), 24-32.
- Beykzade, M., Beykzade, S. (2019). Examination of the Types of Erosion and Introduction of Protective Measures to Prevent Soil Loss. *Acta Marisiensis. Seria Technologica*. 16. 29-33. 10.2478/amset-2019-0014.
- Bird, E. C. F. (1930). *Coastal Geomorphology: An Introduction*. Second Edition p. cm. Includes bibliographical references and Index. ISBN 978-0-470-51729-1 (cloth), ISBN 978-0-470-51730-7 (pbk.), 1. Coasts. I. Title. GB451.2.B55 2007 551.45 7. dc22. s. 0-411.
- Boak, E. H., Turner, I. L. (2005). Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Bond, G. G., Kromer B., Beer J., Muscheler R., Evans M., Showers W., Hoffmann S., Lotti-Bond R., Hajdas I., Bonani G. (2001). Persistent Solar Influence on North Atlantic Climate During The Holocene. *Science* 294: 2130-2136.
- Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., De Menocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, I., Bonani, G. (1997). A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene And Glacial Climates. *Science* 278 (5341):1257-1266.
- Brovelli, M. A., Cannata, M., Longoni, U. M. (2002). Managing and Processing LIDAR Data Within GRASS. *Proceedings of the Open Source GIS-GRASS Users Conference*, Trento, Italy, 11-13 September.
- Brückner, H., Kelterbaum, D., Marunchak, O., Porotov, A., Vött, A. (2010). The Holocene sea level story since 7500- BP Lessons from the Eastern Mediterranean, the Black and the Seas. *Quaternary International* 225, 160-179. Elsevier.
- Ceylan, M., Maktav, D. (2012), Uzaktan Algılama ve CBS ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi; İzmit Körfezi Örneği. IV. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, Zonguldak.
- Chappell, J., Polach, H. (1991). Post-Glacial Sea-Level Rise from a Coral Record at Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Nature*. 349, 147-149.
- COHMAP (Cooperative Holocene Mapping Project) Members. (1988). Climatic Changes Of The Last 18,000 Years: Observations and Model Simulations. *Science* 241: 1043-1052.

- Cracknell, A. P. (1999). Remote Sensing Techniques in Estuaries and Coastal Zones-An Update. *International Journal Of Remote Sensing*, 19(3), 485-496.
- Çelebi, H. (2010). Jeolojik ve Hızlandırılmış Erozyon Süreçleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3).
- Çelik, K. (2015). Kıyı Alanlarının Planlanmasında Kıyı Kenar Çizgisinin Önemi. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 2 (1), 36-43.
- Darwin, N., Ahmad, A., Amin, Z. M., Zainon, O. (2014). Assessment of Photogrammetric Micro Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicle (UAV) System for Image Acquisition Of Coastal Area. *Jurnal Teknologi*, 71(5), 31-36.
- Demir, K. A. (2018). Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi Bağlamında Kıyı Kentleşmeleri. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25 (2), 409-426. DOI: 10.18657/yonveek.325370.
- Demir, T., Çakmak, S., Berberoğlu, E. (2021). “Akdeniz Havzası'nın Fiziki Coğrafyası,”. *Bütün Yönleriyle Akdeniz*, Arkeoloji ve Sanat, pp. 79-130. İstanbul.
- Deniz, İ. G. ve Aykurt, C. (2016). *Antalya Endemik ve Nadir Çiçekleri*. Kutlu & Avcı Ofset, Antalya.
- Denton, G. H., Alley, R. B., Comer, G. C., Broecker, W. S. (2005). The Role of Seasonality in Abrupt Climate Change. *Quaternary Science Reviews*, 24: 1159-1182.
- Denton, G. H., Karlen, W. (1973). Holocene Climatic Variations-Their Pattern and Possible Cause. *Quaternary Research* 3: 155-205.
- Dipova, N. (2016). Antalya Konyaaltı Sahilinde Kıyı Erozyonu Tehlikesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 7 Ek Sayı:1, 223-231.
- Doğan, İ. (2008). Uzaktan Algılama Verileri ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Zamansal Olarak Belirlenmesi: Alaçatı Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 52 s.
- Dolan, R., Fenster, M. S., Holme, S. J. (1991). Temporal Analysis of Shoreline Recession And Accretion. *Journal of Coastal Research*, 7(3), 723–744.
- Döker, M.F. (2012). İstanbul İli Marmara Denizi Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Zamansal Değişimin Belirlenmesi. *International Journal of Human Sciences*, (9)2, 1350-1370.
- Dutta, D., Wright W., Rayment P. (2011). Synthetic Impact Response Functions for Flood Vulnerability Analysis and Adaptation Measures in Coastal Zones Under Changing Climatic Conditions: A Case Study in Gippsland Coastal Region, Australia. *Natural Hazards*, 59, 967-986.
- Ellison, C. R. W., Chapman, M. R., Hall, I. R. (2006). Surface and Deep Ocean Interactions During The Cold Climate Event 8200 Years Ago. *Science* 2006; 1929-1932.

- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (3. Baskı). Der Yayınevi, İstanbul.
- Erkal, T. (2015). Kıyı Yönetimi Açısından Türkiye'de Yapılan Kıyı Jeomorfolojisi Çalışmalarının Değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (65), 23-34.
- Erlat, E. (2014). *İklim Sistemi ve İklim Değişimleri* (5. Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Finkl, C. W. (2016). *Coasts*. 103–113. doi:10.1007/978-94-007- 6238-1_152.
- Garipağaoğlu, N., Özcan, S., Uzun, M. (2014). Moda-Caddebostan (Kadıköy) Arası Kıyı Alanındaki Değişimin İncelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0 (29), 60-80. DOI: 10.14781/mcd.28746.
- Gazioğlu, C., Uzun, Y., Akkaya, M. A., Kaya, H. (2013). *Kıyı Alanlarının Planlanması ve Kullanımı*. 1. Baskı, Bayem Ajans Promosyon Medya Reklam Organizasyon Matbaa, İstanbul.
- Genz, A. S., Fletcher, C. H., Dunn, R. A., Frazer, L. N., Rooney, J. J. (2007). The Predictive Accuracy of Shoreline Change Rate Methods And Alongshore Beach Variation On Maui, Hawaii. *Journal Of Coastal Research*, 23(1), 87-105.
- Gonçalves, J. A., Henriques, R. (2015). UAV Photogrammetry for Topographic Monitoring of Coastal Areas. *ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104, 101-111.
- Göktürk, R. S. (2015). Phaselis Antik Kenti Florası I". *Phaselis I*, 81-131.
- Göktürk, R. S. (2016). Phaselis Antik Kenti Florası II". *Phaselis II*, 57-101.
- Göktürk, R. S. (2017). Phaselis Antik Kenti Florası III". *Phaselis III*, 187-224.
- Güney, Y., Polat S. (2015). Uzaktan Algılama Verileri ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: Aliğa ve Çandarlı Örneği. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 8(1).
- Gürhan, G., Adalıoğlu, S. (1998). "Altınova Bölgesi Örneğinde Kıyı Erozyonu Etüdü". 2. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, 179-192.
- Hapke, C., Richmond, B. M. (2000). Monitoring Beach Morphology Changes Using Small-Format Aerial Photography and Digital Softcopy Photogrammetry. *Environmental Geosciences*, 7(1), 32–37.
- Himmelstoss, E. A., Farris, A. S., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., Ergul, A., Zhang, O., Zichichi, J.L., Thieler, E.R. (2018). "Digital Shoreline Analysis System (version 5.0): U.S. Geological Survey Software Release". <https://code.usgs.gov/cch/dsas>.
- Holland, K. T., Holman, R. A., Lippmann, T. C., Stanley, J., Plant, N.G. (1997). Practical Use of Video Imagery in Nearshore Oceanographic Field Studies. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 22(1), 81–92.

- Holman, R. A., Sallenger, A. H., Lippmann, T. C., Haines, J. W. (1993). The Application of Video Image Processing to The Study of Nearshore Processes. *Oceanography*, 6(3), 78–85.
- Holzhauser, H., Magny, M., Zumbühl, HJ. (2005). Glacier and Lake-Level Variations in West-Central Europe over The Last 3500 Years. *The Holocene*, 15: 789-801.
- Hossain, M. S., Gain, A. K., Rogers, K. G. (2020). Sustainable Coastal Social-Ecological Systems: How Do We Define Coastal ?. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27(7), 577-582.
- Hoşgören, M. Y. (2015). *Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri II*. Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Ishaand, I. B., Adib, M. R. M. (2021). “Shoreline Monitoring Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) at Regency Beach, Port Dickson”. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1144, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- İzbirak, R. (1996). *Türkiye I. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları*. Milli Eğitim Basımevi. İstanbul.
- Kaamin, M., Daud, M. E., Sanik, M. E., Ahmad, N. F. A., Mokhtar, M., Ngadiman, N., Yahya, F. R. (2018). “Mapping Shoreline Position Using Unmanned Aerial Vehicle”. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2016, No. 1, p. 020063). AIP Publishing LLC.
- Kabaklı S. G. (2017). Lykia Bölgesindeki Deniz Seviyesi Değişimlerinin Antik Liman Kentlerine Etkileri. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi. Antalya. [org/10.18367/Pha.19004](https://doi.org/10.18367/Pha.19004).
- Kabashi, T., Severinghaus, J. P., Barnola, J. (2008). $4\pm1.5^{\circ}\text{C}$ Abrupt Warming 11,270 yr Ago Identified From Trapped Air in Grönland Ice. *Earth and Planetary Science Letters* 268: 397-407.
- Karaoğlu, M. (2014). Erozyon, Rüzgâr Erozyonu ve Iğdır-Aralık Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 167-172.
- Karaoğlu, M. (2016). Erozyon mu. *Avrasya Terim Dergisi*, 4(1), 40-45.
- Kayan, İ. (1995). The Troia bay and supposed harbour sites in the Bronze Age. *Studia Troica*. Band 5. pp. 211-235. Philipp von Zabern.
- Kayan, İ. (2009). Kesik plain and Alacalıgöl mound. An assesment of the paleogeography around Troia. *Studia Troica*. Band 18. pp. 105-128. Philipp von Zabern.
- Kayan, İ. (2012). “Kuvetarnar'de Deniz Seviyesindeki Değişimleri”. Kazancı, N. ve Gürbüz, A., (Eds.), *Kuvaterner Bilimi*. Ankara Üniversitesi Yay. Sayı: 350, 59-78. Başak Matbaacılık, Ankara.

- Kılar, H., Çiçek, İ. (2018). Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin DSAS Aracı ile Belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (1), 89-104. DOI: 10.1501/Cogbil_0000000192.
- Kıyı Kanunu, (1990). *3621 Sayılı Kıyı Kanunu*. Kabul Tarihi: 4/4/1990, Yayımlandığı Resmî Gazete: Tarih: 17/4/1990 Sayı: 20495, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5 Cilt: 29 Sayfa: 76.
- Kıyı Yönetmeliği, (1990). *Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik*, Resmî Gazete Tarihi: 03.08.1990, Sayısı: 20594.
- Kim, J. O., Lee, J. K. (2017). UAV Application for Process Control of The Reclamation Project. *Journal of Coastal Research*, (79 (10079)), 309-313.
- Korkmaz, H., Geçen, R., Kuşçu, V. (2016). Asi Deltası (Samandağ) Kıyı Kenar Çizgisi 1. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 26 (1).
- Kuleli, T. (2010). “Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltalarındaki Kıyı Değişimlerinin Landsat TM ve DSAS ile Belirlenmesi”. *Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi*, 27 Nisan- 1 Mayıs, Trabzon.
- Kurt, S. (2015). Türkiye’de Kıyı Kullanımına Yönelik Yasa ve Düzenlemelerin Tarihi Seyri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20 (33), 91-110. DOI: 10.17295/dcd.64190.
- Kutoğlu, H., Oruç, M., Şeker, D. Z., Görmüş, K. S., Gazioğlu, C., Tutkun, N. (2010). “Batı Karadeniz Bölgesi Karasu Sahil Kesiminde Kıyı Erozyonunun Zamansal Analizi”. *Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Konferansı*, 27 Nisan – 1 Mayıs, Trabzon.
- Kutoğlu, Ş. H., Şeker, D. Z., Özölçer, İ. H., Oruç, M., Aksoy, B., Görmüş, K. S. (2011). “Karsu Kıyılarında Erozyon ve Kıyı Yapılarının İncelenmesi”. *7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, 67-76, Trabzon.
- Lambeck, K., Esat, T. M., Potter, E. K. (2002). Links Between Climate and Sea Levels for The Past Three Million Years. *Nature*, 419, 199-206.
- Leatherman, S. P., Zhang, K., Douglas, B. C. (2000). Sea Level Rise Shown to Drive Coastal Erosion. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 81(6), 55-57.
- Lemcke, G., Sturm, M. (1997). “80 and Trace Element Measurements as Proxy for The Reconstruction Of Climate Change at Lake Van (Türkiye). Preliminary Results. In: Third Millennium BC Climate Change and The Old World Collapse”. Dalfes, H. N., Kukla, G., Weiss, H. (Eds.) *NATO Advanced Study Intitutes (ASI) Series I*, Vol. 49, Berlin, Springer: 653-678.

- Libriyono, A., Kusratmoko, E., Kertopermono, A. P. (2018). "Spatial modelling of shoreline change to coastal disaster management in Jakarta Bay". In I. Meilano, T., Ito, P. R., Cummins, Z. (Eds.), *International Symposium on Earth Hazard and Disaster Mitigation, ISEDM 2017: The 7th Annual Symposium on Earthquake and Related Geohazard Research for Disaster Risk Reduction* [020021] (AIP Conference Proceedings; Vol. 1987). American Institute of Physics Inc.
- Lozier, M. S., Leadbetter, S., Williams, R. G., Roussenov, V., Reed, M. S. C., Moore N. J. (2008). The Spatial Pattern and Mechanisms of Heat-Content Change in The North Atlantic. *Science*, 319: 800-803.
- Lucieer, A., Turner, D., King, D. H., Robinson, S. A. (2014). Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) to Capture Micro-Topography of Antarctic Moss Beds. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*. 27, 53-62.
- Mahapatra, M., Ratheesgh, R., Rajawat, A. S. (2013). Shoreline Change Monitoring The South Gujarat Coast Using Remote Sensing and GIS Techniques, *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences*, ISSN:2277-2081,3(2):115-120.
- Mann, M. E. (2002). "Little Ice Age. The Earth System: Physical and Chemical Dimensions of Global Environmental Change", MacCracken C ve Perry J. S (Eds.), *Encyclopedia of Global Environmental Change*, pp 504-509.
- Mater, B. (1986). *Toprak oluşumu, Erozyon ve Koruması*. Gür-Ay Matbaacılık, İstanbul.
- Mater, B. (1998). *Toprak coğrafyası*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Natarajan, L., Sivagnanam, N., Usha, T., Chokkalingam, L., Sundar, S., Gowrappan, M., Roy, P. D. (2021). Shoreline Changes Over Last Five Decades and Predictions for 2030 and 2040: a Case Study From Cuddalore, Southeast Coast of India. *Earth Sci Inform* 14, 1315–1325.
- Overton, M. F., Fisher, J. S. (1996). "Shoreline Analysis Using Digital Photogrammetry". *Proceedings of The 25th International Conference on Coastal Engineering*, pp. 3750–3761, Orlando, Florida.
- Öner, F. (2018). Phaselis Antik Kenti Küçük Hamamı ve Latrina'sında Kullanılan Yapıtaşları ve Bu Yapıtaşların Bozuşmaları. *Phaselis IV*, 351-360.
- Özpolat, E., Demir, T. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kıyı Çizgisi Değişimi Belirleme: Seyhan Deltası. *Akademik Bilişim* (pp.111-116). Mersin.

- Peltier, W. R. (2002). On eustatic sea level history: Last Glacial Maximum to Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 21, 377-396.
- Pereira, E., Bencatel, R., Correia, J., Félix, L., Gonçalves, G., Morgado J., Sousa, J. (2009). Unmanned Air Vehicles for Coastal and Environmental Research. *J. Coast. Res.* 1557-1561.
- Peşmen, H. (1980). "Olimpos-Beydağları Milli Parkının Florası". *TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu*, Proje No. TBAG-335, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik Böl. Ankara.
- Pilkey, O. H., Neal, W. J. (1994). Realism in Response to Shoreline Erosion Problems: a Call For a New World Order. *Cahiers Nantais*, 41(1), 1-8.
- Prasad, D. H., Kumar, N. D. (2014). Coastal Erosion Studies - A Review. *International Journal Of Geosciences*, 5, 341-345.
- Read, j. M., Torrado, M. (2009). Remote Sensing. *International Encyclopedia of Human Geography*, s. 335-346, ISBN 9780080449104.
- Roberts, N. (2002). *The Holocene: An Enviromental History*. Blackwell Publishers. s. 316.
- Robertson, H. (2010). The Preventive Methods of Beach Erosion. *Summer Ventures in Science and Mathematics*, 1-9.
- Sanır, F. (2000). *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*. Gazi Büro Kitabevi, Ankara.
- Sertkaya, D. Ö. (2020). Nüfus Coğrafyası Çalışmalarıyla Ord. Prof. Ali Tanoğlu. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 17 (34), 655-675.
- Sesli, F. A. (2006). Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, (95), 11-17.
- Steele, M., Ermold, W., Zhang, J. (2008). Arctic Ocean Surface Warming Trends over The Past 100 Years. *Geophysical Research Letters*, 35.102614.
- Şenol, E. (2019). Harşit Çayı Deltası'nda (Giresun) Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1947 – 2017). *International Journal of Geography and Geography Education*, (39), 328-348. DOI: 10.32003/iggei.475443
- Tağıl, Ş., Cürebal, İ. (2005). Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimi Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 15, Sayı: 2, s.51-68, Elâzığ.
- Thang, N. T. X., Thu, T. V., Woodroffe, C. D. (2017) "Coastal Erosion Vulnerability of Kien Giang-The Western Mekong River Delta Coast in Vietnam", *International Conference on Globalisation, Climate Change and Sustainable Development*, 26-28 April 2017, Hatinh University.

- Thinh, N., Hens, L. (2017). A Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Applied on Mangrove Shoreline Changes Along The Giao Thuy Coastal Area (Nam Dinh, Vietnam) During 2005-2014. *Vietnam Journal of Earth Sciences*. 39. 87-96. 10.15625/0866-7187/39/1/9231.
- Thomas, E. R., Wolff, E. W., Mulvaney, R., Steffensen, J. P., Johnsen, S. J., Arrowsmith, C., White, J., Vaughn, B., Popp, T. (2007). The 8.2 ka Event From Grönland Ice Cores. *Quaternary Science Reviews*, 26: 70-81.
- To, D. V., Thao, P. T. P. (2008). A Shoreline Analysis Using DSAS in Nam Dinh Coastal Area. *International Journal of Geoinformatics*. 4. 37-42.
- Topuz, M. (2018). Sarıkum Lagünü (Sinop) Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleriyle İncelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 71, 481–493.
- Turoğlu, H. (2017). “Deniz ve Göllerde Kıyı”. Turoğlu, H. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (Ed.), *Yasal ve Bilimsel Boyutlarıyla Kıyı*. Jeomorfoloji Derneği Yayınları, Yayın no: 1, İstanbul, s. 01-32.
- Turoğlu, H. (2017). “Kıyı Mevzuatı ve Jeomorfolojik Değerlendirmesi”. Turoğlu, H. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (Ed.), *Yasal ve Bilimsel Boyutlarıyla Kıyı*. Jeomorfoloji Derneği Yayınları, Yayın no: 1, İstanbul, s. 51-68.
- Turoğlu, H. (2019). Yapay Kıyıların Jeomorfolojik Tanımlaması: Diliskelesi Kıyıları Örneği (Kocaeli, Türkiye). *Coğrafya Dergisi*, 0 (39), 11-27. DOI: 10.26650/JGEOG2019-0015.
- Tüner-Önen, N. (2008). Phaselis Antik Kenti ve Teritoryumu. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Akdeniz Üniversitesi. Antalya.
- Uzun, M. (2015). Hersek Deltasında (Yalova) Kıyı Çizgisi-Kıyı Alanı Değişimleri ve Etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19 (32), 27-48. DOI: 10.17295/dcd.78126.
- Vaidya, A. M., Kori, S. K., Kudale, M. D. (2015). Shoreline Response to Coastal Structures. *Aquatic Procedia*, 4, 333-340.
- Warren, A., (2007). Sustainability: A View From The Wind-Eroded Field. *Journal of Environmental Sciences* 19: 470–474.
- Weninger, B., Alram-Stern, E., Bauer, E., Clare, L., Danzeglocke, U., Jöris, O., Kubatzki, C., Rollefson, G., Todorova, H., Van Ande, T. (2006). Climate Forcing Due to The 8200 cal yr BP Event Observed at Early Neolithic Sites in The Eastern Mediterranean. *Quaternary Research*, 66: 401-420.

- Wick, L., Tinner, W. (1997). Vegetation Changes and Timberline Fluctuations in The Central Alps as Indicators of Holocene Climatic Oscillations. *Arctic and Alpine Research*, 29: 445-458.
- Yadav, A., Dodamani, B. M., Dwarakish, A. (2017). “Shoreline Change: A Review”. *Conference: Global Civil Engineering Challenges in Sustainable Development and Climate Change At: MITE, Moodbidre, Mangaluru, Karnataka.*
- Yiğitbaşıoğlu, H. (2017). “Kıyı Dinamikleri ve Süreçler”. Turoğlu, H. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (Eds.) *Yasal ve Bilimsel Boyutlarıyla Kıyı, Jeomorfoloji Derneği Yayınları*, Yayın no: 1, İstanbul, s. 31-44.
- Yüksel, F. A., Boşça, F. (2020). Phaselis 2019 Yılı Arkeojeofizik Araştırmaları: Hellenistik Tapınak Phaselis. *Phaselis VI*, 1-12.
- Yüksel, Y., Güler, I., Çevik, E., Kilit, Z. (2005). “Kıyı Çizgisi Erozyonuna Karşı Çözüm Yöntemleri ve Antalya Örneği”. *Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 424-431.
- Zhang, J. (2005). Warming of The Arctic Ice-Ocean System is Faster Than The Global Average Since The 1960s. *Geophysical Research Letters*, 32 L19602, doi:10.1029/2005GL024216.
- Zobeck, T. M., Van Pelt, R. S., (2005). Erosion/WindInduced. *Encyclopedia of Soils in The Environment*, Pages 470-478.

İnternet Kaynakları

<https://cem.csb.gov.tr/turkiye-de-erozyon-i-103687>. Erişim Tarihi: 24.04.2023.

<https://encyclopedia.pub/entry/22514>. Erişim Tarihi: 02.05.2023.

<https://insapedia.com/mahmuz-nedir-ne-ise-yarar-cesitleri-nelerdir/>. Erişim Tarihi: 29.04.2023.

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>. Erişim Tarihi: 08.05.2023.

<https://tr.pinterest.com/pin/large-transverse-dunes-and-small-barchanoid-ridges--385480049327898684/>. Erişim tarihi: 25.03.2023.

<https://tr.weatherspark.com/y/96451/Kemer-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca>. Erişim Tarihi: 12.05.2023.

<https://www.ga.gov.au/education/classroom-resources/hazards/natural-hazards/coastal-erosion>. Erişim Tarihi: 02.05.2023.

<https://www.geospatialworld.net/prime/technology-and-innovation/what-is-lidar-technology-and-how-does-it-work/>. Erişim Tarihi: 08.05.2023.

<https://www.pinterest.co.uk/pin/403212972862867175/>. Erişim Tarihi: 29.04.2023.

<https://www.seawallprosfl.com/ways-to-prevent-beach-erosion/>. Erişim Tarihi: 29.04.2023.

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve Soyadı	Musa Taş
Eğitim Durumu	
Mezun olduğu lise	Mardin/Kızıltepe İpekyolu Kız Anadolu Lisesi
Lisans Diploması	Antalya Akdeniz Üniversitesi
Tezli Yüksek Lisans Diploması	Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tez Konusu	Phaselis Antik Kenti ve Çevresinin Kıyı jeomorfolojisi ve Kıyı Erozyonu
Yabancı Dil/Diller	İngilizce
İŞ DENEYİMİ	
Stajlar	Antalya Falez Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
Çalıştığı Kurumlar	