



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



KIYI ÇİZGİSİ ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN
İNCELENMESİ VE KIYI YÖNETİM
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Halil Burak AKDENİZ

YÜKSEK LİSANS

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Halil Burak AKDENİZ tarafından hazırlanan “KIYI ÇİZGİSİ ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ VE KIYI YÖNETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması 12/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof.Dr. Tayfun ÇAY

.....

Üye-Danışman

Dr.Öğr.Üyesi Şaban İNAM

.....

Üye

Dr.Öğr.Üyesi Kamil KARATAŞ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Halil Burak AKDENİZ

Tarih: 12.07.2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

KIYI ÇİZGİSİ ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ VE KIYI YÖNETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Halil Burak AKDENİZ

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şaban İNAM

2021, 151 Sayfa

Jüri

**Dr. Öğr. Üyesi Şaban İNAM
Prof. Dr. Tayfun ÇAY
Dr. Öğr. Üyesi Kamil KARATAŞ**

Delta kıyı alanları, sahip olduğu doğal güzellikler ve ekonomik değerleriyle birlikte insanlığın en önemli kullanım alanlarından birisini oluşturmaktadır. Kara ve su ortamının sürekli etkileşim halinde olduğu alçak rakımlı delta kıyı alanları, doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler etkisinde dünya üzerindeki en hızlı değişime uğrayan yer şekillerinden birisidir. Bu değişimlerin zamansal olarak belirlenmesi ve sürekli izlenmesi; delta kıyı kaynaklarının korunması, kullanılması, planlanması, doğru ve etkin yönetilmesi ve sürdürülebilir kılınması açısından büyük bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada, Küçük Menderes Deltası kıyılarında meydana gelen kısa ve uzun dönemli kıyı çizgisi değişimleri ve nedenleri incelenmiş, kıyı çizgisinin gelecekteki konumu tahmin edilmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için farklı tarihlere ait (1957, 1964, 1972, 1993, 2009, 2018, 2020) ortofoto haritalar kullanılmış ve Yüksek Su Seviyesi (YSS) göstergesi dikkate alınarak kıyı çizgileri sayısallaştırılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yazılımının, Net Shoreline Movement (NSM), Shoreline Change Envelope (SCE), End Point Rate (EPR), Linear Regression Rate (LRR) istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. 1957 ve 2020 yılları arası delta kıyı alanında net 37.01 ha birikim meydana geldiği, kıyı çizgisi uzunluğunun 172.17 m azaldığı, maksimum NSM ve SCE değişim mesafelerinin 248.99 m ve 302.16 m olduğu, minimum NSM ve SCE değişim mesafelerinin ise -142.37 m ve 2.98 m olduğu belirlenmiştir. Değişim analizi sonucu, maksimum EPR ve LRR değişim oranlarının 3.96 m/yıl ve 3.65 m/yıl değerinde olduğu, minimum EPR ve LRR değişim oranlarının ise -2.27 m/yıl ve -2.19 m/yıl değerinde olduğu tespit edilmiştir. İncelenen dönemler içerisinde delta kıyı alanının 1957 yılından 1993 yılına kadar doğal süreçlerin etkisinde büyüme gösterdiği, artan antropojenik faaliyetlerin etkisi sonucu delta alanındaki büyümenin durduğu ve günümüzde denizden karaya doğru gerileme gösterdiği belirlenmiştir. Küçük Menderes Deltası kısa ve uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerinde hem karadan denize doğru hem de denizden karaya doğru değişimlerin meydana geldiği ve mevcut koşulların benzer etkilerde devam etmesi halinde 2030 ve 2040 yıllarına ait delta kıyı çizgisinde önemli değişimlerin meydana geleceği, bu değişimlerin delta jeomorfolojisini, ekolojisini, hidrografyasını ve mekânsal kullanımını büyük ölçüde değiştireceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kıyı Çizgisi Değişimi, Kıyı Çizgisi Tahmini, Kıyı Alanları Yönetimi, Küçük Menderes Deltası

ABSTRACT

MS THESIS

EXAMINATION OF SHORELINE TEMPORAL CHANGES AND DEVELOPMENT OF COASTAL MANAGEMENT SYSTEM

Halil Burak AKDENİZ

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatics Engineering**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Şaban İNAM

2021, 151 Pages

Jury

**Asst. Prof. Dr. Şaban İNAM
Prof. Dr. Tayfun ÇAY
Asst. Prof. Dr. Kamil KARATAŞ**

Delta coastal areas, together with their natural beauties and economic values, constitute one of the most important areas of us efor humanity. Low altitude delta coastal areas, where land and water environments are in constinuous interaction, are one of the most rapidly changing landforms in the Word under the influence of natural process and anthropogenic activities. The temporal determination and continuous monitoring of these changes; are great importance in terms of delta coastal resources protection, using, planning, accurate and effective management and sustainability.

In this research, short and long term changes in the shoreline and their causes that occur Küçük Menderes Delta coastal were examined and the future position of the shoreline was estimated. In order to achieve this aim, orthophoto maps of different dates (1957, 1964, 1972, 1993, 2009, 2018 and 2020) were used and shorelines were digitized by taking into account the High Water Line (HWL) indicator. Using the Net Shoreline Movement (NSM), Shoreline Change Envelope (SCE), End Point Rate (EPR) and Linear Regression Rate (LRR) statistical methods of the DSAS software, shoreline changes were analyzed. It was determined that a net accumulation occured 37.01 ha, the length of shoreline decreased by 172.17 m, the maximum NSM and SCE distance changes were 248.99 m and 302.16 m and the minimum NSM and SCE distance changes were -142.37 m and 2.98 m in the delta coastal area between 1957 and 2020 years. As a result of the change analysis, it was determined that the maximum EPR and LRR rates of change were 3.96 m/year and 3.65 m/year and the minimum EPR and LRR rates of change were -2.27 m/year and -2.19 m/year. It was determined that the coastal area of the delta was grown under the influence of natural process from 1957 to 1993 years, the growth in the delta area has stopped as a result of the effect of increasing anthropogenic activities and today, it is regressing from sea to land. As a result of the study, it was observed that both land to sea and sea to land changes occur in the short and long term shoreline changes of the Küçük Menderes Delta. It was observed that if the current conditions continue with similar effects, significant changes will occur in the delta shoreline in 2030 and 2040 years and these changes will substantially the delta geomorphology, ecology, hydrography and land use.

Keywords: Coastal Area Management, Küçük Menderes Delta, Shoreline Change, Shoreline Prediction

ÖNSÖZ

Gerek tez çalışmam süresince gerekse yüksek lisans eğitimim boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen, beni sabır ve anlayışla yönlendiren, daima teşvik ve özveride bulunan, kişiliğiyle örnek aldığım değerli hocam ve tez danışmanım
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şaban İNAM'a

Uzman görüşlerinde önerileri ve değerlendirmeleri ile katkı veren değerli
Öğretim Üyesi Hocalarıma,

Yaşamım boyunca olduğu gibi eğitim-öğretim hayatım sürecinde de maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, onlara sahip olduğum için kendimi daima şanslı hissettiğim kıymetli
annem Fatma AKDENİZ ve babam Şeref AKDENİZ'e

Hayatımın her anında olduğu gibi akademik kariyerimde de örnek aldığım, değerli bilgilerini ve tecrübelerini esirgemeyen, canım ablam
Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ'e

Her zaman olduğu gibi yüksek lisans çalışmalarım boyunca da üzüntü ve sevinçlerimi paylaşan, sevgi, anlayış ve desteği ile bana güç veren
Damla BELER'e

Gönülden teşekkür ederim...

Halil Burak AKDENİZ
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Kıyı Alanlarının Yasal Tanımı.....	4
1.2. Kıyı Alanlarının Ekolojik Tanımı.....	5
1.3. Geçmişten Günümüze Türk Kıyı Mevzuatı.....	7
1.4. Kıyı Yönetimi ve Planlaması.....	16
1.5. Kıyı Alanları Yönetiminden Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimine.....	18
1.5.1. BKAY kavramı	19
1.5.2. BKAY'ın amaçları ve ilkeleri.....	22
1.5.3. BKAY'ın aşamaları	23
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	26
2.1. Ulusal Literatürdeki Çalışmalar.....	26
2.2. Uluslararası Literatürdeki Çalışmalar.....	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	47
3.1. Çalışma Alanı ve Coğrafi Özellikleri	47
3.1.1. Çalışma alanı.....	47
3.1.2. Jeolojik özellikler.....	48
3.1.3. İklim özellikleri.....	50
3.1.4. Bitki örtüsü ve toprak özellikleri	55
3.1.5. Hidrografiya	56
3.2. Çalışmada Kullanılan Veri Setleri ve Özellikleri	58
3.3. Kullanılan Donanım ve Yazılımlar.....	59
3.4. Kıyı Çizgisindeki Değişimlerin Belirlenmesi.....	60
3.4.1. Sayısal kıyı çizgisi analiz sistemi	60
3.4.2. Net kıyı çizgisi hareketi/Net shoreline movement (NSM)	62
3.4.3. Kıyı çizgisi değişim örtüsü/Shoreline change envelope (SCE).....	62
3.4.4. Son nokta oranı/End point rate (EPR)	63
3.4.5. Doğrusal regresyon oranı/Linear regression rate (LRR)	64
3.4.6. Gelecekteki kıyı çizgisi konumunun tahmin edilmesi.....	66
3.4.7. Veri setlerinin hazırlanması ve kıyı çizgisi göstergeleri.....	68
3.4.8. Kıyı çizgisi belirsizlikleri ve hata kaynakları	71
3.4.9. Kıyı çizgileri çıkarımı ve zamansal değişim analizleri.....	73
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	77

4.1. Araştırmanın Sonuçları	77
4.1.1. Uzun dönemli kıyı çizgisi değişimleri	77
4.1.2. Kısa dönemli kıyı çizgisi değişimleri	84
4.1.3. Kıyı alanı ve kıyı uzunluğu değişimleri.....	103
4.1.4. Küçük Menderes Deltası gelecek kıyı çizgisi konumunun tahmin edilmesi	106
4.2. Tartışma	111
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	121
5.1. Sonuçlar	121
5.2. Öneriler	123
KAYNAKLAR	127



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AEHR	Annual Erosion Hazard Rate
AOR	Avarage of Rates
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
AYM	Anayasa Mahkemesi
BKAY	Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DSAS	Digital Shoreline Analysis System
ECW	Enhanced Compression Wavelet
EPR	End Point Rate
EPSG	European Petroleum Survey Group
ESRI	Enviromental Systems Research Institute
FAO	Food and Agriculture Organization
FGDC	Federal Geographic Data Committee
GPS	Global Positioning System
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
HWL	High Water Line
IRS	Indian Remote Sensing
JK	Jackknifing
KAY	Kıyı Alanları Yönetimi
KHK	Kanun Hükmünde Kararname
LAD	Least Absolute Deviation
LCI	Lower Confidence Interval
LMS	Least Median of Squares
LR	Linear Regression
LRR	Linear Regression Rate
LSE	Least Standart Estimate
MDL	Minimum Description Length
MNDWI	Modified Normalized Difference Water Index
NDWI	Normalized Difference Water Index
NSC	Net Shoreline Change
NSM	Net Shoreline Movement
OLS	Ordinary Least Squares
RLS	Reweighted Least Squares
SCE	Shoreline Change Envelope
SDI	Shoreline Development Index
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TDK	Türk Dil Kurumu
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	Uzaktan Algılama
UNEP	United Nations Enviroment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transverse Mercator

WGS84	Word Geodetic System-1984
WLAD	Weighted Least Absolute Deviation
WLR	Weighted Linear Regression
WLS	Weighted Least Squares
WNW	West NorthWest
YSS	Yüksek Su Seviyesi



1. GİRİŞ

Su kaynağı, insanlığın yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli olan zorunlu ihtiyaçlardan birisidir. Bu ihtiyacın temin isteğinden dolayı ilk yerleşim yerlerinin belirlenmesi su kaynaklarına göre şekillenmiştir (Akdeniz ve İnam, 2021). Sadece su kaynağı olarak değil; beslenme gereksinimin karşılanması, savunma ve ulaşımında büyük avantajlar sağlaması, doğal güzellikleri ile huzurlu ve rahatlatıcı etki oluşturması insanlığın kıyı alanlarını tercih etmesinde önemli etkenler olmuştur. Sanayi Devrimi sonrasında yaşanan toplumsal gelişmeler, kıyı alanlarının ekonomik amaçlı kullanımını da şekillendirmiş; sanayi, ticaret, ulaşım, turizm, konut gibi toplumun tüm ihtiyaçlarına cevap veren faaliyetlerin kıyı alanlarında yoğunlaşmasına neden olmuştur (Akdeniz ve İnam, 2021). 8333 km deniz kıyısı uzunluğuna sahip ve dört ayrı denize kıyısı bulunan Türkiye’de, ülke nüfusunun yaklaşık %55’i kıyı alanlarında yaşamakta ve her geçen gün bu alanlarda yaşamaya olan talep artmaktadır. Bu sınırlı alanda yoğunlaşan nüfus ve gereksinimlerini karşılamak için gerçekleştirilen faaliyetler (sanayi, ulaşım, tarım, turizm vb.) kıyı alanlarında bazı değişimlerin meydana gelmesine neden olmaktadır. Kıyı çizgisi değişimi, bu değişimlerden en önemlisidir. Kara ve su ortamı arasındaki sınır olarak tanımlanan ‘kıyı çizgisi’ yeryüzünün eşi benzeri olmayan şekillerinden birisidir. Nitekim, Federal Geographic Data Committee (FGDC) tarafından yeryüzündeki en önemli 27 ‘Coğrafi Belirleyiciden’ biri olarak gösterilmiştir (Li ve ark., 2001). Su ve kara ortamının etkileşim bölgesinde bulunması ve birçok faktörün üzerinde etkisinin olması nedeniyle kıyı alanındaki en dinamik değerlerden biri olan kıyı çizgisi, Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi (BKAY) ve kıyı bilgi sistemi için oldukça önemli bir bilgidir. Bu nedenle, kıyı çizgisi konumu ve geometrisindeki değişimlerin belirlenmesi ve izlenmesi, kıyının dinamik yapısının anlaşılması ve BKAY ile etkili politika ve stratejilerin belirlenmesi açısından son derece önemlidir (Esteves ve ark., 2009; Rio ve ark., 2013).

Kıyı çizgisinde meydana gelen veya gelebilecek değişimler, doğal/fiziki süreçler ya da antropojenik faaliyetler kaynaklı ortaya çıkmakta ve kıyı bölgesinin çevresini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Doğal süreçlerin neden olduğu kıyı çizgisi değişimleri genellikle; dalga aşındırması/biriktirmesi, gel-git etkileri, akarsu ve nehirlerin materyal biriktirmesi, sediman taşınımı, fırtınalar, akıntılar, küresel ısınma kaynaklı deniz seviyesi değişimi ve tektonik kaynaklı kıta hareketleri gibi birçok jeolojik, jeomorfolojik ve klimatolojik faktörlerin bileşkesinden oluşan ve daha uzun

dönemde meydana gelen değişimlerdir. Antropojenik faaliyetler kaynaklı kıyı çizgisi değişimleri ise; yerleşim, tarım, sanayi, ulaşım ve turizm gibi faaliyetlerin kıyı alanlarında yoğun olarak uygulanması sonucu meydana gelen değişimlerdir (Avcı, 2017). Bu yaklaşımın haricinde kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri zamansal dilim içerisinde açıklayan çalışmalarda yapılmıştır. Gibeau ve ark. (2001), kıyı çizgisi değişimlerini ‘uzun süreli, kısa süreli ve epizodik’ değişimler olmak üzere 3 grupta değerlendirmiştir. 10 ile 1000 yıllık zaman diliminde gerçekleşen kıyı çizgisi değişimleri uzun dönemli değişimler olarak değerlendirilirken; 5 ile 10 yıllık dönemlerde gerçekleşen kıyı çizgisi değişimleri ise kısa dönemli değişimler olarak değerlendirilmiştir. Bazı bölgelerde kıyı çizgisi değişimleri fırtına, kasırga gibi ekstrem doğa olayları sonucunda günlük, aylık, mevsimlik olarak değişebilmektedir. Böylesi ani değişimler, epizodik değişimler olarak değerlendirilmiştir. Uzun dönemli değişimlerde bütün kıyı aynı düzeyde etkilenirken, kısa dönemli ve epizodik değişimlerde “aynı kıyıda birkaç kilometre aralıklarla bir tarafta gerileme (erozyon) gözlenirken diğer tarafta karanın ilerlemesi (birikim) ya da durağan olması” gözlenebilmektedir (Olgun, 2012).

Doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler etkisinde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin ‘belirlenmiş bölgelerde, zamanlarda ve belirli periyotlar altında’ izlenerek tespit edilmesi gerekmektedir. Boak ve Turner (2005), hem kıyı yönetiminin hem de kıyı mühendislik tasarımının “kıyı çizgisinin geçmişte nerede olduğunu, şu anda nerede olduğu ve gelecekte nerede olacağı” hakkında bilgi sahibi olmak isteyeceğini ifade etmiştir. Bu nedenle, kıyı çizgisi hareketlerinin ve yönlerinin belirlenmesi ve izlenmesi; kıyı bilim insanları, mühendisler ve kıyı yöneticileri için birincil öneme sahiptir. Kıyı çizgisi değişimi analizleri; kıyılarda meydana gelen erozyon ve birikimin ortaya çıkarılmasında, delta gelişiminin incelenmesinde, kıyı bölgesine yapılan mühendislik yapılarının sahile etkisinin değerlendirilmesinde, kıyı bölgesindeki jeomorfolojik değişimlerin incelenmesinde, doğal süreçlerin kıyı çizgisi konumunun değişmesindeki rolünün anlaşılmasında, gerileme hatlarının oluşturulmasında ve matematiksel modelleme yoluyla gelecekteki kıyı çizgisi değişimlerinin tahmin edilmesinde hayati derecede önem taşımaktadır. Bu değişim analizleri sayesinde kıyı kaynakları daha iyi yönetilip, kıyı çevresi daha iyi korunacak ve sürdürülebilir kıyı gelişimi sağlanmış olacaktır.

Delta kıyıları, akarsuyun deniz veya göle döküldüğü ağız kısmında yeterli miktarda sedimanın biriktirdiği ve bu sedimanın zamanla su yüzeyine yükselerek kara

haline geçmesi ile oluşan, yükseltisi ve eğimi düşük, ekolojik yönden hassas kıyılardır (Erinç, 2000). Bir bölgede delta oluşabilmesi için gerekli temel koşul akarsu tarafından taşınan malzemeden daha fazlasının dalga ve akıntılar tarafından ortamdan uzaklaştırılmamasıdır. Akarsu tarafından taşınan ve delta oluşumuna sebep olan sediman, doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler kaynaklı kesintiye uğramaktadır. Doğal süreçler kaynaklı sediman taşınmasının azalması genellikle klimatolojik parametrelere ve tektonik hareketlere bağlıdır. Antropojenik faaliyetler kaynaklı sediman taşınmasının azalması ise kıyıdan kontrolsüz bir şekilde malzeme alınması, nehir yatağı üzerine baraj/hidroelektrik santrali/regülatör inşa edilmesi, yerleşim, tarım, sanayi gibi faaliyetlerin bu bölgelerde yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır. Bahsedilen bu doğal ve beşerî kesintiler sonucunda sediman dengesi bozulmakta ve kıyı çizgisinin kara yönünde erozyona uğramasına neden olmaktadır. Bu nedenle, delta kıyı alanı ve kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve sürekli izlenmesi, gelecekteki kıyı çizgisi konumunun belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılması, buna istinaden uzun dönemli planların hazırlanması ve gerekli önlemlerin alınması, BKAY kapsamında yönetim planlarının oluşturulması hassas ve kırılgan bir ekosistem olan delta kıyılarının sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir.

Bu tez çalışmasında incelenen Küçük Menderes Deltası, Ege Bölgesi'nin en önemli ekosistemlerinden birisini oluşturmaktadır. Delta kıyılarında; lagün ve bataklık alanların bulunması, zengin fauna ve florasıyla birçok canlı türü barındırması, bol su kaynakları ve verimli tarım arazilerine sahip olması ekolojik zenginliğini önemli derecede arttırmaktadır. Bu ekolojik zenginliğin yanı sıra sahip olduğu tarihi ve kültürel değerlerle dünya çapında tanınan ve United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) koruma listesinde yer alan, bir zamanlar liman kenti olup kıyı çizgisi ilerlemesi sonucu alüvyonlarla dolan ve zamansal kıyı çizgisi değişimi etkilerinin akla gelen ilk örneklerinden biri olan Efes Antik Kenti'nin, Küçük Menderes Deltası içerisinde yer alması bölgeye olan ilgiyi daha da arttırmaktadır.

Bu çalışmada, oldukça dinamik yapıya sahip olan Küçük Menderes Deltası kıyıları ve yakın çevresinin son yarım asırlık dönemdeki kıyı çizgisi değişimleri incelenmiş ve kıyı çizgisinin gelecekteki konumu tahmin edilmiştir.

1.1. Kıyı Alanlarının Yasal Tanımı

Ülkemizde kıyı ve kıyı alanları ile ilgili yasal tanımlamalar, 11.07.1992 tarih ve 3830 sayılı Kanun ile değişik 17.04.1990 tarih, 20495 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan ve yürürlükte olan 3621 Sayılı Kıyı Kanunu ve 03.08.1990 tarih, 20594 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik esaslarına göre ifade edilmektedir. Buna göre;

Kıyı Çizgisi: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, taşkın durumları dışında, suyun karaya değdiği noktaların birleşmesinden oluşan meteorolojik olaylara göre değişen doğal çizgiyi,

Kıyı Kenar Çizgisi: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsuların, alçak-basık kıyı özelliği gösteren kesimlerinde kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu kumsal ve kıyı kumullarından oluşan kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık benzeri alanların doğal sınırı; dar-yüksek kıyı özelliği gösteren kesimlerinde ise, şev ya da falezin üst sınırını,

Kıyı: Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki alanı,

Dar-Yüksek Kıyı: Plaj ya da abrazyon platformu olmayan veya çok dar olan, şev veya falezle son bulan, kıyı kenar çizgisinin, kıyı çizgisi ile çakıştığı kıyıları,

Alçak-Basık Kıyı: Kıyı çizgisinden sonra da devam eden, kıyı hareketlerinin oluşturduğu plaj, hareketli ve sabit kumulları da içeren kıyı kordonu, lagün gölü, lagün alanları, sazlık, bataklık ile kumluk, çakıllık, taşlık ve kayalık alanları içeren kıyıları,

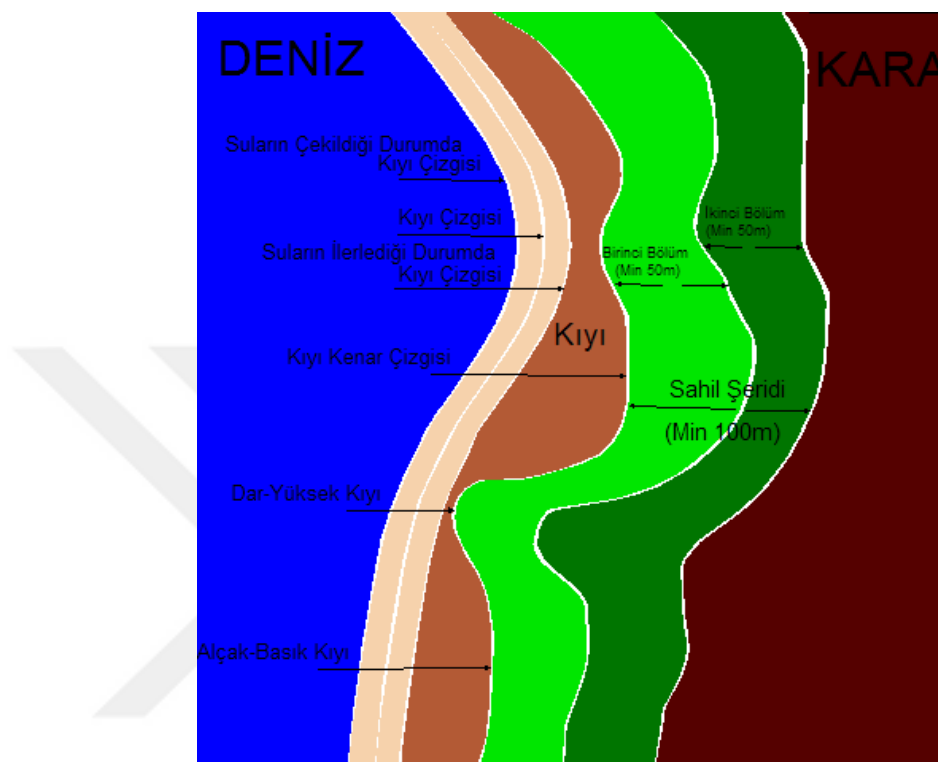
Sahil Şeridi: Deniz ve tabii göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde yatay olarak en az 100 m genişliğindeki alanı,

Sahil Şeridinin Birinci Bölümü: Kıyı kenar çizgisinden itibaren, kara yönünde yatay olarak 50 m genişliğindeki alanı belirten ve uygulama imar planı ile sadece yaya yolları, gezinti ve dinlenme alanları, seyir teras ve alanları ile Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin 4 üncü maddesinde tanımlanan rekreatif amaçlı kullanımlar ile bu Yönetmeliğin 13 üncü maddesinde belirlenen yapı ve tesislerin yer alabileceği, bu alan içinde toplumun yararlanmasına açık yapılar da dâhil olmak üzere başka hiçbir yapı ve tesis yapılamayacak alanı,

Sahil Şeridinin İkinci Bölümü: Sahil şeridinin birinci bölümünden sonra, kara yönünde yatay olarak en az 50 m genişliğindeki alanı belirten ve sadece onaylı uygulama imar planında belirlenmiş toplumun yararlanmasına açık günübirlik turizm tesisleri, Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin 13 ve 14 üncü maddesinde belirtilen

yapı ve tesisler ile ilgili kıyı ve deniz güvenliğini sağlamak amacıyla lojman, konaklama ve benzeri tesisler içermemek üzere inşa edilecek karakol ve bu gibi güvenlik yapılarının yer alabileceği alanı,

ifade eder. Mevzuatta belirtilen tanımlar Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. 3621 sayılı Kıyı Kanununa göre kıyı tanımlarını gösterir kroki

1.2. Kıyı Alanlarının Ekolojik Tanımı

Kıyılar özelinde gerçekleştirilecek bilimsel araştırmalarda, belirlenecek politikalarda ve mevzuat oluşturma çalışmalarında yapılacak en temel aşamalardan birisi de, çalışma konusunun belirlenmesi; yani kıyıların tanımlanmasıdır (Rakipsiz, 2017). Çalışmanın ana noktasını oluşturan kıyılara dair analizleri yapabilmek için tanımlamaların yapılması oldukça önemlidir. Kavramsal olarak çok anlamlı ve çok yönlü olan kıyı, en temel ve genel anlamıyla, Türk Dil Kurumu (TDK) Sözlüğünde “kara ve suyun birleştiği yer” olarak tanımlanmaktadır. Fakat Duru (2003) tarafından “*konunun kapsamlı olarak ele alınabilmesi için kıyılar ile ilgili yapılacak çalışmalarda çizgisel bir kıyı tanımı yapmanın çeşitli problemlere neden olabileceği*” ifade edilmiştir. Kaldı ki, Uçlar (2012) çalışmasında, “*Kıyıların; deniz, göl ve akarsularda, sadece su ile karanın birleştiği doğrultuda uzanan sınırsal bir çizgi değil, genişliği meteorolojik*

olaylara göre değişebilen doğal olduğu kadar sosyo-fiziksel bir alan olarak düşünülmesi gerektiğini” ifade etmiştir.

Coğrafi ve morfolojik yaklaşımlar dışında uzun bir süre kıyının neresi olduğu konusunda multidisipliner bir tanımlama yapılmamış; kıyı alanlarının stratejik ve sosyo-ekonomik açıdan değer ifade etmeye başlamasıyla birlikte kıyı diğer bilim dallarının da konusu haline gelmiştir (Doğan ve ark., 2005). Farklı disiplinler tarafından ortaya konulan farklı kıyı tanımları, kıyı için izlenilecek politikaların, kullanılacak araçların ve uygulanacak yöntemlerinde farklılaşması anlamına geleceği aşıkardır. Bu nedenle de kıyı alanı farklı akademik çevrelerce (çevre, coğrafya, jeomorfoloji, oşinografi, hukuk, ekonomi, planlama) farklı yönleriyle ele alınmış ve aşağıda verilen tanımlamalarla ifade edilmiştir.

Jeomorfolojik olarak kıyı “doğal bir yeryüzü biçimi olarak deniz, göl ve akarsularda suyun karaya temas ettiği, su ve kara yönünde uzunlamasına devam eden bir sınır çizgisi ya da alt sınırını bu temas çizgisinin oluşturduğu, genişliği meteorolojik olaylara göre sürekli değişebilen alan” olarak tanımlanmaktadır (İzbirdak, 1969).

Çevre bilimcilere göre kıyı, korunacak biyolojik bir zenginliktir. Kıyı, su ile karasal ortam arasındaki etkileşimin nicelik ve nitelik olarak yoğunluğunu kontrol eden bir alandır.

Coğrafya biliminde kıyı kavramı, su ortamını sınırlayabilen toprak parçası alanı olarak tanımlanmaktadır. Zamana ve mekâna bağlı olarak değişen kıyı, coğrafi terim olarak; suyun biriktirme, aşındırma ve yığınma suretiyle oluşturduğu yüzeysel biçim olarak tanımlanmakta, bir yeryüzü şekli olarak kabul edilmektedir (Doğan ve ark., 2005).

Adam Smith’ten bu yana klasik iktisatçıların, ekonomi biliminde doğal kaynaklara ve kıyı alanlarına bakış açısı “serbest mal” şeklinde olmuş, zamanla bunların kıt kaynaklar olduğu anlaşılmıştır (Uzal, 2006). Kıyı alanlarının tanımlanmasında mülkiyet ilişkilerini ön plana çıkaracak şekilde kavramsal tanımlara ekonomik çevrelerde yer verildiği de görülmektedir. Bu ifadeler ile merkezi ve yerel yönetimlerin kıyı alanları ile ilgili politikalarından yola çıkarak bu alanlara genellikle ekonomik kalkınma aracı şeklinde baktığı görülmektedir.

Hukuki açıdan kıyı, Akın (1998)’a göre “*jeomorfoloji, coğrafya, ekoloji vb. bilimlerin konusu olduğu kadar zaman içerisinde kazanmış olduğu sosyo-ekonomik önemle birlikte hukuk sistemi tarafından kendisine birtakım hukuki sonuçların bağlandığı kavram*” olarak ifade edilmiştir. Türk Hukuk Sisteminde, uzun bir dönem

kıyı alanına ait özel bir hukuki düzenleme getirme gereği duyulmaz iken, kıyı alanına artan ilgi sonucu oluşan sosyo-ekonomik rantın ve spekülasyon kullanımı baskısının hukuk sisteminin soruna yaklaşımını gerekli kılmış ve *“üzerinde yapılaşma ve mülkiyet haklarının karar altına alındığı, yararlanma biçimlerinin belirlendiği özel alanlar”* olarak tanımlanmıştır.

1.3. Geçmişten Günümüze Türk Kıyı Mevzuatı

Osmanlı İmparatorluğundan günümüze kadar ülkemiz kıyılarında kamu yararı kavramının tüzel düzenlemelere ne ölçüde yansıdığını anlayabilmek; kıyı alanlarına yasama, yürütme ve yargı organlarının bakış açısını ortaya koyabilmek; BKAY ilkelerinin yasalarda ne ölçüde yer alabildiğini saptayabilmek için kıyı alanlarına ilişkin yasal mevzuatı ayrıntılı bir biçimde incelemek gerekmektedir. Bu kapsamda, önce Osmanlı İmparatorluğu Döneminde kıyıya ait yasal düzenlemelere yer verilecek, ardından da Cumhuriyet’in ilk yıllarından günümüze değin doğrudan ya da dolaylı olarak kıyı alanlarına yönelik çıkarılan yasal düzenlemeler (anayasa, kanun, Kanun Hükmünde Kararname (KHK), tüzük, yönetmelik ve genelge) incelenecektir.

Osmanlı Dönemi: Osmanlı İmparatorluğu Dönemi’nde hem kıyıları üzerinde bugünkü kadar yaşamsal öneme sahip olabilecek bir baskının bulunmaması, hem kıyıların ekonomik ve toplumsal açıdan bugünkü kadar değer taşıması (Duru, 2003), hem de henüz o dönemde çevre bilinci farkındalığı olmaması nedeniyle Osmanlı Hukukunda kıyının bir tanımı yapılmadığı gibi, kıyıları diğer arazilerden ayrı bir düzenlemeye tabi tutan yasal hükümlerde yoktur (Cin, 1981). Osmanlı Devleti’nde kıyıları özel bir hukuki düzenleme içine alınmamış, diğer toprak düzenleri içerisinde değerlendirilmiştir. Bu yüzden kıyıların Osmanlı Devletindeki hukuki statüsünü anlayabilmemiz için Osmanlıdaki arazi düzeninin analiz edilmesi ve kıyıların bu düzen içerisinde nerede olduğuna bakılması gerekmektedir (Solmaz, 2017).

1858 tarihli Arazi Kanunnamesi ’nde Osmanlı Devleti toprak düzeni; mülk arazi, miri arazi, vakıf arazi, metruk arazi ve mevat arazi olmak üzere beş bölüme ayrılmıştır. Bu toprak düzenleri incelendiğinde; kıyıları, “kimsenin mülk ve tasarrufunda bulunmayan, ..., taşlık, kıraç, pırnallık ve otlak” gibi yerleri içine alan ‘mevat (ölü) arazi’ içerisinde değerlendirmek mümkündür. Fakat söz konusu varsayımda kıyıların tamamını mevat arazi içerisinde değerlendirmeyi genelleymeyeceği de belirtilmelidir. Öyle ki, Arazi Kanunnamesinin 123. maddesine göre *“Kadim bir gölün ya da nehrin*

suyu çekilip de ziraate sahip arazi meydana çıktıkça bil-müzayede talibine verilir ve hakkında miri arazi muamelesi icra olunur” ifadesi ile kıyılar mevat araziden miri araziye dönüşmüş olmaktadır. Arazi Kanunnamesinde dolgu alanları ile ilgili olarak “Bir kişi sultanın izniyle denizden bir yeri doldurursa o yerin sahibi olur. İzni olup 3 yıl içinde o yeri doldurmazsa, o yer üzerinde herhangi bir hakkı kalmaz. Yine devletin izniyle aynı yer doldurma suretiyle başka birine verilebilir. Şayet izinsiz doldurulursa o yer hazinenin olup devlet tarafından gerçek bedeli ile başkasına açık arttırma ile satılır” maddesi ile kıyı alanlarında mülk arazisi oluşumuna izin veriyorsa da (Çeker, 1985), 1876 tarihli Mecellenin 1234. maddesinde “... deniz ve göllere herkesin ortak olduğu”, 1237. maddesinde “... bir başkasına zarar vermeden deniz ve göllerden herkesin yararlanabileceği” ve 1264. maddesinde de “... özel mülkiyete konu olamayacağı ...” hükümleri yer almaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere, 1858 tarihli Arazi Kanunnamesi, kıyı alanlarında dolgu yapılması ve özel mülkiyete konu olmasına izin veriyorsa da 1876 tarihli Mecelle de kıyıların herkesin ortak malı olduğu ifade edilmektedir (Geray, 1976). Osmanlı Devleti döneminden, 1926 yılında yürürlüğe giren Medeni Kanun’a kadar kıyılar yasalarda özel bir tanımla yer almamış ve yukarıda belirtilen iki kanun hükümlerine göre düzenlenmiştir.

Cumhuriyet Dönemi: Cumhuriyet’in ilk yıllarında kıyı alanlarının korunması ve kamu yararı amaçlı kullanılması için yasal düzenlemeler yapılmış olsa da kıyının birbirinden bağımsız ve farklı düzenlemelere konu olması, Osmanlı Dönemi’nde de olduğu gibi kıyı alanlarında mülkiyet oluşmasını engelleyememiştir. Ülkemizdeki gelişmeler nezdinde, kıyı alanlarına yönelik toplumsal, ekonomik ve çevresel bakış açısının dönemsel değiştiği gözlemlenmiş ve bu değişimlerin daha detaylı analiz edilebilmesi ve yorumlanabilmesi için de Cumhuriyet Dönemi 4 döneme ayrılmıştır. Bu dönemler; 1923-1960, 1960-1980, 1980-1990 dönemleriyle, 1990’lı yıllar ve günümüz olarak sınıflandırılmıştır.

1923-1960 Dönemi: 1921 ve 1924 tarihli T.C. Anayasalarında kıyı alanlarını ilgilendiren herhangi bir yasal hüküm bulunmamaktadır. Türk Hukuk Sistemi’nde, kıyının ilk yasal tanımı ve korunması ilkesi, 1926 yılında kabul edilen 743 sayılı Medeni Kanun’da (Yurttaşlık Kanunu) yer almıştır (Eke, 1995; Sayıştay, 2006; Kurtaslan ve Bilsel, 2007). İlgili kanunun 641. maddesinde “Sahipsiz şeyler ile menfaati umuma ait olan mallar Devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu, hilafeti sabit olmadıkça menfaati umuma ait sular ile ziraate elverişli olmayan yerler, kayalar, tepeler, dağlar ve onlardan çıkan kaynakların kimsenin mülkü olmadığı” belirtilmiştir.

Madde hükmünden de anlaşılacağı üzere, kıyının aksi ispatlanmadıkça kamu malı olduğu, mülkiyete konu olamayacağı ve herkesin kullanımına açık alanlar olduğu vurgulanmıştır. Cin (1981) tarafından, ilgili maddede ifade edilen “*hilaflı sabit olmadıkça*” ifadesinin ‘kıyının daha önceden özel mülkiyete konu olması ihtimali’ üzerine düzenlendiği belirtilmiştir. 1924 yılında çıkarılan 618 sayılı Limanlar Kanunu’nun 4. maddesinde “*Liman reisliğinin izni olmadıkça deniz kıyılarında; iskele, rıhtım, tamirhane, ..., yapılamaz; liman reisliğinin yasakladığı yerlerde moloz, pasekül, ..., şeyler dökülemez*” hükmü ile kıyı alanlarının korunması ve kirlenmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. 1929 yılında yürürlüğe giren 1515 sayılı Tapu Kayıtlarından Hukuki Kıymetlerini Kaybetmiş Olanların Tasfiyesine Dair Kanunu’nun 1. maddesi “*Tapuda kayıtlı olup da gayri resmi şekilde başkasının kullanımına geçmiş arazilerin zilyetleri adına tapuda tescil edilmesine*” olarak kılmıştır. Bu kanun hükmü sayesinde Osmanlı döneminde kıyı alanlarında oluşan mülk ve miri arazilerin Cumhuriyet döneminde idari yoldan tescili sağlanmış; kıyılarda mülkiyet kazanımının önü açılmıştır (Anal, 2001). 1930 yılında yürürlüğe giren 1580 sayılı Belediye Kanunu’nun 159. maddesinde “*Deniz, göl ve nehirlerden doldurularak elde edilen yerlerin tasarruf, gözetim ve denetiminin belediyelere aktarılması*” düzenlenmiş ve doldurma suretiyle elde edilen kıyı alanlarının özel mülkiyete konu olması engellenmiştir. 1933 tarih ve 2290 sayılı Belediye ve Yapı Yollar Kanunu’nun 4. maddesinin, f bendinde “*Su kenarlarında rıhtımdan veya rıhtım yapılacak noktadan 10 metre genişliğindeki kesitin kamunun yararlanmasına serbest bırakılması*” düzenlenmiş ve kıyıdan sonraki ilk 10 metrelik kıyı kuşağı koruma altına alınmıştır. 1934 yılında yürürlüğe giren 2613 sayılı Kadastro ve Tapu Tahriri Kanunu’nda doğrudan kıyı alanları ile ilgili hüküm bulunmasa da ilgili kanunun 22. maddesinin, g bendinde “*Devletin hüküm ve tasarrufu altında olan ham toprağı açıp işgal edenlere iskân haddini geçmedikçe namlarına tescil olabildiğini veya dağlık, taşlık ve pırnallık olup da imarı için emek ve masraf sarf ederek meydana getirilmiş arazi, bağ ve meyveliklerin miktarı ne olursa olsun imar eden namına tescil olur.*” hükmü ile ihya ve imar yoluyla kıyıların özel mülkiyete konu olmasına imkân tanımıştır. Yine aynı yıl çıkarılan 2644 sayılı Tapu Kanunu’nun 6, 8, 10, 11 ve 14. maddeleri, 2613 sayılı Kadastro ve Tapu Kanunu’nun 22. maddesi ile benzer hükümler içermektedir (Solmaz, 2017). Ancak 2644 sayılı Tapu Kanunu kıyılarda ihya, imar ve doldurma suretiyle daha geniş şekilde mülkiyet kazanımına izin vermiştir. 1950 tarihli ve 5516 sayılı Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklara Dair Kanunu’nun 1. maddesinde “*Devletin hüküm ve tasarrufu altında olan veya Hazinesinin*

ve diğer kamu kurumlarının mülkiyetinde bulunan bataklık veya bataklık mahiyetindeki göl veya su birikintilerinin, herhangi bir amaçla kurutulduğu takdirde kurutan namına tescil olabildiğini” ifade etmiş ve kıyı alanlarında kurutma suretiyle özel mülkiyet oluşmasının önünü açmıştır. 1953 yılında yürürlüğe giren 6086 sayılı Turizm Endüstrisi Teşvik Kanunu’nun 8. maddesi “devletin hüküm ve tasarrufu altındaki veya özel mülkiyetinde bulunan arazileri, Turizm Kurumu Belgesi sahibi olanlara bedeli karşılığında satılabilmesini” düzenlemiş ve kıyı alanlarının özel mülkiyete konu olmasına sebep olan bir başka düzenleme olarak karşımıza çıkmıştır. 2290 sayılı Belediye ve Yapı Yolları Kanunu’nu yürürlükten kaldıran 1956 tarihli ve 6785 sayılı İmar Kanunu’nun 25. maddesinde “yapıların, yol ve su kenarlarına olan mesafelerini belirleme yetkisini yönetmelik ve tüzüklere bırakmış”; İmar Tüzüğü’nün 40. maddesinde de “İmar planı bulunmayan su kenarlarında yapıların su kenarına en fazla 30 metre yaklaşabileceğini” hükme bağlamıştır.

1960-1980 Dönemi: 1961 Anayasası’nda da kıyı alanlarına ilişkin özel bir düzenlemeye yer verilmemiştir. Ancak, 1971 yılında Anayasa’nın kamulaştırmayı konu alan 38. maddesinde yapılan değişiklik ile “Kıyıların korunması amacı ile kamulaştırma yapılmasına ve kamulaştırma bedelinin 10 yıl içinde ödenmesi gereği” hükmüne yer verilmiştir. 1966 yılında Milli Kıyılar Kanunu teklifi sunulmuş, ancak teklif kadük kalmış ve yasalaşamamıştır. 1970 tarih ve Bakanlar Kurulu’nun 7/52 sayılı kararı ile “Deniz ve göl kıyı alanlarındaki kamu arazilerinin satılmasını, kamp yeri olarak kamu kurumlarına ayrılmasını, irtifak hakkı yolu ile gerçek ve tüzel kişilere devredilmesini” yasaklamıştır (Ulaştırma Bakanlığı, 2011). Kıyı alanlarına özgü bir diğer girişim, 1972 yılında “Kıyılar ve Turistik Alanlar Kanunu Tasarısı” ile olmuş ancak bu kanun tasarısı da yasallaştırılamamıştır. 1970’li yıllardan itibaren kıyı alanları ekonomik açıdan bir değer olarak görülmesi ve üzerindeki kullanım baskılarının artması sonucu; Cumhuriyet Döneminde kıyı alanlarına ilişkin ilk yasal/tüzel düzenleme 1972 tarihli ve 1605 sayılı (6785 sayılı) İmar Kanunu’nda Bazı Değişiklikler Yapılması Hakkında Kanun’un ‘Ek 7. ve 8. maddeleri’ ile yapılmak zorunda kalınmış; kıyılar imar mevzuatına dahil edilmiştir. Kanunun Ek 7. maddesinde “Deniz, göl ve nehir kenarında 10 metreden az olmamak üzere İmar ve İskân Bakanlığınca belirlenecek mesafede, özel ve tüzel kişiler tarafından toplumun kullanmasına açık olmayan yapıların inşa edilemeyeceği ve mevcut yapılara ekleme yapılamayacağı belirtilmiş ve ilgili alandaki kamuya ait taşınmazların özel mülkiyete konu olmasının sağlanamayacağı” hususları düzenlenmiştir. Kıyı alanlarını düzenleyen 6785 sayılı İmar Kanunu’na eklenen 7. ve 8.

maddeler incelendiğinde, sadece kıyıda yapı yapılmasını denetleme amacının düzenlendiği görülmüştür (Yavuz ve ark., 1973; Keleş, 1989; Durukan, 1997). 1975 yılında ‘6785 Sayılı İmar Kanunu’na 1605 Sayılı Kanunla Eklenen 7. ve 8. Maddelerin Uygulanmasına Dair Yönetmelik’ yürürlüğe girmiş ve ilgili maddelerin uygulanmasına yönelik koşullar belirlenmiştir. Bu yönetmelikle ilk defa kıyı kavramları (kıyı, kıyı kenar çizgisi vb.) ile ilgili tanımlamalar yapılmış, kıyılardan yararlanmada toplum yararının gözetileceği belirtilmiş, kıyıdan başka yerde yapılması mümkün olmayan (iskele, liman, tersane) yapılar haricinde kıyılarda yapı yapılamayacağı ve belirtilen yapıların kesinlikle özel mülkiyete konu edilemeyeceğine yer verilmiştir.

1980-1990 Dönemi: Kıyı alanlarının anayasal düzenlemesi ilk defa 1982 Anayasası ile gerçekleşmiştir. İlgili Anayasa’nın 43. maddesinde “*Kıyıların, Devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu; kıyı alanlarından yararlanmada öncelikle kamu yararı gözetilmesi gerektiği; sahil şeridi derinliği ve kişilerin bu alanlardan yararlanma şartlarının kanunla düzenleneceği*” belirtilmiştir. 1982 tarihinde yürürlüğe giren 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu, belirli kıyı alanlarında Turizm Bakanlığına yetki vermiş ve bu alanlarda özel yatırımcılara mali teşvik olanağı sunmuştur. İstanbul Boğaziçi Kıyı Alanı özelinde çıkarılan 1983 tarihli ve 2960 sayılı Boğaziçi Kanunu, ilgili bölgenin kamu yararı gözetilerek korunması ve geliştirilmesi amacına yönelik düzenlenmiştir. 1982 Anayasası’ndaki “*Kıyılardan yararlanılması ve kullanılması kanunla düzenlenir.*” hükmü gereğince, 1984 tarihli ve 3086 sayılı Kıyı Kanunu yürürlüğe girmiştir. 3086 sayılı Kıyı Kanunu, kıyı alanlarına dair ilk kod kanundur. Bu kanundan bir yıl sonra kanunun uygulanmasına ilişkin 1985 tarihli ve 3086 sayılı ‘Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik’ yayımlanmıştır. Kanun ve yönetmelik ile daha önce Ek 7 ve 8. maddede tanımlanan kıyı kavramlarının kapsamı genişletilmiş ve yeni tanımlamalar eklenmiş, kıyı alanlarının kullanılması ve korunmasına ilişkin genel esaslar belirlenmiştir. Kanunda kıyı şeridinin genişliği “kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde, imar planı olan yerlerde 10 m, diğer yerlerde 30 m olarak” belirlenmiştir. 1986 yılında ilgili kanunun bazı maddelerinin kamu yararına aykırı bir biçimde düzenlendiği gerekçesiyle Anayasa Mahkemesinde (AYM) iptal davası açılmış ve mahkeme ilgili kanunun 4, 6, 9, 13 ve geçici 2 inci maddesini iptal etmiştir (Anayasa Mahkemesi, 25.02.1986, E. 1985/1, K. 1986/4). İlgili maddelerin iptali sonucunda kanunun uygulanabilirliği kalmadığı gerekçesiyle AYM tarafından 3086 sayılı Kıyı Kanunu’nun tamamı iptal edilmiştir. AYM’sinin gerekçeli iptal kararı uyarınca, ilgili kanunun iptali sonrası 6 ay içinde yeni bir kıyı kanunu yürürlüğe girmesi

kararlaştırılmış ancak kıyı alanlarına özgü yeni bir kanun çıkarılması için 1990 yılına kadar beklenilmek zorunda kalınmıştır. Yeni bir kıyı kanunu yürürlüğe girene kadar oluşan yasal boşluk, Bayındırlık ve İşkân Bakanlığı'nca yayımlanan 1987 tarihli ve 110 sayılı Genelge ile giderilmeye çalışılmıştır. İlgili Anayasa Mahkemesi kararına, dolayısıyla da Anayasa'nın kıyılarla ilgili 43. maddesine uygunluğu oldukça tartışmalı olan bu genelge, kıyılarda kamu yararına aykırı uygulamalara sebep olmuş ve kıyılarda en yoğun yapılaşma bu dönemde görölmüştür (Duru, 2003). 1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanunu'nda, kıyı alanlarına ilişkin özel bir hüküm bulunmamaktadır. Ancak 1987 tarihli ve 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 16. maddesinde *“Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan deniz, göl ve nehir gibi genel suların tescil ve sınırlandırmaya tabi olmadığına”* yer verilmiştir. 1987 tarihli ve 3348 sayılı Ulaştırma Bakanlığı Teşkilât ve Görevleri Hakkında Kanun'un 9. maddesinde ve 1989 tarihli ve 383 sayılı Özel evre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname ile “Ulaştırma Bakanlığına ve Özel evre Koruma Kurulu Başkanlığına kıyı alanlarına ilişkin planlama ve uygulama yapma yetkisi” verilmiş ve kıyı alanlarında yetkili olan kurumlara yenileri eklenmiştir.

1990'lı yıllar ve günümüze kadar olan dönem: 3086 sayılı Kıyı Kanunu'nun iptali ile oluşan dört yıllık yasal boşluk sonrasında, 1990 tarihli ve 3621 sayılı Kıyı Kanunu çıkarılmış ve aynı yıl içerisinde bu kanunun uygulanmasına yönelik ‘Kıyı Kanunun Uygulanmasına Dair Yönetmelik’ yürürlüğe girmiştir. Yürürlüğe giren ilgili kanun ve yönetmelik ile kıyı alanlarında daha geniş kapsamlı düzenleme yapılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda kıyı şeridini, kıyı kenar çizgisinden itibaren, kara yönünde; uygulama imar planı yapılacak alanlarda yatay olarak en az 20 m; uygulama imar planı olmayan belediye ve mücavir alan sınırları içinde ve dışındaki yerleşik alanlarda, nazım imar planı olsun veya olmasın, yatay olarak en az 50 m; belediye ve mücavir alan sınırları içinde ve dışındaki iskân dışı alanlarda, nazım imar planı olsun veya olmasın yatay olarak en az 100 m olarak belirlenmiştir. 1992 yılında AYM tarafından ilgili kanunun bazı maddeleri Anayasa'ya aykırı olduğu gerekçesiyle iptal edilmiştir. İptal edilen hükümleri yeniden düzenlemek üzere, şu anda yürürlükte olan 1992 tarihli ve Kıyı Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair 3830 Sayılı Kanun ve bu kanunun uygulama yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Son düzenlemeye göre, ölkemizin tüm kıyılarında fark gözetmeksizin sahil şeridi yatay olarak en az 100 m ve iki bölümlü olarak tanımlanmıştır. İlk 50 metre içerisinde yapı yapılması yasaklanmış ve toplumun yararlanmasına açık alan ağırlıklı olarak düzenlenmiştir. Uygulamada yaşanan sorunlar

neticesinde hem Kıyı Kanununda (2003, 2005, 2008a, 2008b, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2020a ve 2020b) hem de Kıyı Kanunu Uygulamasına Dair Yönetmelikte (1994, 1996, 2004, 2011, 2013, 2014, 2018 ve 2020) farklı zamanlarda çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Uygulamada yaşanan sorunlar kanun ve yönetmelik değişikliklerinin yanı sıra farklı tarihlerde yayınlanan genelgelerle de (1993, 1996, 2005, 2006, 2007, 2010 ve 2011) çözümlenmeye çalışılmıştır.

2001 tarihli ve 4721 sayılı Türk Medeni Kanunu’nun 715. maddesinde “*Sahipsiz yerler ile yararı kamuya ait mallar, Devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu*” hükmüne yer vermiştir. Kıyılar da, bu maddede belirtilen “yararı kamuya ait mallar” kategorisine girdiği için Medeni Kanun da kıyıların özel mülkiyete konu olmasını yasaklamaktadır (Şimşek, 2010).

“Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi (BKAY)” kavramı ve uygulamaları son 20 yıl içerisinde gelişmiş ülkelerin kıyı alanlarının korunması, kullanılması, planlanması, yönetilmesi ve denetlenmesi sürecine öncülük etse de, ülkemizde BKAY kavramı son birkaç yıl içerisinde yasal düzenlemelerde yer bulmaya başlamıştır. 2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında KHK ile BKAY kavramına ulusal mevzuat içerisinde ilk kez yer verilmiştir. 2014 yılında yürürlüğe giren, 29030 sayılı Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinin 4. maddesi ile de “*Bütünleşik kıyı alanları planı; kıyı mekânında karar üretmeye yönelik imar planlarına veri aktaran stratejik yaklaşımlar planı*” olarak tanımlanmış ve bir plan türü olarak yasallık kazanmıştır (Kılıç, 2014). Kıyı alanlarının korunması, kullanılması ve denetlenmesine yönelik doğrudan ya da dolaylı olarak çıkarılan yasal mevzuatlar (kanun, KHK, yönetmelik vb.) Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Kıyı alanlarına yönelik çıkarılan yasal mevzuatlar

Tarih	Sayı	Yasal Düzenlemeler
06.06.1858	-	Arazi Kanunname-i Hümayunu
1876	-	Mecelle
14.04.1924	618	Limanlar Kanunu
04.04.1926	743	Medeni Kanun
14.04.1930	1580	Belediye Kanunu
21.06.1933	2290	Belediye Yapı ve Yollar Kanunu
29.12.1934	2644	Tapu Kanunu
21.01.1943	4373	Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu
23.01.1950	5516	Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun
16.07.1956	6785	İmar Kanunu

04.04.1971	1380	Su Ürünleri Kanunu
22.09.1971	1488	Türkiye Cumhuriyeti Anayasasının Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi ve Geçici Maddeler Eklennesi Hakkında Anayasa Değişikliği
20.07.1972	1605	1605 sayılı (6785 sayılı) İmar Kanununda Bazı Değişiklikler Yapılması
18.01.1975	15122	İmar Kanunu'nun Ek 7 ve 8 inci Maddelerine İlişkin Yönetmelik
22.12.1981	2565	Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Kanunu
16.03.1982	2634	Turizm Teşvik Kanunu
13.07.1982	2692	Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu
07.11.1982	2709	1982 Anayasası 43. Madde
23.07.1983	2863	Kültür ve Tabiat Varlıklar Koruma Kanunu
11.08.1983	2872	Çevre Kanunu
11.08.1983	2873	Milli Parklar Kanunu
22.11.1983	2960	Boğaziçi Kanunu
01.12.1984	3086	Kıyı Kanunu
18.05.1985	18758	3086 sayılı Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik
09.05.1985	3194	İmar Kanunu
10.07.1986	-	3086 sayılı Kıyı Kanununun Bazı Maddelerinin İptaline Dair Anayasa Mahkemesi Kararı
09.04.1987	3348	Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun
09.07.1987	3402	Kadastro Kanunu
15.07.1987	110	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın 110 sayılı Genelgesi
13.11.1989	383	Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı ile İlgili KHK
17.04.1990	3621	Kıyı Kanunu
03.08.1990	20594	3621 sayılı Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik
18.08.1991	-	3621 sayılı Kıyı Kanununun Bazı Maddelerinin İptaline Dair Anayasa Mahkemesi Kararı
11.07.1992	3830	3621 Sayılı Kıyı Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun
13.10.1992	21374	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
17.08.1993	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
19.08.1993	491	Denizcilik Müsteşarlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında KHK
30.03.1994	21890	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
27.07.1996	22709	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
14.08.1996	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
04.09.1996	-	Doldurma ve Kurutma Yoluyla Arazi Kazanma İle İlgili Genelge
22.11.2001	4721	Türk Medeni Kanunu

15.08.2003	4971	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
30.03.2004	25418	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
16.01.2005	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
30.06.2005	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
21.07.2005	5398	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
20.10.2005	300	300 Sayılı Milli Emlak Genel Tebliği (Kira İşlemleri)
29.03.2006	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
15.06.2006	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
26.04.2007	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
19.06.2007	26557	Hazine Taşınmazlarının İdaresi Hakkında Yönetmelik
08.02.2008	5728	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
13.08.2008	5801	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
24.03.2010	-	Kıyı Kanuna İlişkin Genelge
04.10.2010	-	Kıyı Yapı ve Tesislerinde Planlama ve Uygulama Sürecine İlişkin Tebliğ
25.03.2011	27885	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
04.07.2011	644	644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname
06.07.2011	-	Kıyı Yapı ve Tesislerinde Planlama ve Uygulama Sürecine İlişkin Tebliğ
20.08.2011	336	336 Sayılı Milli Emlak Genel Tebliği
19.07.2012	28358	Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik
02.04.2013	28606	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
04.04.2014	28962	Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği
14.06.2014	29030	Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği
19.06.2014	6546	Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Kurulması Hakkında Kanun
26.07.2014	29072	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
08.10.2016	373	373 Sayılı Milli Emlak Genel Tebliği
22.11.2016	678	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik KHK
08.03.2018	7071	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
25.05.2018	7144	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
29.06.2018	30463	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
09.07.2018	700	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik KHK
10.12.2018	7153	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
30.01.2019	7162	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
26.06.2019	2019/53 sayılı kararı	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik Anayasa Mahkemesi Kararı
20.02.2020	7221	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik
24.10.2020	31284	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmeliğin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Yönetmelik
28.10.2020	7255	3621 Sayılı Kıyı Kanunu'na Ek ve Değişiklik

1.4. Kıyı Yönetimi ve Planlaması

Kıyı alanları, zengin doğal kaynakları ve uygun yaşam koşulları ile eski çağlardan günümüze kadar dünyanın en önemli ve en yoğun yerleşim alanları olmuştur. Sanayi Devrimi sonrasında yaşanan toplumsal gelişmeler, kıyı alanlarının ekonomik amaçlı kullanımını da şekillendirmiş; sanayi, ticaret, ulaşım, turizm, konut gibi toplumun tüm ihtiyaçlarına cevap veren faaliyetlerin kıyı alanlarında yoğunlaşmasına neden olmuştur (Akdeniz ve İnam, 2021). Kıyıda ortaya çıkan bu olumsuzlukların giderilebilmesi ve koruma-kullanma dengesi içerisinde sürekliliğinin sağlanabilmesi için kıyı yönetimi ve planlamasına ihtiyaç duyulmuştur.

Kıyı yönetimi ve planlaması, kıyının doğal değerleri ile çeşitli ihtiyaçları sebebiyle, kıyı alanlarından yararlanmak isteyen farklı toplumsal kümeler arasında dengenin kurulmasını sağlayan hukuksal ve teknik araçlar bütünüdür.

Kıyı planlaması kavramı Kaya (2010) tarafından *“herhangi bir kıyıyla ilgili yapılması düşünülen çalışmaların, bilimsel yöntemlere ve halkın taleplerine bakılarak, kıyının yer ve zaman birliğini sağlayacak şekilde planlaması”* olarak açıklanmaktadır. Kıyı planlanmasında esas alınacak temel ilke, ‘arttırılamaz bir kıt kaynak’ olan kıyının korunma-kullanma dengesi içerisinde sürdürülebilirliğinin sağlanması olmalıdır. Nitekim Akkaya (2004) yaptığı çalışmada, kıyıların planlamasındaki temel stratejiyi *“daimî ve dengeli bir ekonomik kalkınma çerçevesinde insan sağlığını ve doğal dengeyi korumak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına olanak verecek biçimde kullanmak ve doğal çevreyi yaşanır bir ortam haline getirmeyi amaçlamak olmalıdır”* şeklinde ifade etmektedir. Kıyı planlaması ile amaçlanan hedefe ulaşılabilmesi için kıyı planlamasının ‘üst düzey planları (kalkınma, bölge vb.) dikkate alan, iktisadi ve ekolojik kararları birlikte değerlendiren, yaşanılabilir kıyı alanlarını oluşturmayı hedefleyen ve ayrıca tarihi, kültürel ve doğal çevrenin korunarak geliştirilmesi ilkesi öncülüğünde’ yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak üretilmeyen ve kıt bir kaynak olan kıyının ancak planlı kullanım ilkeleri ile kullanışı arttırılabilir bir kaynak haline geleceği açıktır. Bu durum, kıyı kullanımı için bir planlama ve yönetim mekanizmasının meydana gelmesini zorunlu kılmaktadır (Uysal ve Yanmaz, 2009).

Yakın zamana kadar kıyı yönetimi bütüncül yaklaşım perspektifinde değerlendirilmemiş, bazen kıyının planlaması ve yönetilmesine dair hiçbir adım atılmamış, bazen de kıyının kara tarafıyla şehir plancılar, mühendisler, mimarlar ilgilenirken, kıyının su tarafı da daha çok denizbilimcilerin ilgi alanı içerisinde

incelenmiştir. Bu parçacı yaklaşım su, kıyı ve kara bölgelerinde gerçekleştirilen etkinliklerden kaynaklı kıyıda ortaya çıkan ve birbiri ile etkileşimli olan çok sayıda ve çeşitli türdeki sorunların önlenmesinde ve çözümlenmesinde başarılı sonuçlar vermediği zamanla anlaşılmıştır. Kıyıların koruma-kullanma dengesi içerisinde gelişmesi ancak kapsamlı bir yasal yönetsel sistemin oluşturulmasıyla mümkün olmuştur. Bu yasal sistemin en başında Kıyı Alanları Yönetimi (KAY) gelmektedir. KAY, en genel ifade ile Klee (1999) tarafından *“kıyı alanlarındaki çevresel değişimleri planlamak ve bunlara karşı harekete geçmek”* olarak tanımlanmıştır. Kıyı alanları yönetimi, kıyının sadece fiziksel ve biyolojik özelliklerini değil, aynı zamanda toplumsal kümelerin kıyılardan yararlanma biçimini de ilgilendirmektedir. Bu nedenle kıyı yönetimi, kıyı korumacılığından ya da kıyı çevresinin düzenlenmesinden daha geniş kapsamlıdır (Worm, 1997; Anker ve ark., 2004). KAY’ın amacı, sınırlı ve baskı altındaki kıyı alanları üzerinde, kamu ve yerel grupların uyumlu ve birlikte eylemlerine olanak verecek entegre politika ve stratejilere dayalı bir yönetim biçiminin oluşturulmasıdır.

Gelinen nihai noktada, kıyı alanlarında meydana gelen sorunlara çözüm odaklı yaklaşmak ve çözümleri kalıcı kılmak için bir yönetime ihtiyaç duyulmuştur. Bu zaruri ihtiyaçtan ortaya çıkan KAY, kurumlar arası diyalog içerisinde, kıyı alanlarının doğru ve etkin yönetilmesini, alana özgü analizlerle birlikte gerçekleştirilecek bir planlama yaklaşımıyla bütünleşmiş bir biçimde çalışarak sağlanabilir. Bu kapsamda, kıyı alanları yönetimine dair ilk çalışma 1972 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) Kıyı Alanları Yönetimi Yasası’nın (Coastal Zone Management Act) yürürlüğe girmesi ile gerçekleşmiştir. Kıyı alanlarında yaşanan çevresel sorunlar nedeni ile çıkarılan bu yasada alınan önlemlerin geleneksel yaklaşımlara göre daha başarılı olduğu kabul edilmektedir (Post ve Lundin, 1996). Kıyı alanları yönetiminin ilk kez yasal düzenlemeye konu olması ve United Nations Environment Programme (UNEP) kurulması, 1972 yılında Stockholm’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı kararlarının dolaylı getirilerinden olduğu aşikardır. 1980’lere kadar gelişmiş birçok Avrupa ve Uzakdoğu ülkelerinde de benzer girişimler olmuş ancak bu girişimler sadece bölgesel temelli kıyı alanları kötü kullanılmasının önlenmesine odaklanmıştır. Çoğunlukla belirli bir kıyı alanında, belirli bir kıyı sorununun çözülmesine yönelik düzenlenen bu programlar, kıyı alanlarını bir bütün olarak algılamayan (kıyının kara veya deniz tarafını göz ardı eden) ve farklı toplumsal boyutları kapsayan kalıcı çözümler getirmediği gözlemlenmiş ve yapılan bu uygulamalar ‘KAY’ olarak adlandırılmıştır. Bu sektörel kıyı yönetimi yaklaşımının,

sorunların çözümünde yetersiz kalması ile bütünleşik bir yaklaşım benimsenmiş ve ‘Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi’ kavramı ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda, tek yönlü bakış açısına sahip kıyı alanları yönetiminden çok yönlü bakış açısına sahip BKAY yaklaşımına doğru geçiş yaşanmıştır. Duru (2003), kıyı alanları yönetiminden BKAY’a geçiş sürecini “*sektörel kıyı yönetiminden, bütünleşik kıyı alanları yönetimine giden evrim*” olarak tanımlamaktadır.

1.5. Kıyı Alanları Yönetiminden Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimine

Yakın zamana kadar “kıyı yönetimi” adı altında kıyı üzerine yapılan çalışmalarda, tek kriter olarak kıyı çizgisi dikkate alınmaktaydı. Zaman içerisinde kıyının kara ve deniz yönünde uzandığı alanları ele almayan bu yaklaşımın, kıyılarda oluşan sorunların çözümünde yetersiz kaldığı, yaşanan sorunların sadece kıyı çizgisi kapsamında değil, geniş kapsamlı bölgelerde gerçekleştirilen etkinlikler nedeniyle meydana geldiği anlaşılmıştır. Bu sebeple “kıyı” kavramı ve kapsamı yerine “kıyı bölgesi” kavramı ve kapsamına geçiş yapılmış; günümüzde de ‘kıyı bölgesi yönetimi (coastal zone management)’ kavramı olarak ifade edilmeye başlanmıştır. Kıyı bölgesi ile vurgulanmak istenen, kıyının sadece kara ile denizin buluştuğu bir çizgi olarak algılanmaması, deniz tarafındaki su altında kalan kısım ile kara tarafındaki kumsal, kumul, kayalık, bataklık, haliç, yalı yar, delta gibi deniz etkisinde kalan tüm karasal alanı kapsadığıdır. Kıyı bölgesi kavramı ile kıyının kara ve deniz yönünün birlikte incelenmesi yaklaşımı benimsenmiş olsa da, ilk çalışmaların kıyının daha çok kara yönünü ele aldığı, tek yönlü ve parçacıl bir yaklaşım doğrultusunda sürdürülmesinin sorunların çözümünde ve amaçlanan hedeflere ulaşmada yeteri kadar başarı sağlamadığı zamanla anlaşılmıştır. Çizelge 1.2’de, kıyı yönetimi yaklaşımının zamansal süreç içerisindeki gelişimi verilmiştir.

Çizelge 1.2. Zamansal süreç içerisinde kıyı yönetimi yaklaşımı (Vallega, 2001)

Dönem	Yönetim Şekli	Ana Hedefi
1960'ların sonları	Tekil kullanım yöntemi	❖ Kıyı erozyonu ❖ Temel kullanımların gelişimi (liman, turizm)
1970'ler	Çoklu kullanım yöntemi	❖ Çevresel koruma ❖ Ekonomik olarak öncü kabul edilen çoklu kullanımlar
1980'ler	Kapsamlı yönetim	❖ Çevresel koruma ve muhafaza ❖ Tüm mevcut kullanımların yönetimi eğilimi
1990'lardan itibaren	Bütünleşik yönetim	❖ Ekosistem korunması ve sürdürülebilir kullanımın gelişimi

Kıyı alanlarında ortaya çıkan sorunlar çok sayıda, çeşitli türde ve birbiri ile etkileşimlidir. Parçacıl yaklaşım sebebiyle, kıyı alanlarının birçok kurumun yetki ve sorumluluğu altında olması, bu kurumların farklı bakış açılarına ve anlayışa sahip olmaları, genellikle birbirlerinin faaliyetlerinden haberdar olmamaları ve aralarında koordinasyonun sağlanamamasından dolayı var olan sorunlara yenileri eklenmiştir (Cicin-Sain ve ark., 1998). Bu sorunların çözümü için daha geniş bir perspektiften bakan, sorunların bütününe odaklanan bir bakış açısının geliştirilmesi gerektiği anlaşılmış ve parçacıl yaklaşımdan bütüncül yaklaşıma geçiş süreci gerçekleşmiştir. Bu bütüncül yaklaşım da 'Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi (Integrated Coastal Zone Management)' olarak literatüre girmiştir. BKAY, diğer yaklaşımlara göre daha kapsamlıdır. Bu yöntem, sadece çevresel ve ekolojik sorunları değil aynı zamanda kıyı alanını etkileyen ve kıyı alanından etkilenen ekonomik ve toplumsal konuları da ilgi alanı içerisinde ele almaktadır. BKAY ile kıyı ve etkileşim alanı içerisinde olan tüm alanların çevresel, ekolojik, kültürel, ekonomik ve toplumsal değerler kapsamında, koruma ve sürdürülebilirlik ilkeleri öncülüğünde geleceğe yönelik sürecin yönetilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda, BKAY, kıyı alanlarında faaliyet gösteren yetkili birçok kurumun yerini alacak bir yapılanma olmayıp, birbirinden bağımsız bir biçimde faaliyet gösteren ilgili kurumlar arasında koordinasyonu ve uyumu sağlayacak bir yönetim organizasyonudur.

1.5.1. BKAY kavramı

Yirminci yüzyılda gelişen koşullarla birlikte kıyı alanları birden çok sektörün etkisi altına girmiş ve yoğun kullanım faaliyetlerine maruz kalmıştır. Bu durum

geleneksel kıyı yönetimi yaklaşımlarının sorunları çözmede yetersiz kaldığının anlaşılmasına ve konunun bütünleşik yaklaşımla ele alınması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. BKAY kavramının ilk kez uluslararası alanda benimsenmesi, 1992 yılında Rio’da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı ile olmuştur. Bu konferansta yayımlanan Yerel Gündem 21’in 17. bölümünde *“kıyı alanlarına sahip ülkelerin, deniz çevrelerini ve kıyılarını sürekli ve dengeli bir biçimde geliştirmesini, ortaya konulan bütünleşik kıyı alanları yönetimi ilkelerini uygulamasını”* karara bağlamıştır. Bu konferanstan sonra BKAY ilkeleri, uluslararası alanda benimsenmiş ve kıyı yönetiminin bugünkü çatısını oluşturmuştur.

BKAY kavramı ile ilgili hem akademik hem de uluslararası örgütlerce çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Örneğin, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (1992), BKAY’ı *“kara ve denizin buluşma noktasındaki kalkınma yönetimi ve kıyı kaynakları ile ilgili planlama ve eşgüdümleme süreci”* olarak ifade etmiştir. Sorensen (1993), BKAY’ı *“kıyı bölgesinin korunması ve çok yönlü sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasını gerçekleştirecek çevresel, toplumsal, kültürel ve kurumsal kaynakların geliştirilmesini ve uygulanmasını sağlamayı amaçlayan dinamik bir süreç”* olarak tanımlamıştır. Cicin-Sain ve ark. (1998) ise aynı kavramı *“kıyı ve deniz alanlarının ve kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde kullanımı, gelişimi ve korunması için alınan kararlarca sürdürülen sürekli ve dinamik bir süreç”* olarak ifade etmiştir. Bir başka çalışmada (Turner ve Bower, 1999), *“karar alma, politika belirleme konumunda bulunanlara ekonomik, toplumsal-siyasal-kültürel ve çevresel gereksinimler arasında denge kurmaya olanak tanıyan kapsamlı bir siyaset/yönetim süreci”* olarak tanımlamıştır. Dünya Bankası’na göre BKAY, *“kıyı alanından sağlanan faydayı en yükseğe çıkarmayı ve bunu yaparken kıyıda yer alan faaliyetlerin birbiri, doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeyi hedefleyen bir planlama ve yönetim yaklaşımıdır”* (Sönmez ve Balaban, 2009).

Farklı disiplinlerdeki çoklu bakış açısıyla ortaya konulan bu tanımlarda yer alan ortak payda, kıyı ve etkileşim sahasındaki tüm alanların mevcut sorunlarına çözüm arayan, katılımcı ve sürdürülebilir planlama, uygulama ve yönetim sistemine sahip BKAY’ın oluşturulmasıdır. BKAY, uzun bir zamana yayılan çalışmalar ve yapılan çeşitli uluslararası toplantılar ışığında bir ‘stratejiler demeti’ olup günümüzdeki yerini almıştır.

Ancak, BKAY tanımında ilgi çeken nokta “bütünleşme” kavramıdır. Kelime anlamı olarak bütünleşmek, “bir araya gelip güçleri birleştirmek” olarak tanımlanmakta ve bütünleşmenin gerçekleşmiş haline de “bütünleşik” denmektedir. Kıyı yönetiminde bütünleşmenin nasıl ve hangi ögeler arasında sağlanacağı hakkında çeşitli görüşler bulunmaktadır. Örneğin, Bowen ve Riley (2003) tarafından yapılan bir çalışmada “kıyı alanları yönetiminde bütünleşmenin, beş ayrı alanda bütüncül yaklaşımın benimsenmesi ile gerçekleşebileceği” ifade edilmiştir. Bunlar;

- Sektörler arası bütünleşme; kıyıda faaliyet gösteren tüm ekonomik sektörler (ulaşım, endüstri, balıkçılık, sanayi, enerji, turizm vb.) arasındaki birleşmedir.
- Yönetimler arası bütünleşme; merkezi yönetim, yerel yönetimler, özel sektör ve sivil toplum örgütleri arasında gerçekleşmesi gereken bütünleşmedir.
- Uluslararası bütünleşme; ulusal, bölgesel ve yerel düzeydeki çeşitli yönetim birimlerinin eylem ve faaliyetleri arasında gerçekleşmesi gereken bütünleşmedir (komşu kıyı ülkeleri arasındaki bütünleşme).
- Alansal bütünleşme; kıyı bölgesi ve etkileşim alanlarını içerecek biçimde su ile kara alanlarının birlikte ele alınıp bütünleşmesidir.
- Disiplinler arası bütünleşme; çeşitli mesleki ve bilimsel alanlarda (mühendislik, çevre, ekonomik, sosyal, hukuk) yapılan etkinliklerin bir bütünlük içerisinde değerlendirilmesidir.

Bu faktörler arası ilişki Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. BKAY sisteminde faktörler arası bütünleşme (Bowen ve Riley, 2003)

1.5.2. BKAY'ın amaçları ve ilkeleri

BKAY'ın en temel amacı, kıyı alanlarındaki doğal kaynakların korunarak kullanılmasını ve sürdürülebilir bir şekilde gelişmesini sağlamaktır. Nitekim Avrupa Komisyonu (1999) da BKAY'ın amacını, *“kıyı alanlarında, kamu ve sivil toplum kuruluşlarının uyumlu ve birlikte hareket etmesine olanak verecek bütünlük politikası ve stratejilere dayalı bir yönetim sisteminin oluşturulması”* olarak ifade etmiştir. Akyarlı ve ark., (2002) yaptıkları bir çalışmada ise BKAY'ın amacını *“arttırılamaz bir doğal kaynak olan kıyılardaki tahribatın önlenmesini ve kıyılarının imkanlarından dengeli ve sürdürülebilir bir biçimde yararlanılmasını amaçlayan, kıyı bölgelerinde sorumluluğu olan, ulaşılması istenilen hedefleri etkin bir şekilde tanımlayan, gerekli kullanım kararlarını alarak uygulayan ve yapılan uygulamaların alınan kararlara tutarlılığını denetleyen, uzman kuruluş(lar) oluşturmak suretiyle gerçekleştirilen, bu şekilde planlama, karar alma, uygulama ve denetim aşamalarında bütünlüğün, dinamikliğin ve bilimselliğin sağlanmasına imkan veren modern bir yönetim modeli”* olarak ifade etmiştir. Bu kapsamda, kıyı alanlarında etkin bir yönetim modeli olan BKAY, kıyı alanlarından yararlanmada ‘en iyi koruma, sürdürülebilir kalkınma ve kullanım koşullarının sağlanmasını’ amaçlayıp, zaman içerisinde kıyı alanlarının fiziksel konumunu geliştirmeyi hedeflemektedir.

Tanımsal olarak ifade edilen bu amaçları daha detaylı değerlendirmek gerekirse, BKAY'ın amaçlarını aşağıdaki gibi sıralamak olanaklı olacaktır.

- Kıyı alanlarından yararlanmada koruma-kullanma dengesini sağlamak ve kıyılarının sahiplenilmesinde yetki karmaşasını gidermek için tüm sektörleri kapsayan bütüncül politika ve karar alma süreci sağlamak,
- Kıyı alanları kullanımına ilişkin hazırlanan üst ölçekli planlar ile alt ölçekli plan kararları arasında tutarlılığı sağlamak,
- Kıyı alanlarındaki doğal ve kültürel kaynakları, ekosistemleri, kıyı jeomorfolojisinin bütünlüğünü korumak ve ileriye dönük sürdürülebilir bir şekilde kullanımını sağlamak,
- Kıyısal sorunların çözümünü teknik, ekonomik, sosyolojik ve hukuki boyutta değerlendirmek,
- Kıyı alanlarının, mevcut ve planlanan kullanımları ile bunların karşılıklı etkilerini belirlemek (Bahar, 2007),

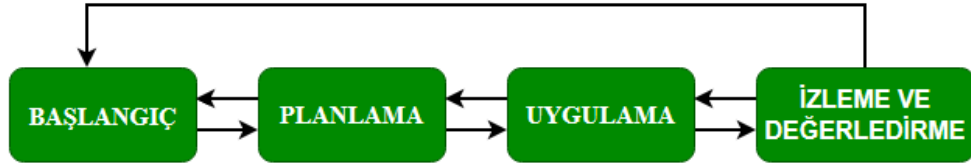
- Kıyı alanlarından, herkesin eşit ve serbest olarak yararlanmasını sağlamak,
- Kıyı alanlarında planlama, karar alma, uygulama ve denetim araçlarını geliştirmek,
- Kıyı alanları ile ilgili verilerin toplanması, depolanması, mekânsal analizlerinin yapılması ve kullanıcıya sunulması için Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojilerinden yararlanılmasını sağlamak,
- Kirlilik, deniz erozyonu, kaynak kaybı ve yaşam ortamının tahrip olması da dâhil olmak üzere, kıyı ve deniz alanlarının kullanımı sonucunda meydana gelen değişimleri yansıtan, ulusal kaynak ve çevre muhasebesi gibi yöntemlerin geliştirilmesini ve uygulanmasını teşvik etmek,
- İlgili gerçek ve tüzel kişilerin mümkün mertebe planlama ve karar alma süreçlerine katılmasını sağlamak, bilinçlendirici eğitimler düzenlemek,

olarak ifade edilebilir.

BKAY ilkelerine yönelik uluslararası örgütlerde (Avrupa Birliği (AB), Birleşmiş Milletler (BM), FAO, Dünya Bankası, Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü vb.) birtakım çalışmalar yapmış ve kararlar almıştır. BKAY için ortaya konulan bu amaçlar ve ilkeler incelendiğinde; kıyı alanlarının korunması, kullanılması, sürdürülebilir kılınması, entegrasyon ve katılım konularını düzenleyen politika ve stratejilerin benimsenmesine vurgu yapıldığı görülmektedir.

1.5.3. BKAY'ın aşamaları

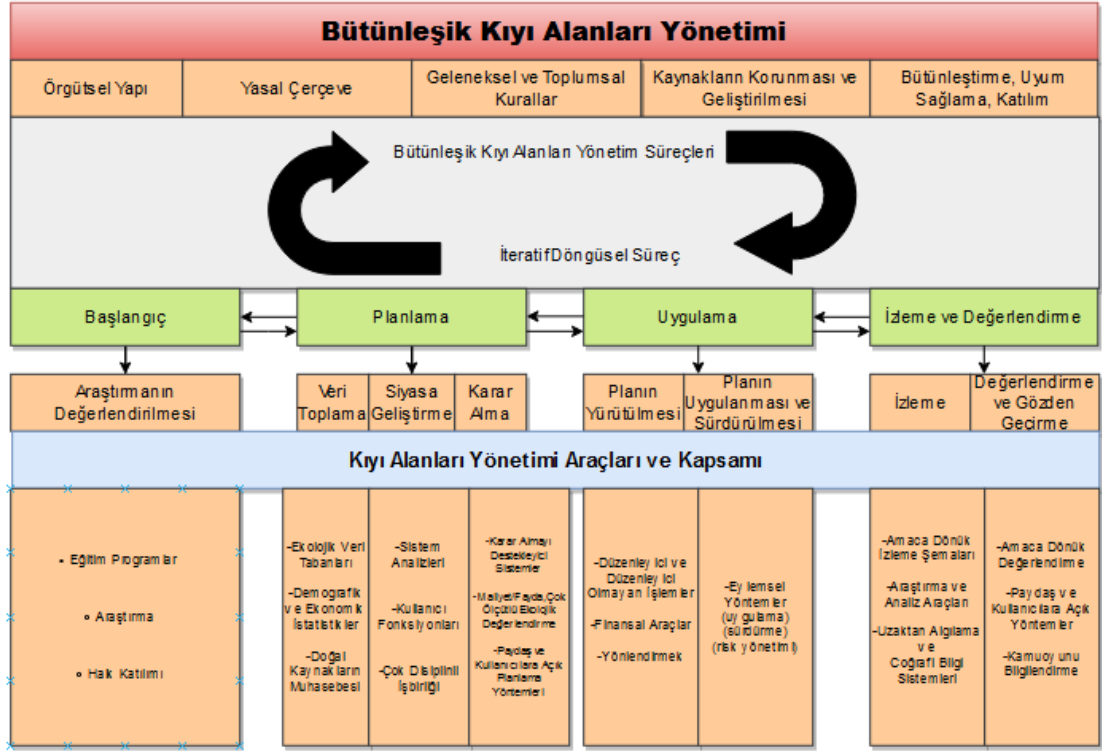
BKAY ilke ve hedeflerinin kıyı bölgelerinde uygulanabilmesi için bir yönetim sürecine ihtiyaç vardır. Dinamik ve döngüsel bir tasarıma sahip bu süreç, bir dizi aşamalardan oluşmaktadır. BKAY süreci, genel olarak 'başlangıç, planlama, uygulama/gerçekleştirme, izleme ve değerlendirme' olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır. Birbiri ile etkileşimli ve esnek bir yapıya sahip her aşama kendi içerisinde alt aşamalara ayrılmaktadır. Şekil 1.3'te BKAY'ın aşamaları verilmiştir.



Şekil 1.3. BKAY'ın aşamaları (Gülbitti, 2017)

Sorunların belirlenmesi olarak da isimlendirilen başlangıç aşaması, kıyı alanı hakkında tanıtım, araştırma ve ön değerlendirme çalışmalarının yapıldığı, eğitim programları düzenlenerek halkın bilinçlendirildiği ve başlangıç faktörleri analizinin yapıldığı aşamadır. Bu aşamada, kıyı alanlarında eyleme geçilmesinin sağlanabilmesi için ihtiyaç analizinin ortaya konulması önerilmektedir (UNEP, 1995). Planlama aşaması, BKAY sürecinin en önemli ve en kapsamlı aşamasıdır. Bu aşama ‘veri toplama, politika geliştirme ve karar alma’ olmak üzere üç alt aşamadan oluşmaktadır. Planlama aşaması; elde edilen verilerin işlendiği, analiz ve modelleme çalışmalarının yapılarak tematik haritaların üretildiği, stratejiler ve kararların belirlendiği ve alternatiflerin de ortaya konulduğu bir süreçtir (Ersoy, 2012). Veri toplama, ilgilenilen kıyı alanına ait tüm özellikleri kapsayacak verilerin (kıyısal veri tabanı, kıyı bölgesindeki sosyal yapılaşma, mevcut programlar, kurumsal/yasal/mali kapasite, kıyısal profil vb.) elde edildiği alt aşamadır. Politika geliştirme alt aşamasında, BKAY sürecinin temelini oluşturacak uygulama ilkeleri ve politikaları (BKAY programı hedefleri, strateji geliştirme, iş programı, yasal çerçeve vb.) geliştirilir. Karar alma alt aşamasında, BKAY programının karar vericiler tarafından kabulünün yapıldığı ve onaylandığı aşamadır. Sürecin üçüncü aşamasını oluşturan uygulama aşamasında ise, onaylanan plan ve programların uygulandığı, işleyişi mümkün kılacak düzenlemelerin gerçekleştirildiği aşamadır. Bu aşamada, uygulamaya yönelik eylemlerin gerçekleşmesi, plan hedefleri çerçevesinde kurumsal, yasal, mali düzenlemelere gereksinim duyulan ve toplum katılımının sağlanması gereken planların işlevsel bir biçimde yürütülmesi ve uygulanması amaçlanmaktadır (UNEP, 1995). Sürecin son aşamasını oluşturan ‘izleme ve değerlendirme’ aşamasında ise, uygulamaya yönelik bilgilerin toplandığı ve bunların değerlendirmeye alındığı, uygulamanın ne derecede başarılı olduğu ve amaçlanan hedeflere ulaşıp ulaşılamadığının analiz edildiği aşamadır. İzleme alt aşaması, elde edilen verilerin ve bilgilerin UA ve CBS teknolojileri gibi belirli araçlar ve teknikler ile analiz edildiği alt aşamadır. Değerlendirme alt aşaması ise, analiz sonuçlarının

değerlendirildiği, hedeflerde belirtilen sorunların çözüme kavuşup kavuşmadığının belirlendiği ve kamuoyunun bilgilendirildiği aşamadır. Şekil 1.4'te BKAY sürecinin tüm aşamaları detaylı bir biçimde gösterilmektedir.



Şekil 1.4. BKAY yönetim süreci (Gülbitti, 2017)

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Ulusal Literatürdeki Çalışmalar

Çetin ve ark. (1999); doğal süreçlerin ve antropojenik faaliyetlerin kıyı alanı üzerinde etkisini anlamak amacıyla Seyhan, Ceyhan ve Göksu deltası kıyılarındaki zamansal değişimleri hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak incelemiştir. Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimleri 1947 ve 1995 tarihleri arasında ele alınmış ve toplamda 1012,536 m² alanın erozyona uğradığı tespit edilmiştir. 1947 ve 1995 tarihleri arasında Ceyhan Nehri ağzında toplam 3097,745 m² alanın denizden karaya doğru bir değişim gösterdiği ve 1956 ile 1995 yılları arasında Göksu Deltası kıyılarında toplam 398,445 m² alanın erozyona uğradığı tespit edilmiştir.

Ekercin (2000); 1988 ve 1993 yılları arasında Meriç Deltası kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada 1988, 1990, 1991, 1992 ve 1993 yıllarına ait Landsat uydu görüntüsü kullanılmış ve ISODATA kontrolsüz sınıflandırma algoritması uygulanarak kıyı çizgisi değişimleri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, 5 yıllık süreç içerisinde kıyı alanının erozyona uğradığı tespit edilmiştir.

Avcı ve ark. (2003); 1954 ve 2002 yılları arasında Yeşilirmak Deltası kıyı çizgisi değişimlerini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada 1954 ve 1975 tarihli, 1/100.000 ölçekli topografik haritalar ile 1999 ve 2002 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgisi çıkarımı gerçekleştirilmiş ve kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişim miktarı hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, 1954 ile 1975 yılları arasında 3.21 km² alanda karadan denize doğru ilerleme, 1975 ile 1999 yılları arasında ise 2.62 km² alanda denizden karaya doğru ilerleme saptanmıştır.

Tağıl ve Cürebal (2005), 1958 ve 2002 yılları arasında Balıkesir ilinin, Altınova sahilinde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini belirlemek, değişim sonucu meydana gelen risk alanlarını değerlendirmek ve bu alanları harita üzerinde göstermek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu amaçla, 1958, 1977, 1998 ve 2002 yıllarına ait ortofoto haritalar ve 1975, 1987 ve 2000 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Hava fotoğraflarından manuel sayısallaştırma ile kıyı çizgisi çıkarımı yapılırken, uydu görüntüleri üzerinde kontrolsüz sınıflandırma yöntemi uygulanarak kıyı çizgisi çıkarımı yapılmıştır. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin

hesaplanabilmesi için basit doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kıyı çizgisinde hem karaya doğru gerileme hem de denize doğru ilerleme olduğu tespit edilmiştir. 44 yıllık süreç içerisinde 80 ha alanın kara iken denize dönüştüğü, 35 ha alanın ise deniz iken karaya dönüştüğü belirlenmiştir. Kıyı alanı değişimlerinin antropojenik faaliyetler kaynaklı olduğu eğer önlem alınmaz ise gelecekte de kıyı alanı değişimlerinin süreceği ifade edilmiştir.

Fulat (2005); 1954 ve 2004 yılları arasında Büyük Menderes Deltası kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri ve bu değişimler dikkate alınarak kıyı çizgisinin gelecekteki konumunu belirlemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1:25.000 ölçekli topografik haritalar, 2002 yılına ait IKONOS uydu görüntüsü ve 2004 yılına ait QuickBird uydu görüntüsü kullanılmıştır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinden elle sayısallaştırma yapılarak farklı tarihlere ait kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri End Point Rate (EPR), Linear Regresyon (LR) ve Jackknifing (JK) istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve kullanılan istatistiksel yöntemlerin benzer sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, Tuz Burnu bölgesinde -30 ile -10 m/yıl değerleri arasında erozyon olduğu, Deringöl Boğazında ise 30 ile 2 m/yıl değerleri arasında birikim meydana geldiği tespit edilmiştir.

Çölkesen ve Sesli (2007); 2002 ve 2005 yılları arasında Trabzon ili kıyılarında meydana gelen kısa zamanlı değişimlerin belirlenmesi amacı ile bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada 2002 tarihli ve 1:15.000 ölçekli hava fotoğrafı ve 2005 yılına ait QuickBird uydu görüntüsü kullanılmıştır. Hava fotoğrafı ve uydu görüntüsü üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Belirlenen kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile alansal değişim belirlenmiştir. 3 yıl gibi kısa bir sürede toplam 60 ha alanın denizin doldurulması suretiyle denizden karaya dönüştüğü bunun yanı sıra 6.7 ha alanın doğal ve antropojenik etkiler nedeniyle karadan denize dönüştüğü belirlenmiştir. Kıyı alanı değişimlerine sebep olan en büyük etkenin Karadeniz Sahil Yolu projesi olduğu ifade edilmiştir.

Doğan (2008) çalışmasında, 1963 tarihli CORONA, 1987 ve 2000 tarihli Landsat ve 2007 tarihli Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) uydu verilerini kullanarak 1963 ve 2007 yılları arasında Alaçatı Körfezi kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Bu kapsamda öncelikle hibrit tekniğe dayanan ve Bayram ve ark. (2008) tarafından geliştirilmiş bir algoritma kullanarak görüntüleri segmente etmiştir. Sonrasında kontrollü ve kontrolsüz

sınıflandırma yöntemleri ile görüntüleri sınıflandırmıştır. Çalışma alanının 2007 ve 1963 yılına ait kıyı çizgisi arasındaki dik mesafenin 42 ile 132 m değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Alaçatı Körfezinde toplam 8.11 ha alanın denizin doldurulması suretiyle kazanıldığı tespit edilmiştir.

Kurt (2009); 1987 ve 2007 yılları arasında sanayileşme ve kentleşmedeki hızlı artışa bağlı olarak İstanbul'un kıyı bölgelerinde gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1987 ve 2007 yıllarına ait Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır. Çalışmada kontrollü sınıflandırma tekniğinin en yaygın yöntemi olan "en yakın benzerlik" yöntemi kullanılarak arazi örtüsü 6 sınıfa ayrılmıştır. 1987 ve 2007 yılları arasında kıyı çizgisi uzunluğunun 33 km arttığı (459 km'den 492 km'ye) ve 1.68 ha alanın karadan denize doğru doldurulduğu tespit edilmiştir. 20 yıllık süreçte, kıyı çizgisi konumundaki en büyük değişimlerin İstanbul'un güneyindeki Marmara Denizi kıyılarında meydana geldiği ifade edilmiştir.

Sesli ve ark. (2009); doğal süreçlerin ve antropojenik faaliyetlerin kıyı alanı üzerindeki etkisini anlamak amacıyla 1973 ve 2005 yılları arasında Trabzon kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini analiz etmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1973 ve 2002 yıllarına ait hava fotoğrafları ile 2005 yılına ait QuickBird uydu görüntüsü kullanılmıştır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinden kıyı çizgisi, yol, bina vb. özellikler sayısallaştırılmıştır. Elde edilen kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile kıyı alanında meydana gelen değişimler alansal ve oransal olarak hesaplanmıştır. 32 yıllık dönemde, toplam 12.20 ha alanda denizden karaya ilerleme gözlenirken, toplam 161.00 ha alanda karanın deniz yönünde ilerlediği tespit edilmiştir.

Açıkgöz (2010); 1992 ve 2000 yılları arasında Yumurtalık Sulak Alanı kıyılarında meydana gelen değişimi incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada 1992 ve 2000 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve hem kontrollü hem de kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri uygulanarak sulak alanda gözlenen değişimler analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Yumurtalık Sulak Alanı kıyılarında %25 oranında bir azalma meydana geldiği tespit edilmiş ve bunun doğal süreçlerden ve kum alımı faaliyetlerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Güçlü (2010); 1975 ve 2002 yılları arasında Muğla ili, Akyaka, Bodrum, Gökcek, Güvercinlik, Fethiye, Güllük, Milas ve Yalıkavak ilçeleri kıyı alanında meydana gelen zamansal değişimleri incelemek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1975 ve 1992 yıllarına ait hava fotoğrafı ile 1975, 1987, 2000 ve 2002 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi, hava fotoğrafları ve

uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile kıyı alanında meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Analiz sonucunda, yaklaşık 48 km² alanda karadan denize doğru bir değişim gözlemlendiği ve bu kıyı alanlarının turizm yatırımlarına dönüştürüldüğü belirlenmiştir.

Karakoç ve Karabulut (2010); 1972 ve 2009 yılları arasında Göksu Deltası kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1985 tarihli ve 1:25.000 ölçekli topografik harita ve 1972, 1989, 1999 ve 2009 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma tekniği uygulanarak kıyı çizgileri elde edilmiş ve kıyı çizgileri üst üste bindirilerek kıyı alanı değişim miktarı ve oranı hesaplanmıştır. 38 yıllık süreçte kıyı çizgisi uzunluğunda artış (42.9 km'den 43.8 km'ye) gözlemlenmiştir. Çalışma alanındaki İncekum Burnu mevkiinin batısında 42.50 ha, doğusunda 44.00 ha alanın karadan denize doğru ilerlediği buna karşın güney ve güneybatısında 37.00 ha alanın denizden karaya doğru gerilediği tespit edilmiştir.

Kuleli (2010), 1972 ve 2002 yılları arasında Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında yer alan Çukurova Deltası kıyılarının, kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, 1972, 1987 ve 2002 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve bant oranlama ile ISODATA kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri ile kıyı çizgisi haritaları üretilmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) aracının EPR ve Weighted Linear Regression (WLR) istatistiksel yöntemleri ile hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, 30 yıllık süreçte Çukurova Deltası'nın denizden karaya doğru en fazla 2,900 m gerilediği gözlenirken denizden karaya doğru ortalama değişim oranının ise -24.50 m/yıl olduğu tespit edilmiştir.

İkiel ve Ustaoglu (2011); Karasu Limanı inşası sonucu kıyı alanındaki değişimleri belirlemek amacıyla 2003 ve 2010 yılları arasında Sakarya Deltası doğu kesiminde meydana gelen kıyı çizgisi değişimleri incelenmiştir. Çalışmada 2003 yılına ait Landsat, 2009 yılına ait SPOT uydu görüntüsü ve 2010 yılına ait Global Positioning System (GPS) verisi kullanılmıştır. Uydu görüntüleri üzerinden manuel sayısallaştırma ile kıyı çizgileri elde edilmiş ve üst üste bindirilerek kıyı çizgisi değişim miktarı hesaplanmıştır. Analiz sonucunda, 2003-2009 döneminde Karasu Limanı'nın doğusunda 60 ile 70 m değerinde, 2009 ile 2010 döneminde ise 20 ile 30 m değerleri arasında denizden karaya doğru bir değişim tespit edilmiştir. Sakarya Nehri ağzı ile

Karasu Limanı arasında yer alan plaj bölgesinde karadan denize doğru ilerleme görülürken, limanın doğusunda kıyı erozyonu meydana geldiği ifade edilmiştir.

Kuleli ve ark. (2011); 1972 ve 2009 yılları arasındaki dönemde Türkiye'nin Ramsar Sözleşmesi kapsamında yer alan Kızılırmak, Yeşilirmak, Göksu, Yumurtalık ve Gediz sulak alanları kıyı çizgisi değişimlerini Landsat uydu görüntüleri kullanılarak incelemiştir. Çalışmada bant oranlama ve eşik analizi yöntemleri uygulanarak farklı tarihlere ait kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişimi DSAS aracının, EPR ve WLR istatistiksel yöntemleri ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Yumurtalık Lagünü kıyı çizgisi gerilemesinin 765 m ve -20.68 m/yıl olduğu; Göksu Deltası kıyı çizgisi gerilemesinin 650 m ve -25.99 m/yıl; Kızılırmak Deltası kıyı çizgisi gerilemesinin 660 m ve -16.10 m/yıl; Yeşilirmak Deltası kıyı çizgisi gerilemesinin 640 m ve -4.91 m/yıl olduğu tespit edilmiştir. Nehir havzalarına inşa edilen barajların nehrin hinterlandından malzeme taşınmasını azalttığı bu durumda kıyı erozyonuna sebep olduğu ifade edilmiştir.

Güney (2012) yaptığı çalışma kapsamında, Çandarlı-Aliğa bölgesinin kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal (1975-2000) değişimlerin UA ve CBS teknikleri kullanarak incelemiştir. Çalışmada 1975, 1987 ve 2000 tarihli Landsat uydu verileri kullanılmıştır. Kıyı çizgisindeki değişimi belirlemek için kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri ve sınıflandırma sonrası karşılaştırma tekniği kullanılmıştır. Çalışma bölgesi kıyılarında, 1975 yılında 2000 yılına kadar yaklaşık 153 ha alanın dolgular ile denizden kazanıldığı tespit edilmiştir.

Ceylan ve Maktav (2012); kıyı çizgisinde değişime sebep olan doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler kaynaklı faktörlerin ortaya konması amacıyla 1984 ve 2008 yılları arasında İzmit Körfezi doğu bölgesinde meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Çalışmada farklı tarihlerde elde edilmiş Landsat ve IKONOS uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve topografik haritalardan faydalanılmıştır. Landsat uydu görüntülerinden kıyı çizgisi elde etmek için uyumlu filtre alt piksel analizi; IKONOS görüntülerinden kıyı çizgisi elde etmek için ise yarı otomatik lineer özellik çıkarma yöntemi uygulanarak kıyı çizgisi haritaları elde edilmiştir. 1984 ve 2008 yılları arasında yaklaşık 261.60 ha alanın başta ticari ve sanayi amaçlar doğrultusunda doldurularak kazanıldığı belirlenmiştir. Buna karşın 34 yıllık süreçte yaklaşık 201.00 ha alanın başta 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi olmak üzere doğal ve antropojenik etkiler nedeniyle erozyona uğradığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, İzmit Körfezi doğu bölgesinin zaman

içerisinde insan ve doğa kaynaklı sebeplerden dolayı denizden karaya ve karadan denize olmak üzere çift yönlü değişimler meydana geldiği vurgulanmıştır.

Olgun (2012); 1980-2010 yılları arasında UA ve CBS teknolojileri kullanarak Göksu Deltası kıyı çizgisi değişimini izlemiş ve analiz etmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak, 1:25.000 ve 1:100.000 ölçekli topografik haritalar, Landsat ve ASTER uydu görüntüleri ile Yüksek Su Seviyesi (YSS)'den alınan GPS ölçümleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler üzerinden kıyı çizgileri ve yollar sayısallaştırılmıştır. İstatistiksel yöntemler kullanılarak delta alanındaki ilerleme ve gerileme alanları hesaplanmıştır. 1980 yılında 2008 yılına kadar kıyı çizgisi değişiminin karadan denize doğru ilerleme gösterdiği; 2008-2010 yılları arasında ise değişimin denizden karaya doğru gerileme gösterdiği tespit edilmiştir. Göksu Deltası üzerine inşa edilen Ermenek Barajında 2009 yılı itibarıyla su tutulmaya başlandığı, bu antropojenik etkinin kıyıda erozyona neden olduğu ve herhangi bir önlem alınmaz ise Göksu Deltasında gelecekte de benzer değişimlerin izleneceği ifade edilmiştir.

Zeybek ve ark. (2013); 1990 ve 2010 yılları arasında Kızılırmak Deltası kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada 1:25.000 ölçekli topografik harita ve 1990, 2000, 2010 yıllarına ait Landsat ve ASTER uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma tekniği uygulanmış ve ASTER uydu görüntülerinin Landsat uydu görüntülerine göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Landsat uydu görüntülerinin kullanıldığı analizde, ortalama kıyı çizgisi değişim oranının -16 m/yıl, ASTER uydu görüntülerinin kullanıldığı analizde ise, ortalama kıyı çizgisi değişim oranını -9.8 m/yıl olarak tespit etmiştir. Analiz sonucunda, Kızılırmak Deltası kıyısının erozyona uğradığı belirlenmiştir. ASTER uydu görüntülerinin daha başarılı sonuçlar vermesinden dolayı alansal değişim değerlendirmesinde bu verilerden yararlanılmış ve delta alanı toplamında 5.4 km²'lik bir azalma gözlenirken, deltanın kuzeydoğu kıyı kesiminde ise 0.4 km²'lik bir genişleme gözlenmiştir.

Uzun (2014) yaptığı çalışmada, Hersek Deltası kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimlerini farklı tarihlere (2004, 2009, 2014) ait Landsat uydu görüntüleri ve CBS'den yararlanarak incelemiştir. Çalışmada kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma teknikleri ile kıyı çizgisi haritaları elde edilmiştir. Kıyı çizgilerin üst üste bindirilmesi ile kıyı alanında meydana gelen değişimler hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, kıyı çizgisi uzunluğunun %43 oranında artış gösterdiği, kara alanından deniz alanına doğru ortalama 300 m ilerlediği ve toplamda 195 ha alanın doldurularak

kazanıldığı belirlenmiştir. Bu artışın temel nedeni, antropojenik faaliyetlerden biri olan dolgu çalışmaları sonucu olduğu ifade edilmiştir.

Bayram ve ark. (2015), 2007 ve 2013 yılları arasında Letonya'nın Riga kenti sahilinde meydana gelen değişimleri belirlemek için bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada, 2007 ve 2013 tarihine ait 1:5000 ölçekli ortofoto haritalar kullanılmıştır. Kıyı çizgileri, hem nesne-tabanlı yaklaşım tekniği hem de manuel sayısallaştırmayla elde edilmiş ve bu iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır. 2007 yılına ait ortofoto haritada iki yöntem arasındaki fark minimum 0.00 m, maksimum 43.30 m, ortalama 2.97 m değerinde hesaplanmıştır. 2013 yılına ait ortofoto haritada ise minimum 0.00 m, maksimum 50.90, ortalama 7.14 m değerinde hesaplanmıştır. Hesaplanan maksimum farkların insan yorumlama hatası nedeniyle olduğu ve önerilen nesne tabanlı yaklaşım yöntemi metodolojisinin zamansal kıyı çizgisi değişimi çalışmalarında kullanılabilir bir yöntem olduğunu ifade edilmiştir.

Güneroğlu (2015); 1984 ve 2011 yılları arasında Trabzon ili kıyı değişimlerini 4 farklı dönemde incelemiştir. Çalışmada farklı tarihlere ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve bu görüntülere Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) yöntemi ve Canny kenar algılama algoritmasını uygulayarak kıyı çizgilerini otomatik elde etmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının, Linear Regression Rate (LRR) istatistiksel yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Trabzon merkezinde net kıyı çizgisi değişim mesafesinin 88.2 metreye ulaştığı tespit edilmiş ve kıyı bölgesi genelinde antropojenik faaliyetlere bağlı olarak birikim meydana geldiği ifade edilmiştir.

Öztürk ve Sesli (2015); Ramsar Sözleşmesi tarafından koruma altında bulunan Kızılırmak Deltası kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemek ve bu değişimlerin lagün alanlarına etkisini belirlemek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, 1962 yılına ait 1:100.000 ölçekli topografik harita ve 1974, 1987 ve 2013 yılına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgileri çıkarımı, topografik haritada manuel sayısallaştırma yöntemi ile elde edilirken; uydu görüntülerinde ise bant oranlama ve eşik analizi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Lagün alanlarında meydana gelen değişim, SDI (Shoreline Development Index) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Delta kıyı alanı değişimlerinin belirlenmesinde DSAS aracının, Net Shoreline Movement (NSM), EPR ve Shoreline Change Envelope (SCE) istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. SDI analizi sonucu, delta alanındaki lagünlerin toplam kıyı çizgisi uzunluğunun kısaldığı,

lagün alanlarında 963.70 ha küçülme yaşandığı tespit edilmiştir. NSM analizi sonucu, delta alanı kıyı çizgisinde maksimum geri çekilme mesafesinin -827 m olduğu, maksimum ilerleme mesafesinin ise 476 m olduğu belirlenmiştir. Üç bölgeye ayrılan çalışma alanının EPR analizi sonucu, birinci bölgede ortalama 0.0 m/yıl, ikinci bölgede ortalama -8.1 m/yıl ve üçüncü bölgede ortalama 0.5 m/yıl oranında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada, barajların inşa edilip faaliyete geçtiği 1987 yılına kadar Kızılırmak Deltası'nın deniz yönünde genişlediği; 1987 yılından sonra ise delta büyümesinin durduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma, Kızılırmak Nehri üzerine inşa edilen barajlar sonrasında deltanın hızlı bir daralma yaşadığını göstermiştir.

Özpolat (2016) yaptığı çalışmada, Türkiye'nin Akdeniz kıyısında yer alan Seyhan Deltası kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal (1950-2013) değişimlerini incelemiştir. Çalışmada, 1950 ve 1956 yıllarına ait hava fotoğrafları ve 1972, 1985, 1987, 1998, 2000, 2009 ve 2013 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgi çıkarımı işlemi gerçekleştirilmiştir. Kıyı çizgilerin üst üste bindirilmesi ile kıyı çizgisi ve kıyı alanında meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. 1950 ve 1956 yılları arasında kıyı çizgisinin yaklaşık 70 m (ortalama 11.6 m/yıl) ilerlediği, kıyı alanının ise yaklaşık 200,000 m² büyüdüğü gözlenmiştir. Ancak 1956 yılından itibaren delta kıyısının sürekli erozyona uğradığı tespit edilmiştir. Nitekim 1956-2013 yılları arasındaki süreçte, kıyı çizgisinin yaklaşık 2250 m (ortalama 39.4 m/yıl) gerilediği ve kıyı alanının toplamda 3.9 km² küçüldüğü belirlenmiştir. Seyhan Nehri'nden gelen sedimanların Seyhan Barajı'nda tutulması kıyı gerilemesine neden olduğu ifade edilmiştir. Bu tespitler neticesinde, Seyhan Deltası'nın güncel kıyı çizgisi gerileme oranı temel alınarak yaklaşık 85 yılda düzleşeceği ön görülmüştür.

Uçar (2016); 1975 ve 2016 yılları arasında Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi ve kıyı alanında meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Çalışmada veri kaynağı olarak 1975, 1987, 1999, 2003, 2010 ve 2016 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve bu görüntüler üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak farklı dönemlere ait kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgileri dönemsel olarak üst üste bindirilip her döneme ait kıyı çizgisi ve kıyı alan değişim miktarı hesaplanmıştır. Analiz sonucunda, kıyı çizgisi uzunluğunda 0.4 km azaldığı ve kıyı alanında 48 ha değişim gözlemlendiği belirlenmiştir.

Duru (2017); 1975 ve 2016 tarihleri arasında Sapanca Gölü kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada farklı tarihlere ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve görüntüler üzerinde Normalized Difference Water Index (NDWI) ve

MNDWI yöntemleri uygulanarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının, Least Median of Squares (LMS), EPR, LRR ve WLR yöntemleri ile hesaplanmıştır. 1975-2016 yılları arasındaki en yüksek karadan denize doğru değişim oranı 11.9 m/yıl ve en yüksek denizden karaya doğru değişim oranı -0.6 m/yıl değerinde elde edilmiştir.

Kocababa (2017); Antalya ili, Konyaaltı sahilinin kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal (1975-2016) değişimlerin belirlenmesi ve risk analizinin yapılması amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada farklı tarihlere (1975, 1987, 1998, 2009, 2012 ve 2016) ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Landsat uydu görüntüleri üzerinden kıyı çizgisi sayısallaştırılırken su ve kara ayrımının daha net yapılabilirdiği, kızılötesi bant kullanılmıştır. Kıyı çizgisi değişim analizleri DSAS aracının farklı istatistiksel yöntemleri ile hesaplanmıştır. 41 yıllık süreç içerisinde en büyük değişimin -86 m ile Boğaçay Çayı ağzının doğusunda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Doğal ve antropojenik faaliyetlerin kıyı çizgisi değişimine neden olduğu ifade edilmiştir.

Kılar (2018); Göksu Deltası'nda meydana gelen uzun ve kısa dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve kıyı çizgisinin 25 ve 50 yıl sonraki konumunun tahmin edilmesi amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada farklı çözünürlük değerine sahip Landsat, QuickBird-2 ve Worldview-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Göksu Deltası kıyı çizgisi haritalarının üretilmesinde bant oranlama ve sayısallaştırma tekniklerinden faydalanılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının farklı istatistiksel yöntemleri (NSM, EPR ve LRR) ile hesaplanmış ve değişim eğilimleri belirlenmiştir. NSM analiz sonucu, kıyı çizgisi gerilemesinin en fazla -755 m, kıyı ilerlemesinin ise en fazla 695 m mesafesinde değiştiği gözlenmiştir. EPR analizine göre, en fazla aşınma -38 m/yıl oranında, LRR analizine göre ise -37 m/yıl oranında İncekum Burnu'nun güneybatı kıyılarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Göksu Deltası kıyılarında mevcut koşulların devam etmesi durumunda 25 ve 50 yıl sonraki kıyı çizgisi konumunda önemli değişimlerin meydana geleceği ve bu değişimin delta kıyılarının morfolojik, ekolojik yapısında ve arazi kullanımında önemli değişimlere neden olacağı ifade edilmiştir.

Akpınar (2019) çalışmasında; Sinop ve Samsun illerinde 13 adet balıkçılık yapısının kıyı topografyasında neden olduğu değişimleri uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kullanarak araştırmıştır. Kıyı çizgileri manuel sayısallaştırma yöntemi ile elde edilmiş ve alan hesabı yapılarak değişimler hesaplanmıştır. Çalışma sonucu,

balıkçılık yapılarının kıyı alanında hem erozyon hem de birikime neden olduğu tespit edilmiş ve kıyı topografyasında değişimlere yol açtığı belirlenmiştir.

Ciritci (2020); 1985 ve 2017 yılları arasında İzmit Körfezi'nde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini UA ve CBS araçlarını kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi için çalışma bölgesini 3 bölgeye ayırarak incelemiştir. Çalışmada farklı tarihlere ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve doku yöntemi ile kıyı çizgileri otomatik elde edilmiştir. DSAS aracının, EPR, LRR ve WLR yöntemleri kullanılarak kıyı değişim analizleri gerçekleştirilmiş ve yöntemler arasındaki korelasyon değerleri karşılaştırılmıştır. 32 yıllık süreç içerisinde maksimum erozyon oranının EPR yöntemi ile -11.29 m/yıl, LRR yönteminde -16.66 m/yıl, WLR yönteminde ise -10.19 m/yıl olduğu; maksimum birikim oranının ise EPR yönteminde 19.72 m/yıl, LRR yönteminde 20.16 m/yıl, WLR yönteminde ise 27.3 m/yıl olarak tespit edilmiştir.

Ciritci ve Türk (2020); iki farklı çalışma alanında (İzmit Körfezi ve Göksu Deltası) meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve gelecek kıyı çizgisi konumunun tahmin edilmesinde kullanılan genişletilmiş Kalman Filtresi yönteminin doğruluğunu analiz etmiştir. Kıyı çizgileri, uyumlu filtre analizi ve doku analizi yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişimi DSAS aracının, EPR, LRR ve WLR istatistiksel yöntemleri ile analiz edilmiş ve genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi uygulanarak gelecek kıyı çizgisi konumları tahmin edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, WLR yönteminin gelecekteki (10 yıl sonra) kıyı çizgisi konumunu tahmin edilmesinde en yüksek doğruluğa sahip yöntem olduğu belirlenmiştir.

Çoban ve ark. (2020); 1984 ve 2019 yılları arasında Çoruh Deltası kıyı çizgisi değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada 1984, 1991, 2005 ve 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve uydu görüntüleri üzerinden elle sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgisi çıkarımı yapılmıştır. Kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile değişim miktarı ve alanı hesaplanmıştır. Akarsu ağzının sol tarafında kıyı gerilemesinin hâkim olduğu, sağ tarafında ise hem gerileme hem de ilerleme meydana geldiği belirlenmiştir. Çoruh Deltası'nın araştırma dönemi boyunca 63 ha alansal kayba uğradığı tespit edilmiştir. 1998 yılından sonra havza alanına inşa edilen barajlar ve hidroelektrik santrallerinin delta alanında gerilemeye neden olduğu ifade edilmiştir.

2.2. Uluslararası Literatürdeki Çalışmalar

Dolan ve ark. (1991); Amerika'nın Kuzey Karolina Outer kıyılarında yaptıkları çalışmada, kıyı çizgisi değişim analizlerinde kullanılan farklı yöntemlerin sonuçlarını karşılaştırmıştır. EPR yönteminin, Average of Rates (AOR), LR ve JK yöntemlerine göre daha doğru ve kullanışlı olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda tüm yöntemlerin doğrusal modelde kıyı çizgisi için uygun olduğu belirlenmiştir.

Chen (1998); 1986 ve 1994 yılları arasında Tayvan'ın San-Taiau-Lue ve Wai-San-Ting sahilinde meydana gelen kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimini incelemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak farklı tarihlere ait SPOT uydu görüntüsü kullanılmıştır. Elde edilen görüntüler üzerinde manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgisi çıkarımı yapılmış, kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile alansal değişimler belirlenmiştir. San-Tian-Luen kıyı alanının 6.14 km^2 , Wai-San-Ting kıyı alanının ise 17.45 km^2 erozyona uğradığı tespit edilmiştir.

Douglas ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, Amerika'nın Delaware eyaleti kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesi için bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada, kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun başarı ile belirlenebilmesi için çalışma bölgesinde etkili olan doğal süreçlerin (fırtınalar, gelgit, deniz seviyesi değişimleri) iyi bilinmesi ve kıyı çizgisinin geçmiş yıllara ait değişim değerlerinin hesaplanması gerektiğini ifade etmiştir. Çalışmanın sonucunda, Delaware kıyılarının 2027 yılındaki konumu tahmin edilmiştir.

Fletcher ve ark. (2003); Hawaii'nin Maui Adası kıyı çizgisinde 1949 ile 2002 yılları arasında meydana gelen değişimleri belirlemek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, 1949 yılına ait topografik harita ve 1960, 1963, 1975, 1987 ve 1997 yılına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır. Manuel sayısallaştırma ile kıyı çizgileri elde edilmiş ve kıyı çizgisi belirsizlik değerleri hesaplanmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri EPR ve Annual Erosion Hazard Rate (AEHR) istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ortalama AEHR ve EPR oranı -0.26 m/yıl ve -0.19 m/yıl olarak hesaplanmıştır. Ada çapında sahil genişliğinin %26 azalma gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada ada kıyılarında herhangi bir önlem alınmaz ise önümüzdeki 30 yıl içerisinde büyük değişimler meydana geleceği öne sürülmüştür.

Ricchetti ve ark. (2004); 1954 ve 1996 yılları arasında İtalya'nın Salento kıyı bölgesinde doğal ve insan kaynaklı etkinin büyüklüğünü hava fotoğrafları kullanarak tespit etmeyi amaçlamışlardır. Kıyı çizgileri manuel sayısallaştırma ile elde edilmiş ve

üst üste bindirilmesi ile kıyı alanında meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Çalışmada, erozyon/birikirme süreçlerinin esas olarak alçak kumlu sahillerde yoğunlaştığını, dar ve yüksek kıyılarda ise genellikle sabit kaldığı tespit edilmiştir.

Genz ve ark. (2007); Amerika'nın Hawaii eyaleti sahili kıyı çizgisi değişimini hesaplamak için farklı istatistiksel metotlar uygulamış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Görüntüler üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgisi çıkarımı yapılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri; EPR, AOR, Minimum Description Length (MDL), JK, Ordinary Least Squares (OLS), Reweighted Least Squares (RLS), Weighted Least Squares (WLS), Least Absolute Deviation (LAD) ve Weighted Least Absolute Deviation (WLAD) istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, eğer kıyı çizgisi belirsizlikleri ve fırtına etkisi biliniyorsa WLS, RWLS ve WLAD yöntemlerinin daha iyi sonuç verdiği ancak kıyı çizgisi belirsizlikleri ve fırtına etkisi bilinmiyor ise RLS ve LAD yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiğini, kıyı çizgisi belirsizlikleri bilinmiyor fakat fırtına etkisi biliniyor ise OLS, RLS, JK ve LAD istatistiksel yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiğini tespit etmişlerdir.

Addo ve ark. (2008); Gana'nın Accra kenti kıyı çizgisi değişimi üzerine yapılan önceki çalışmalar arasındaki tutarsızlığın, etkili ve sürdürülebilir kıyı yönetiminin gerçekleştirilememesine neden olduğu için kapsamlı bir kıyı çizgisi değişim analizi yürütmüşlerdir. Bu kapsamda çalışma bölgesinin 1904, 1974, 1996 ve 2002 tarihli topografik haritaları kullanılarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. DSAS aracının, LRR istatistiksel yöntemi ile kıyı çizgisi değişimi analiz edilmiş ve ortama -1.33 m/yıl oranında erozyon meydana geldiği tespit edilmiştir.

Chand ve Acharya (2010); 1973 ve 2009 yılları arasında Hindistan'ın Orissa eyaletinde bulunan Bhitarkanika Yaban Hayatı Koruma Alanı kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1973, 1989, 2000 ve 2009 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bant oranlama ve histogram eşikliği yöntemleri uygulanarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının, EPR, LRR ve Net Shoreline Change (NSC) istatistiksel yöntemleri ile hesaplanmıştır. 36 yıllık süreçte, NSC analizi sonucu ortalama kıyı çizgisi değişiminin -187.59 m değerinde olduğu tespit edilmiştir.

BaMasoud ve Byrne (2011), 1959 ve 2004 tarihleri arasında Kanada'nın Ontario eyaletinde bulunan Point Pelee Ulusal Park'ı kıyılarında meydana gelen uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak farklı tarihlere ait ortofoto haritalar kullanılmıştır. Elde edilen haritalar üzerinden manuel sayısallaştırma

yapılarak kıyı çizgisi çıkarımları gerçekleştirilmiş ve DSAS aracının EPR istatistiksel yöntemi kullanılarak değişimler belirlenmiştir. Analiz sonucu, çalışma bölgesi doğu kıyılarının yüksek erozyona, batı kıyılarının ise birikime maruz kaldığı belirlenmiştir.

Dewidar (2011); 1972 ve 2007 yılları arasında Kızıldeniz'in Marsa Alam ve Hamata kıyı alanı değişimlerini incelemiştir. Çalışmada 1972, 1990, 2000 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri ile 2007 yılına ait ASTER uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kıyı çizgisi değişimi DSAS aracının EPR istatistiksel yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Zamansal değişim iki döneme (1972-1990 ve 1990-2007) ayrılarak incelenmiştir. 1990-2007 yılları arasında Marsa Alam kıyı çizgisi erozyon oranı -3.7 ile -1.2 m/yıl değerleri arasında, Hamata kıyı çizgisi değişim oranı ise 1.0 ile 5.0 m/yıl değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Muslim ve ark. (2011); 1992 ve 2009 yılları arasında Malezya'nın Kuala Terengganu kenti kıyılarında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada 1992 yılına ait hava fotoğrafı, 2000 ve 2002 yıllarına ait IKONOS, 2009 yılına ait SPOT ve 2010 yılına ait RazakSAT uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi çıkarımında, IKONOS uydu görüntüleri için sert sınıflandırma, SPOT ve RazakSAT uydu görüntüleri için alt piksel analizi olmak üzere 2 farklı sınıflandırma tekniği uygulanmıştır. Kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesiyle değişimler tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda toplamda 176.3 m birikim, 99.8 m erozyon gözlenmiş ve kıyı çizgisi uzunluğu 76.5 m değerinde arttığı belirlenmiştir. 17 yıllık süreç içerisinde gözlenen bu değişimlerin en çok antropojenik faaliyetler kaynaklı (havalimanı inşaatı) olduğu ifade edilmiştir.

Alberti ve ark. (2013); 1956 ve 2008 yılları arasında İspanya'nın Galicia kenti kıyı çizgisinin mekânsal değişimini inceleyen bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada veri kaynağı olarak topografik haritalar, hava fotoğrafları ve ortofoto haritalar kullanılmıştır. Elde edilen veri kaynakları üzerinde manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Çalışma alanı 5 bölgeye ayrılmış ve kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının LRR, WLR, EPR ve NSM istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Bölge 1-2-3'te orta derece, Bölge 5'te yüksek derece erozyon meydana geldiği, Bölge 4'te ise birikim meydana geldiği tespit edilmiştir.

Ford (2013) çalışmasında; hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin bir kombinasyonunu kullanarak Marshall Adaları kıyı çizgisi değişimlerini 67 yıllık bir zaman diliminde (1945-2012) değerlendirmiştir. Çalışmada 1945, 1976 ve 1978 tarihli hava fotoğrafları ile 2004, 2006, 2010 ve 2012 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu

görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi haritaları, manuel sayısallaştırma yöntemi ile elde edilmiştir. DSAS aracının, NSM, EPR ve WLR yöntemleri kullanılarak kıyı çizgisi değişimleri tespit edilmiş ve kıyıda birikmenin erozyondan daha yaygın olduğu ve NSM analizi sonucu ortalama değişim mesafesinin +1.74 m değerinde olduğunu ve büyümeye devam ettiğini tespit etmişlerdir.

Kumaravel ve ark. (2013); 1971 ve 2012 yılları arasında Hindistan'ın Tamil Nadu eyaleti kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini incelemek amacı ile bir çalışma yürütmüştür. Değişimlerin daha detaylı incelenmesi ve yorumlanması için çalışma bölgesi 5 farklı bölgeye ayrılmıştır. Çalışmada, 1971 yılına ait 1:50.000 ölçekli topografik harita, 1991, 2001 ve 2006 yıllarına ait Indian Remote Sensing (IRS) uydu görüntüleri ve 2012 yılına ait Resourcesat-1 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kenar algılama yöntemi kullanılarak farklı yıllara ait kıyı çizgileri elde edilmiş ve kıyı çizgilerinin üst üste bindirilmesi ile alansal değişimler tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Tamil Nadu kıyılarının 3.21 km² erozyona uğradığı, 1.26 km² ise ilerleme gösterdiği belirlenmiştir.

Niya ve ark. (2013); 1990 ve 2005 yılları arasında İran'ın Bushehr kenti kıyı alanında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini araştırmak amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1990, 2000 ve 2005 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bant oranlama ve histogram eşitleme yöntemlerini birleştiren bir görüntü işleme tekniği ile kıyı çizgisi çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, modern görüntü işleme tekniklerinin kıyı çizgisi çıkarımında kullanılabileceğini göstermiştir. Çalışmanın sonucunda, kıyı çizgisinin sürekli değişim gösterdiği belirtilmiş ve özellikle 2001-2005 yılları arasında çok büyük değişimler gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Oyedoton (2014), 1888 ve 2012 yılları arasında İngiltere'nin Crantock kıyılarında meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Çalışmada 1888, 1901, 1977, 1996 ve 2012 yıllarına ait farklı ölçeklerdeki topografik haritalar kullanılmış ve bu haritalar üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Çalışma bölgesinin 124 yıllık kıyı çizgisi değişimi DSAS aracının EPR, SCE ve NSM istatistiksel yöntemleri ile analiz edilmiştir. Crantock doğu kıyılarında oluşturulan kesitlerin %71'inde erozyon meydana gelirken, %27'sinde birikim meydana geldiği belirlenmiştir. Doğu kıyılarındaki yıllık erozyon değişim oranı minimum -0.01 m/yıl, maksimum -5.96 m/yıl, bölgede yıllık birikim oranı minimum +0.01 m/yıl ve maksimum +6.51 m/yıl olarak tespit edilmiştir. Batı kıyılarındaki yıllık erozyon değişim

oranı minimum ve maksimum -0.01 m/yıl, -0.75 m/yıl, yıllık birikim oranı minimum ve maksimum +1.01 m/yıl, +1.99 m/yıl olarak saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Crantock kıyılarının büyük ölçüde erozyona maruz kaldığı belirlenmiştir.

Thi ve ark. (2014); 1953 ve 2011 yılları arasında Vietnam'ın biyoçeşitlilik ve doğal güzeleğe sahip Mui Ca Mau kıyı bölgesi değişimini araştıran bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada veri kaynağı olarak 1953 yılına ait hava fotoğrafı, 1979, 1988 ve 2000 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri ve 1992, 1995, 2004, 2008, 2009 ve 2011 yıllarına ait SPOT uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi çıkarımı, 1953 yılına ait hava fotoğrafı üzerinde manuel sayısallaştırma, uydu görüntülerinde ise eşik analizi ve bant oranlama yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mui Ca Mau kıyı çizgisi değişimlerini hesaplama için DSAS aracının EPR ve LRR istatistiksel yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonucu, ortalama kıyı erozyonu oranı -33.24 m/yıl değerinde, ortalama kıyı birikimi oranı ise +40.65 m/yıl değerinde tespit edilmiştir. Kıyı alanı değişimlerinin hem doğal süreçler hem de antropojenik faaliyetler nedeniyle meydana geldiği ifade edilmiştir.

Zhang ve ark. (2014); 1970 ve 2011 yılları arasında Çin'in Zhoushan Adaları kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini farklı tarihlere ait topografik haritalar ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak incelemiştir. Uydu görüntüleri üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgisi çıkarımları gerçekleştirilmiştir. Kıyı çizgisi değişim analizi DSAS aracının, EPR istatistiksel yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, insan yaşamının olduğu adaların tamamına yakınında büyük ölçüde bir değişim olduğu belirlenmiş ve son 40 yıllık süreçte bu değişimin karadan denize doğru eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Kıyı çizgisi değişim mesafesi ve oranlarının adalar arasında değişiklik gösterdiğini, en çarpıcı değişimin ana ada olan Zhoushan Adası'nda (+12.83 m/yıl) olduğu ifade edilmiştir. Bu değişimin, 2003 yılından itibaren yapılan çok sayıda liman inşaatından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Nitekim 1970 yılında liman alanı oranı %2.97 iken 2011 yılında muazzam bir artışla liman alanı oranının %16.22 yükseldiği belirlenmiştir.

Murali ve ark. (2015); 1990 ve 2012 yılları arasında Hindistan'ın Odisha eyaleti sahilinin belirli bölgelerindeki (Paradip, Gahirmatha ve Devi Nehri) kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Çalışmada veri kaynağı olarak Landsat ve IRS uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüleri üzerinden manuel sayısallaştırma ile farklı yılları ait kıyı çizgileri elde edilmiştir. DSAS aracının EPR ve NSM istatistiksel yöntemleri kullanılarak kıyı çizgisi değişimleri analiz edilmiştir. Çalışmada 1990-2000

dönemi ve 2000-2012 dönemi arasındaki değişimler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Gahirmatha ve Devi nehri üzerindeki kıyılarda 2000-2012 döneminde daha yüksek oranda erozyon meydana geldiği, Paradip kıyılarındaki ise 2000-2012 döneminde daha yüksek oranda birikim meydana geldiği tespit edilmiştir. Kıyı çizgisindeki maksimum erozyon mesafesinin Gahirmatha kıyılarındaki 124 m, Devi nehri kıyılarındaki ise 154 m değerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, Odisha kıyı çizgisinin şiddetli erozyon altında olduğunu, bilimsel ve yönetsel önlemler alınması gerektiğini vurgulanmıştır.

Ali ve Narayana (2015); 2004 yılında Hindistan'da meydana gelen tsunami felaketinden sonra Trikat Adası kıyı çizgisi değişimini incelemiştir. Çalışmada 2004, 2005, 2006, 2008 ve 2013 yıllarına ait IRS uydu görüntüsü kullanılmıştır. Trikat Adası kıyı çizgisi değişimleri için DSAS aracının EPR, LRR ve NSM istatistiksel yöntemlerinden faydalanılmıştır. Analiz sonucunda, ada kıyılarındaki erozyonun birikmeden daha baskın olduğu ve 9 yıllık süreç içerisinde LRR yöntemi ortalama erozyon oranının -9 m/yıl değerinde olduğu belirlenmiştir. 2004 tsunamisinden önce, Trikat Adası kıyı alanı genişliği 16.51 km² olarak hesaplanmış iken 2013 uydu görüntülerinden alınan ölçümler, kıyı alanının 11.87 km² düştüğünü belirlemiştir. NSM analizi sonucu ortalama değişim mesafesi -128 m değerinde bulunmuştur.

Kermani ve ark. (2016); Cezayir'in Jijel Körfezi kıyılarındaki 1960 ve 2014 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada 1960, 1973 ve 1988 yıllarına ait farklı ölçeklerdeki hava fotoğrafları ve 2014 yılına ait QuickBird uydu görüntüsü kullanılmıştır. Elde edilen veriler üzerinden manuel sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgisi çıkarımı yapılmıştır. Kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesinde DSAS aracının EPR, LRR ve WLR yöntemleri kullanılmıştır. 54 yıllık dönemde, EPR analizine göre ortalama kıyı çizgisi değişimi oranı -0.46 m/yıl, LRR yöntemine göre -0.47 m/yıl, WLR yöntemine göre ise -0.44 m/yıl olarak hesaplanmıştır. EPR ve LRR yöntemleri arasındaki istatistiksel korelasyon 0.88, EPR ve WLR yöntemleri arasındaki istatistiksel korelasyon ise 0.98 olarak belirlenmiştir.

Jonah ve ark. (2016); 1974 ve 2012 yılları arasında Gana'nın Elmina, Cape Coast ve Moree kıyılarındaki meydana gelen kıyı erozyonu ve birikimi değişimlerini analiz etmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1974 tarihli topografik harita, 2005 yılına ait ortofoto harita ve 2012 yılına ait GPS ölçümleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi çıkarımında High Water Line (HWL)/ Yüksek Su Hattı belirteci dikkate alınmış ve DSAS aracının NSM ve EPR istatistiksel yöntemleri ile kıyı çizgisi değişimleri tespit edilmiştir. 38

yıllık dönemde kıyı çizgisinde ortalama 49.13 m değerinde gerileme olduğu belirlenmiştir.

Dewi ve ark. (2016); doğal süreçlerin ve antropojenik faaliyetlerin kıyı çizgisi ve kıyı alanına etkisini incelemek amacıyla 1994 ile 2015 yılları arasında Endonezya'nın Java Adası kıyılarında bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1994, 2000, 2002, 2003, 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden biri olan C-Ortalama Sınıflandırma yöntemi uygulanarak yapılmıştır. Su baskınları sonucu oluşan en büyük erozyon miktarı 1994-2000 yılları arasında 739 ha arazinin karadan denize dönüşmesine neden olmuştur. Kentsel gelişimin kıyı alanları üzerine yoğunlaşması ve artan su baskını, 21 yıllık süreçte oluşan bu değişimlerin ana etkini olduğu ifade edilmiş ve kıyı çizgisi haritalama ve izleme çalışmalarının su baskınların mekânsal dağılımını anlamak için çok önemli bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Emran ve ark. (2016); 1980 ve 2014 yılları arasında Bangladeş'in Chittagong Bölgesinde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Farklı tarihlere ait Landsat uydu görüntüleri NDWI ve MNDWI yöntemleri ile sınıflandırılarak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının NSM ve EPR yöntemleri ile analiz edilmiştir. Adanın batı, güneybatı ve güney kıyılarında denizden karaya doğru değişim meydana geldiğini ve bu bölgelerde, NSM değerinin en yüksek 3.8 km değerinde, EPR oranının ise 100 m/yıl değerinde olduğu belirlenmiştir.

Basiouny ve ark. (2017); 1973 ve 2015 yılları arasında Mısır'ın Ras-El-Hekma kenti kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini incelemiş ve gelecekteki kıyı çizgisi konumunu tahmin etmişlerdir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1973, 1987, 1995, 2003 ve 2015 yıllarına ait Landsat uydu görüntüsü ile 2015 yılına ait Pleiades-1B uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bant oranlama ve histogram eşitleme yöntemlerini birleştiren bir görüntü işleme tekniği ile kıyı çizgisi çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Kıyı çizgisi değişimi DSAS aracının EPR istatistiksel yöntemi ile analiz edilmiş ve geçmiş kıyı çizgisi değişim oranlarına dayalı olarak gelecekteki kıyı çizgisi konumları tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda, çalışma alanı doğu bölgesinin izlenen 42 yılın tamamı boyunca erozyon eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma alanı batı bölgesinde hem erozyon hem de birikme meydana geldiği tespit edilmiştir. Çalışma alanı 42 yıllık süreç içerisinde ortalama 0.45 m/yıl oranında birikime ve ortalama -0.80 m/yıl oranında erozyona uğradığı belirlenmiştir. Ayrıca kıyı çizgisi gelecek konumuna (2020 ve 2050

yılı) yönelik tahminler yapılmış ve bu değişimlerin kıyı alanı üzerindeki etkisi tartışılmıştır.

Arockiaraj ve ark. (2018); Hindistan'ın Ratnagiri bölgesindeki Bhatye ve Ganapathypule kıyılarının 2014 ve 2015 yılı için muson öncesi ve muson sonrası kıyı çizgisi değişimini incelemiştir. Kıyı çizgileri, GPS ölçümleri ile belirlenmiştir. Çalışma, muson öncesi ve muson ile muson sonrası ve muson öncesi olmak üzere iki bölümde incelenmiştir. Kıyı çizgisi değişim analizi DSAS aracının NSM istatistiksel yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bhatye kıyısı muson öncesi ve muson dönemi kıyı çizgisi değişimi karşılaştırılmasında denizden karaya doğru -11.9 m değerinde değişim gözlemlendiği ve erozyon altında -8296 m² alan kaldığı, muson sonrası ve muson öncesi kıyı çizgisi karşılaştırılmasında ise karadan denize doğru 12 m değerinde değişim gözlemlendiği ve birikme sonucu 3128 m² alan oluştuğu tespit edilmiştir. Ganapathypule kıyısının muson öncesi ve muson esnasındaki kıyı çizgisi değişimi karşılaştırılmasında ise denizden karaya doğru -20 m değerinde değişim gözlemlendiği ve erozyon altında 8213 m² alan kaldığı, muson sonrası ve muson öncesi kıyı çizgisi karşılaştırılmasında ise karadan denize doğru 14 m değerinde değişim gözlemlendiği ve birikme sonucu 5564 m² alan oluştuğu tespit edilmiştir.

Boer ve ark. (2018); Endonezya'nın Cava Adası kıyılarında 2006 ile 2015 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini belirlemek amacı ile bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve görüntüler üzerinden manuel sayısallaştırma yapılmıştır. Kıyı çizgisi değişim oranı ve mesafeleri, DSAS aracının SCE, NSM, EPR ve LRR istatistiksel yöntemleri ile analiz edilmiştir. En yüksek kıyı çizgisi ilerleme mesafesi Mulyorejo Bölgesinde (991.57 m) gözlenirken, en yüksek kıyı çizgisi gerileme mesafesi Sidoarjo Bölgesinde (-928.75 m) gözlenmiştir. EPR yöntemi ile çalışma bölgesinin karadan denize doğru maksimum değişim oranı 169.98 m/yıl iken LRR yöntemi ile maksimum değişim oranı 189.58 m/yıl değerinde bulunmuştur.

Qiao ve ark. (2018); 1960 ve 2015 yılları arasında Çin'in Şanghai kenti kıyılarında meydana gelen zamansal ve alansal kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada veri kaynağı olarak 1960, 1965, 1970, 1974 ve 1980 yıllarına ait hava fotoğrafları ve 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 ve 2015 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri EPR, NSM ve WLR istatistiksel yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, çalışma bölgesinde hem birikim hem de erozyon gözlemlense de 55 yıllık süreçte birikmenin daha fazla baskın olduğu ifade

edilmiştir. Çalışma dönemin boyunca kıyı çizgisi uzunluğunun %25.7 oranında arttığı ve bu değişimin yüzey alanını %19.9 oranında arttırdığı rapor edilmiştir. Bu değişimlerin doğal süreçlerden kaynaklanmadığı kıyıya yapılan insan kaynaklı müdahaleler sonucu ortaya çıktığı ifade edilmiştir.

Dada ve ark. (2019); kıyı sistemini etkileyen karmaşık süreçlerin anlaşılması amacıyla Nijerya'nın Mahin Bölgesi kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Çalışmada Landsat uydu görüntüleri maksimum olabilirlik sınıflandırma algoritması kullanılarak değerlendirilmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri, DSAS aracının EPR ve LRR istatistiksel yöntemleri ile hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, tüm Mahin kıyıların ciddi erozyona uğradığı ve çalışma döneminde (1987-2017) alanın %58'inde kıyı çizgisi gerilemesinin meydana geldiği tespit edilmiştir.

Esmail ve ark. (2019); 1990 ve 2015 yılları arasında Mısır'ın Damietta kenti kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmeyi amaçlayan ve kıyı çizgisinin gelecekteki (2020, 2025 ve 2035) konumunu tahmin etmeye yönelik bir çalışma yürütmüştür. Çalışma bölgesi daha iyi analiz edilebilmek için 3 bölgeye ayrılmıştır. Çalışmada 1990, 1999, 2003 ve 2015 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve eşik analizi yöntemi ile kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişim analizinde DSAS aracının EPR ve LRR yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda, en büyük değişimlerin üçüncü bölgede meydana geldiği ve -45.30 ile -70.50 m/yıl oranları arasında erozyona uğradığı tespit edilmiştir. Kıyı alanının, dalgalar ve akıntılar nedeniyle sürekli değişim içinde olduğunu ve erozyon etkisiyle toprak morfolojisinin de sürekli olarak etkilendiği belirtilmiştir.

Baig ve ark. (2020); 1991 ve 2018 yılları arasında Hindistan'ın Andra Pradeş eyaleti, Visakhapatnam kenti kıyı alanı değişimini incelemiştir. Çalışmada 1991, 2001, 2011 ve 2018 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüleri üzerinden manuel sayısallaştırma ile kıyı çizgisi çıkarımı yapılmış ve DSAS aracının EPR, WLR ve LRR istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistiksel sonuçlar; yüksek erozyon, az erozyon, sabit, az birikim ve yüksek birikim olarak 5 sınıfa ayrılmıştır. Analiz sonucunda 135 km'lik kıyı hattının; 5.8 km'sinin yüksek erozyona, 46.2 km'sinin az erozyona uğradığı ve 34.7 km'sinin ise sabit kaldığı tespit edilmiştir. Çalışma alanının 30.5 km'sinde az birikim gözlenirken yüksek birikim eğilimi 17.8 km'lik hat boyunca gözlenmiştir. Çalışma alanı ortalama erozyon ve birikim oranı ise -1.16 m/yıl ve 1.62 m/yıl değerinde hesaplanmıştır.

Crawford ve ark. (2020); muson yağışları ve yüksek hacimli sediman taşınımı dolayısıyla dünyanın en dinamik deltaları arasında yer alan Bangladeş'in Aşağı Meghna Nehri deltası kıyı çizgisi değişimini (1988-2018) incelemiştir. Çalışmada 1988, 1998, 2008 ve 2018 yıllarına ait Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden biri olan ISODATA yöntemi kullanılarak farklı tarihlere ait kıyı çizgisi çıkarımları yapılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının EPR istatistiksel yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, kıyı bölgesinde hem erozyon (%73) hem de birikme (%24.2) gözlemlendi fakat erozyon oluşumunun daha baskın olduğu ifade edilmiştir. EPR analizi sonucunda, kıyı çizgisinin ortalama -36.6 m/yıl oranında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Ghaderi ve Rahbani (2020); İran'ın Chabahar kenti doğusundaki Beris Limanı kıyı çizgisi değişimini UA ve CBS teknolojileri kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Kıyı çizgisindeki değişimleri tespit etmek için Landsat uydu görüntülerinden yararlanılmış, limanın yapım tarihi nedeniyle 1988, 1990, 2014 ve 2019 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada bant oranlama ve histogram eşitleme yöntemlerini birleştiren bir görüntü işleme tekniği ile kıyı çizgisi çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Kıyı çizgisi değişim mesafeleri ve oranları DSAS aracının NSM, SCE, EPR ve LRR istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma alanında maksimum birikim oranı 7.44 m/yıl ile Beris Limanı'nın doğusunda tespit edilmiştir. Araştırmacılar Beris Limanı'nda birikmenin baskın olduğunu ifade etmiştir.

Niang (2020); 1965 ve 2019 yılları arasında Suudi Arabistan'ın Yanbu kenti kıyılarında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini belirlemek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada 1965 ve 1980 yıllarına ait CORONA uydu görüntüleri, 1988 yılına ait SPOT uydu görüntüsü, 2000 ve 2010 yıllarına ait ASTER uydu görüntüleri ile 2019 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Elde edilen verilerden elle sayısallaştırma yapılarak kıyı çizgileri elde edilmiş ve kıyı çizgisi konum belirsizliği hesaplanmıştır. DSAS aracının EPR, NSM, LRR ve WLR istatistiksel yöntemleri kullanılarak kıyı çizgisi değişimleri analiz edilmiştir. NSM analizi sonucu maksimum birikim mesafesi 1655,90 m iken maksimum erozyon mesafesi -1484,80 m olduğu; EPR, LRR ve WLR analizi sonucu maksimum birikim oranı 30.66, 32.32 ve 36.90 m/yıl iken maksimum erozyon oranı -37.90, -32.70, -33.50 m/yıl olarak tespit edilmiştir. Kıyı alanında üretilen tüm kesitlerin %54.2'sinde birikim meydana geldiği tespit edilmiştir. Yanbu kıyı alanındaki değişimlerin antropojenik faaliyetler sonucu oluştuğu ifade edilmiştir.

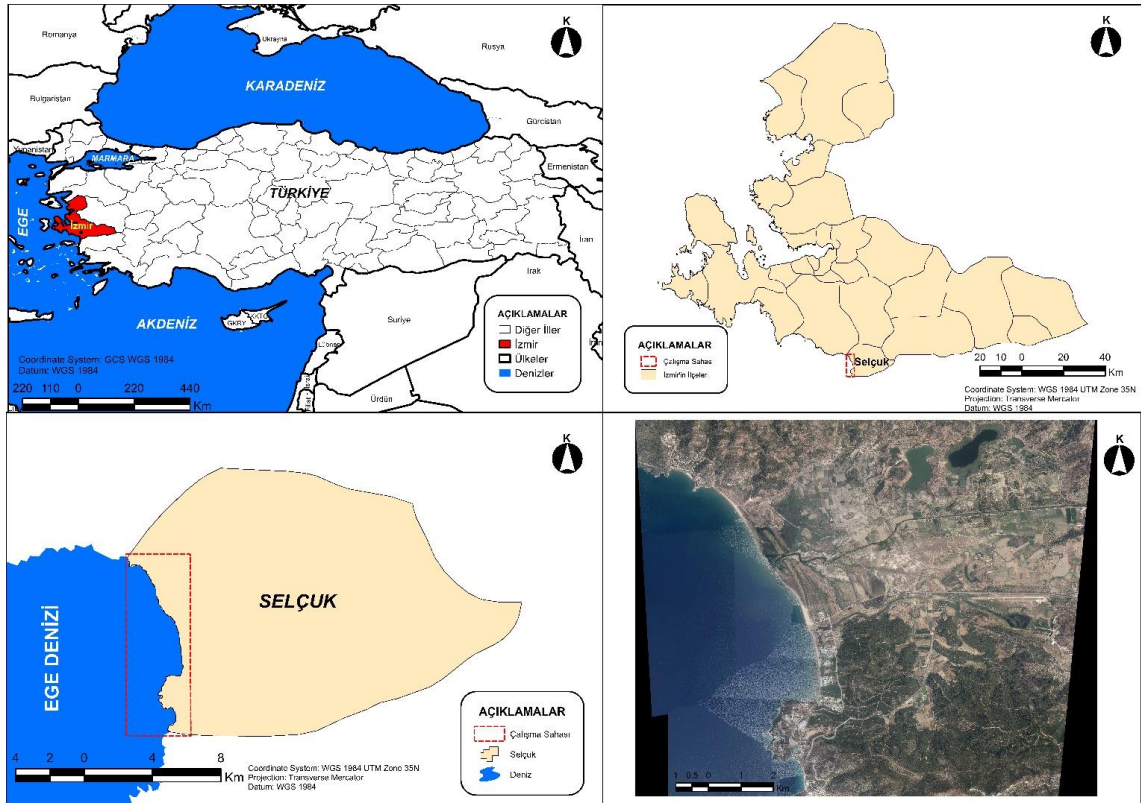
Zagórski ve ark. (2020); kutupsal çevre değişiminin hassas bir göstergesi olan arktik kıyılardan Svalbard Adası, Calypsostranda bölgesi kıyı çizgisinin 2007 ile 2017 yılları arasındaki değişimi incelemişler ve bu kısa dönemli değişimleri, 1936-2007 dönemine ait önceki çalışmalarla karşılaştırmıştır. Çalışmada veri kaynağı olarak topografik harita, GPS ölçümleri ve Land Info uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kıyı çizgisi değişimleri DSAS aracının NSM, EPR ve LRR istatistiksel yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. 2007-2017 yılları arasında toplam 10.71 m² alanın erozyona uğradığı, ortalama NSM değişiminin -4.99 m değerinde olduğu ve ortalama EPR oranının -0.07 m/yıl olduğu tespit edilmiştir. İncelenen süreç içerisinde kıyı alanının denizden karaya doğru bir değişim gösterdiği, son dönemlerdeki erozyon oranının daha yüksek olduğu, bu değişimde şiddetli küresel ısınmadan kaynaklandığı ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı ve Coğrafi Özellikleri

3.1.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Küçük Menderes Deltası, Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesi'nin kuzeyde Aşağı Gediz Yöresi ve güneyde Büyük Menderes Yöreleri arasında ve İzmir ili, Selçuk ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahası, (37° 54' 00" - 38° 00' 05") kuzey enlemleri ile (27° 13' 55" - 27° 20' 50") doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Küçük Menderes Deltası, kuzeyde Menderes ve Torbalı, güneyde Kuşadası ve Söke, batıda Kuşadası Körfezi ve doğuda Tire ve Germencik ilçeleri ile çevrilidir. Küçük Menderes Deltası, güneyden ve kuzeyden yükseltisi fazla olmayan Boncuk Dağı (750 m), Maden Dağı (640 m) ve Karaca Dağı (770 m) ile çevrilidir. Delta, 11 km uzunluk ve 5 km genişlikte bir alüviyal dolgu alanıdır (Erinç, 1955; Sütgibi, 2009). Delta sahasının eğimi oldukça az olup sahilden itibaren Belevi Gölüne kadar yükseltisi ancak 5 metrelere kadar çıkmaktadır. Bölgeye ulaşım ancak karayolu bağlantısı ile olup, İzmir ilinin 74 km güneyinde bulunan Selçuk ilçesinden sağlanır. Küçük Menderes Deltası'nın güneyinde Efes Antik Kenti bulunmaktadır. Efes Antik Kenti özellikle tarihçi, arkeolog ve jeomorfologların bölgeye olan ilgisini arttırmış ve bilimsel birçok çalışmaya konu olmuştur. Çalışma alanını gösterir harita Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı

3.1.2. Jeolojik özellikler

Çalışma sahasının jeolojik özellikleri Küçük Menderes Havzası ve yakın çevresi ile çalışma sahasını oluşturan Küçük Menderes Deltası'nın jeolojik özellikleri birlikte ele alınarak değerlendirilmiştir. Gnays, mermer, mikaşist gibi kristalli taşlardan oluşan çok eski bir çekirdek kütle (Menderes Masifi) Batı Anadolu'nun jeolojik yapısını oluşturur. Menderes Masifi son yeryüzü hareketleri ile yükselmiş, Miyosen döneminden itibaren eğim/oblik ve doğrultu atımlı faylarla büyük bloklar halinde kırılarak parçalanmıştır. Böylece Neojen'den Kuaterner'e kadar devam eden tektonik hareketler sonucu doğu-batı uzanımlı grabenlerin oluşumu gerçekleşmiştir (Kayan ve Kraft, 1997). Holosen'den itibaren ortaya çıkan iklimsel ve östatik deniz seviyesi değişimleri deltanın bugünkü jeomorfolojik karakteristiğinin oluşmasında etkili olmuştur.

Küçük Menderes Deltası'nın bugünkü halini almak üzere geçirdiği jeolojik gelişmeyi üç döneme (Erken-Orta-Geç Holosen) ayırarak incelemek olanaklıdır.

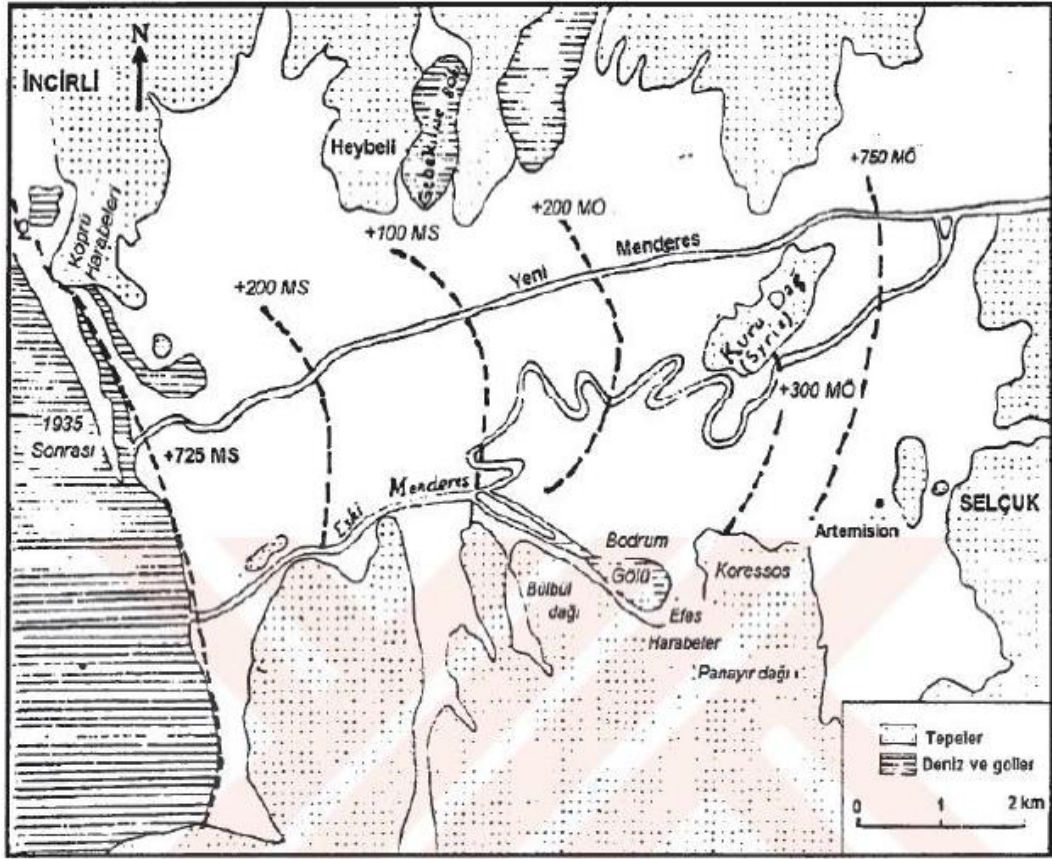
Erken Holosen'de deniz seviyesi hızla yükselerek Selçuk-Efes grabenini doldurmuş, bugünkü delta yüzeyini kaplayarak Belevi Boğazı'na kadar ilerlemiştir. Bu dönemde Küçük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonlar, deniz etkisinin olmadığı bu

sığ ve dar körfezin tabanında denizsel çamurlar olarak birikmiştir (Kayan, 1997). Altınbaş ve ark. (1997), o dönemde bugünküne kıyasla kıyı çizgisinin 8 km içeride olduğunu ve bugünkü delta alanının tümünün bir körfez oluşturduğunu ifade etmişlerdir. O dönemde körfezin güney kıyılarında Efes liman şehri kurulmuştur.

Günümüzden yaklaşık 6.000 yıl kadar önce (Orta Holosen) deniz seviyesi yükselmesi sona ermiş ve bugünkü seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, Küçük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonların körfezi doldurmaya başlamasına sebep olmuş ve delta alanı hızlı bir şekilde açık denize doğru ilerlemiştir. Orta Holosen dönemi, denizel şartlardan karasal şartlara geçiş dönemidir. Bu dönemde kıyı lagünü, bataklık, azmak gibi yer şekilleri oluşmaya başlamıştır.

Geç Holosen'de de delta alanı alüvyal-kolüvyal birikim ile hızlı bir şekilde denize doğru ilerlemeye devam etmiş ve nehirle taşınan sedimanlar ve diğer jeomorfolojik etkiler ile delta alanında farklı özellikler gösteren yer şekilleri oluşmuştur. Günümüzde varlığını sürdüren Gebekirse Gölü ve Eleman Bataklığı bunun örneklerindendir. Deltayı çevreleyen kuzey ve güney yamaçlar, kalker ve mermer gibi çatlaklı ve eriyebilen karbonatlı kayalardan oluştuğu için aşındırma ve alüvyon miktarı sınırlıdır. Bununla birlikte, Belevi Boğazından içeride kalan bölümde, boğazın etkisiyle daha fazla ve büyük boyutlu sediman birikmiş olmasına rağmen boğazın etkisiyle Küçük Menderes Deltası'na daha az ve küçük boyutlu sediman ulaşmıştır (Öner, 1997). Dolayısıyla deltaya daha fazla alüvyon ulaşamamış ve böylelikle bu göller ve Efes limanı zaman içinde tamamen yok olmamıştır.

Sonuç olarak, Küçük Menderes Deltası'nın şekillenmesi deniz-akarsu etkili sedimentasyonla oluşmuştur. Deniz seviyesindeki değişim ve karadan taşınan alüvyonlar arasındaki denge sınırını gösteren kıyı çizgisi ise devamlı olarak konumu değişen dinamik bir coğrafi sınır olarak gelişmiş ve bugünkü konumuna gelmiştir. (Sütgibi, 2009). Şekil 3.2, zaman içerisinde Küçük Menderes Deltası ve kıyı çizgisinin geçirmiş olduğu değişimi göstermektedir.



Şekil 3.2. Küçük Menderes Deltası ve kıyı çizgisinin zaman içerisindeki değişimi (Eisma, 1977)

3.1.3. İklim özellikleri

Araştırma sahası iklim özellikleri, Selçuk Meteoroloji İstasyonunun 1970-2020 dönemine ait verilerinden yararlanılarak açıklanmaya çalışılmıştır.

3.1.3.1. Sıcaklık

Selçuk Meteoroloji İstasyonunun 50 yıllık verileri incelendiğinde, çalışma sahasının yıllık sıcaklık ortalaması 16.78°C 'dir. Dönem içerisinde ortalama sıcaklığın en düşük ve en yüksek olduğu ay ocak (8.0°C) ile temmuz (26.6°C) ayıdır. Çizelge 3.1 incelendiğinde; aralık, ocak, şubat ayları haricinde çalışma sahası aylık ortalama sıcaklığının 10°C 'nin üstünde olduğu görülmektedir. Nisan ayı itibarıyla ortalama sıcaklık 15°C 'yi aşmakta ve temmuz ayında maksimuma ulaştıktan sonra çok az bir farkla ağustos ayından itibaren azalmaktadır. Buna göre çalışma sahasında yazların oldukça sıcak, kışların ise ılık geçtiği anlaşılmaktadır. Çizelge 3.1'e göre çalışma sahasının, yılın en az dört ayında ortalama sıcaklığın 20°C 'nin üstünde kaldığı bir

termik rejim tipine dahil olan “Akdeniz Termik Rejimi” etkisinde olduğu anlaşılmaktadır (Dönmez, 1984).

50 yıllık süreç içerisinde sıcaklığın en düşük olduğu ay -8.5 °C ile ocak ayı, en yüksek olduğu ay 44.0 °C ile ağustos ayında ölçülmüştür. Ortalama sıcaklık verisinde olduğu gibi en yüksek sıcaklıklar yaz aylarında, en düşük sıcaklıkların ise kış aylarında ölçüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. 1970-2020 yılları arasında Selçuk İstasyonu ortalama sıcaklık, en düşük ve en yüksek sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.0	9.1	11.4	15.1	19.5	24.0	26.6	26.1	22.1	17.4	12.7	9.3	16.78
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.5	-6.1	-5.3	-2.7	0.0	6.5	10.6	9.4	6.0	-0.5	-5.6	-6.4	-8.5
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.9	27.8	30.5	32.5	39.2	41.4	43.4	44.0	39.3	36.4	30.0	28.8	44.00

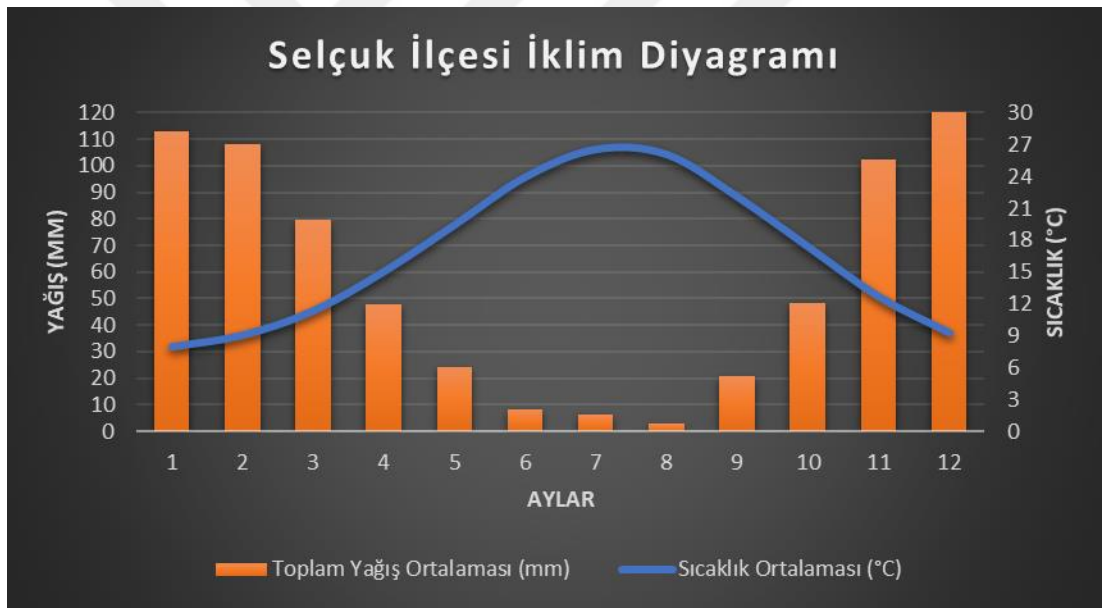
3.1.3.2. Yağış

1970 ile 2020 yılları arası Selçuk Meteoroloji İstasyonu verilerine göre çalışma sahasının yıllık yağış miktarı ortalaması 691.3 mm'dir (Çizelge 3.2). Yıl içerisinde yağış miktarının en fazla ve en düşük olduğu ay aralık (129.8 mm) ve ağustos (3.1 mm) ayıdır. Çizelge 3.2 incelendiğinde, aylık ve mevsimlik yağış miktarı arasında önemli farklar vardır. Yağış miktarı aylar arasına düzensiz dağılmıştır. Çalışma sahası kış mevsiminde oldukça fazla yağış alırken, yaz aylarında düşen yağış miktarı ise oldukça azdır. Kış aylarında düşen toplam yağış tutarı yıllık yağış tutarının yarısından fazladır (%51.0). Yaz mevsiminde düşen yağış miktarı yıllık yağış miktarının çok azını oluşturmaktadır (%0.03). Çalışma sahasının yağış rejimi tipi incelendiğinde; yazların kurak, kışların ise bol yağışlı geçtiği Akdeniz Yağış Rejiminin etkisi altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2. 1970-2020 yılları arasında Selçuk İstasyonu toplam yağış ortalamaları dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Toplam Yağış Ortalaması (mm=kg÷m²)	112.7	107.9	79.5	47.9	24.2	8.4	6.1	3.1	21.0	48.3	102.4	129.8	691.3

Selçuk ilçesinin sıcaklık ve yağış ilişkisini gösteren iklim diyagramı Şekil 3.3'te verilmiştir. Şekil 3.3 incelendiğinde; bölgede sıcaklık arttıkça yağış miktarının düştüğü ve aralarında negatif korelasyon olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3. Selçuk ilçesinin aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış ortalaması ilişkisi

3.1.3.3. Basınç ve rüzgarlar

Selçuk Meteoroloji İstasyonunun 50 yıllık periyottaki verilerine göre araştırma sahasının yıllık ortalama hava basıncı (mb) 1012.4 mb olarak hesaplanmıştır. Temmuz ayı (1006.6 mb), yıl içerisinde ortalama hava basıncı en düşük ay olarak tespit edilmiştir. Yıl içerisindeki basınç ortalamasının en yüksek olduğu ay, aralık ayıdır (1017.0 mb). Çalışma sahasının yıl içerisindeki yüksek basınç değerleri özellikle

sonbahar ve kış mevsiminde gözlenirken, düşük basınç değerleri ise mayıs ve yaz aylarında gözlenmektedir.

Çizelge 3.3. 1970-2020 yılları arasında Selçuk İstasyonu ortalama hava basıncı değerlerinin aylara göre dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Hava Basıncı (mb)	1016.4	1014.7	1013.2	1011.1	1010.3	1008.7	1006.6	1007.6	1011.7	1015.0	1016.6	1017.0	1012.4

Çalışma sahasının rüzgâr özelliklerini belirleyebilmek için 1970 ile 2020 yılları arasındaki Selçuk Meteoroloji İstasyonu verilerinden yararlanılmıştır. Çalışma sahasının rüzgâr esiş yönüne göre ortalama rüzgâr hızları dikkate alındığında; yıllık ortalama rüzgâr hızı 1.7 m/sn'dir. Çizelge 3.4 incelendiğinde, aylık ortalama rüzgâr hızları arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Yıl içerisinde ortalama rüzgâr hızının en yüksek olduğu ay şubat ayıdır (1.9 m/sn). Rüzgâr hızı mart, nisan, haziran ve temmuz aylarında da etkili olmaktadır (1.7 m/sn). Ortalama rüzgâr hızındaki en düşük değerler sonbahar mevsiminde görülür. Ekim ayı 1.3 m/sn ile en düşük ortalama rüzgâr hızına sahip aydır. Küçük Menderes Deltası, ortalama rüzgâr hızı bakımından uygun değerlere sahiptir ve öngörülen eşik değerleri aşmamaktadır. Sahada yıl boyunca hafif ve orta kuvvette rüzgarlar etkilidir.

Çizelge 3.4. 1970-2020 yılları arasında Selçuk İstasyonu ortalama rüzgâr hızı değerlerinin aylara göre dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	1.7	1.9	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7	1.5	1.3	1.4	1.6	1.7

Rüzgâr, bir yöredeki sıcaklık, yağış, bağıl nem gibi iklim elemanları üzerinde etkilidir. Rüzgârların esiş yönleri ve esiş sıklığında, denize yakınlık ve rölyef özellikleri

bilhassa dağların yüksekliği ve uzanışı etkilidir (Muslu, 2005). Küçük Menderes Deltası'nın hâkim rüzgâr esiş yönleri ve yüzdesi çizelgesi incelendiğinde, rüzgâr esiş yönlerinde denizin ve rölyefin etkisi hissedilir. Doğu-batı doğrultusunda Ege Denizi'ne uzanan Küçük Menderes Deltası genelinde batı ve kuzeybatı yönlü rüzgârlar ile kara ve denizlerin fazla ısınmasından kaynaklanan meltem rüzgârları etkili olmaktadır. Çizelge 3.5 incelendiğinde, yıllık ortalama hâkim rüzgâr yönünü West-Northwest (WNW) yönlü rüzgârların oluşturduğu görülmektedir. Rüzgârların % olarak yıllık esme oranları dikkate alındığında, WNW yönlü rüzgârlar %12.81'lik orana sahiptir. Çalışma sahasının ilkbahar ve yaz aylarında batı ve kuzeybatı yönlü rüzgârların etkisi altında kaldığı, sonbahar ve kış aylarında ise güneydoğu yönlü rüzgârların etkisi altında olduğu görülmektedir.

Rüzgâr hızının ve yönünün deniz dalgalarının büyüklüğünü ve yönünü etkilemesinden dolayı çalışma sahası için büyük önem arz etmektedir. Kıyı alanı hareketliliğinde, batı ile kuzeybatı yönlü rüzgârların rol oynaması aşîkârdır.

Çizelge 3.5. 1970-2020 yılları arasında Selçuk İstasyonu ortalama hâkim rüzgâr yönü ve esme oranı değerlerinin aylara göre dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Hâkim Rüzgâr Yönü ve Esme Oran (%)	SE 11.78	SE 12.62	SE 10.26	W 10.30	W 11.83	W 12.19	WNW 12.81	WNW 12.50	W 10.62	SSE 11.29	SSE 12.60	SE 11.93	WNW 12.81

3.1.3.4. Nispi nem

Selçuk Meteoroloji İstasyonundan alınan 50 yıllık verilere göre Küçük Menderes Deltası'nın yıllık ortalama nispi nem oranı %62.0 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.6). Bu dönem içerisinde aylık nispi nem ortalamalarının en düşük olduğu ayın temmuz ayı (%51.1), en yüksek olduğu ayın ise aralık ayı (%70.0) olduğu görülmektedir. Çalışma sahasının nispi nem oranları yıl içerisinde düzensiz dağılım göstermektedir. Nispi nem oranının, sonbahar (eylül hariç) ve kış mevsimlerinde yüksek olduğu, ilkbahar (mart ayı

hariç) ve yaz mevsimlerinde ise düşük olduğu görülmektedir. Çalışma sahasında yaz aylarında azalan nispi nem, buharlaşmanın artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 3.6. 1970-2020 yılları arasında Selçuk İstasyonu ortalama nispi nem değerlerinin aylara göre dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Nispi Nem (%)	69.1	66.6	65.2	62.7	59.1	53.0	51.1	54.7	58.6	65.3	68.4	70.0	62.0

Akdeniz iklim kuşağı, kar yağışı ve don olaylarının nadir görüldüğü, yıllık toplam yağışın yarısının kış mevsiminde düştüğü ve kuraklığın fazla olmadığı bir iklim çeşididir. Yukarıdaki bölümlerde açıklanan tüm iklim özellikleri bir arada düşünüldüğünde (yıllık ortalama sıcaklık 16.78 °C, yıllık toplam yağış ortalaması 69.3 mm, yıllık nispi nem oranı %62.0) çalışma sahasının yazların sıcak ve kurak, kışların ise ılık ve yağışlı geçtiği Akdeniz iklim özelliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

3.1.4. Bitki örtüsü ve toprak özellikleri

Küçük Menderes Deltası'nın bitki örtüsü, Akdeniz iklimini temsil eden yaz kuraklığı ve kış nemliliği etkisinde gelişmiş ve insan etkisiyle de bugünkü şeklini almıştır. Yaz kuraklığına karşı toleransı yüksek, ışık isteği fazla olan ve hızla büyüyen kızılçam (*Pinus brutia*) çalışma sahasının klimaks vejetasyonunu oluşturur. Kızılçam ormanlarına genellikle deltanın güney yamaçlarında rastlanmaktadır. Yaklaşık 900 metre yüksekliğe kadar dağılım gösteren kızılçam ormanlarının doğal ve insan kaynaklı faaliyetler (tarım, hayvancılık, yerleşme vb.) ile tahribata uğradığı yerlerde maki hatta makinin de aşırı ölçüde tahrip edilmesiyle garig (çok kısa boylu dikenli çalılar) bitki topluluklarının sahayı kapladığı, bazı yerlerde bitki örtüsünden tamamen yoksun, ana kayanın yüzeye çıktığı alanlar olduğu görülmektedir.

Küçük Menderes Delta ovasında gerçekleşen tarımsal faaliyetler sonucu bütünüyle bitki örtüsünden yoksun bazı kesimlerde meyve ve sebze bahçeleri görülür. Yörede özellikle zeytin, şeftali, nar bahçeleri ile pamuk, domates ve patates

yetiştiriciliği fazladır. Buna karşın deltayı çevreleyen bazı kesimler çalılar (kermes meşesi, zakkum, sakızağacı, akçakesme, menengiç vb.) ile kaplıdır. Küçük Menderes Deltası kıyı kesiminde ise kuzey-güney yönünde uzanan kıyı kumsalı ile kıyı kumulu ve gerisinde bataklık alanlarda yetişen halofitler ve ılgınlar bulunmaktadır.

Araştırma sahası toprakları; bölgenin topografya, jeomorfoloji, iklim, ana kaya özelliklerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Küçük Menderes Deltası'nın toprak özellikleri incelendiğinde; deltada zonal, intrazonal ve azonal toprak gruplarının yer aldığı görülür. Deltadaki toprak grupları içerisinde en fazla yayılımı 'azonal toprak' gruplarından 'alüvyal topraklar' oluşturmaktadır. Küçük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonların farklı etken ve süreçlerin etkisi altında alçak kesimlerde birikmesi sonucu oluşan bu topraklar kendi içinde farklı özellikler gösterebilmektedir. Flüvyal süreçlerin etkisi altında oluşan alüvyal topraklar deltanın doğu kesimlerinde görülüp tarımsal üretimde kullanılırken, deltanın batısında denizel süreçlerin etkisi altında oluşan alüvyal kıyı bataklık toprakları, çorak ve tuzlu olduğundan tarımsal üretimde kullanımı sınırlıdır (Kara, 1997). Küçük Menderes Deltası'nın batısında kıyı çizgisine paralel olarak sahil kumluk alanları bulunmaktadır. Bu alanların geçirgenliği yüksek ve su tutma kapasitesi düşük olduğundan tarıma elverişli değildir.

3.1.5. Hidrografya

Küçük Menderes Deltası, hidrografik öğeler bakımından oldukça zengin bir ekosisteme sahiptir. Deltanın en önemli su kaynağı, deltaya adını veren Küçük Menderes Nehri ve onun kollarıdır. Küçük Menderes Nehri, 129 km uzunluğunda ve 3.225 km² drenaj alanı ile Ege Bölgesinin en önemli akarsularından birisidir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Yıllık ortalama debisi 11.45 m³/sa olan Küçük Menderes Nehri, en yüksek debiye ocak, şubat ve mart aylarında; en düşük debiye ise eylül ve ekim aylarında ulaşmaktadır. Belevi Boğazından itibaren delta ovasına giren ve genellikle doğu-batı istikametinde akış gösteren Küçük Menderes Nehri, güneyde Bademiye ve Gökçen Derelerini, kuzeyde ise Birgi, Üzümlü, Aktaş, Falaka, Ergenli, Uladı, Rahmanlar ve Fetrek Derelerini de içerisine alarak en son Pamucak'ta Ege Denizine dökülür. Nehrin denize döküldüğü yere yakın bir bölgede alüvyon-set gölleri olan ve yüzey alanları toplamı yaklaşık 150 ha alanı kapsayan Gebekirse ve Çakal Gölleri ile yüzey alanı 1.50 ha olan Eleman Bataklığı yer almaktadır. Eleman Bataklığı, kıyı lagününü temsil etmekte ve 1.05 hektarlık alanı "Kuş Cenneti" olarak koruma

altında bulunmaktadır. Yaz aylarında sıcaklıktan dolayı kuruyan Eleman Bataklığı, kış aylarında yağış ve Küçük Menderes Nehri'nin zaman zaman taşmasından dolayı dolmaktadır.

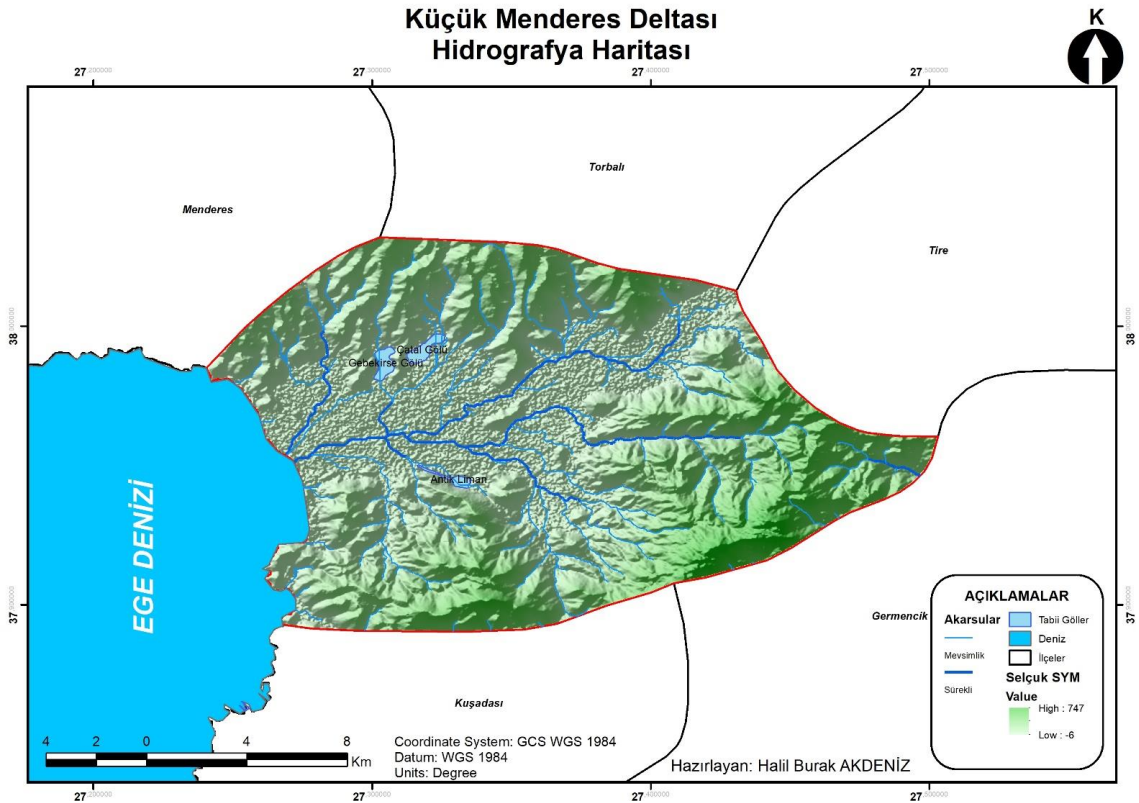
Küçük Menderes Nehri yaklaşık deniz seviyesi yükseltisine sahip delta sahasında drene olamayarak, bataklık alanlar oluşturmaktadır. Cumhuriyet'in ilanından sonra gerek bu bataklık alanların tarıma kazandırılması, gerekse neden olduğu sıtma hastalığının önüne geçilebilmesi için delta kıyı bölgesinde bataklık ıslahı çalışmalarına başlanmıştır. Bunun neticesinde, 1933 tarihli ve 2246 sayılı "Küçük Menderes Nehri ile Tabilerinin Islahına Ait Kanun" yürürlüğe girmiştir. Bu kanun kapsamında yüzey alanı 60 dekar olan Gümbüldek Gölü, 900 dekar olan Cevaşır Gölü, 450 dekar olan Akgöl, 17 dekar olan Sıra İnler Gölü ve 20 dekar olan Çanak Gölleri tamamen, Efes Antik şehrinin eski iç limanı olan Bodrum Gölü ise kısmen kurutularak tarım alanlarına dönüştürülmüştür. Kurutulan bu göllerden ayrı olarak Küçük Menderes Nehri ağzı, 1934 yılında eski yatağından daha kuzeyde yer alan ve 11 km uzunluğunda, yeterli kapasiteye sahip yeni yatağına aktarılmış ve bu sayede delta alanındaki taşkınlar önlenmiş, tarımsal üretim verimliliği arttırılmıştır.

2000'li yıllara kadar Küçük Menderes Nehri üzerinde herhangi bir baraj inşası olmamıştır. Şu an nehir yatağı üzerinde işletme, inşaat, planlama ve ön inceleme aşamasında olan barajlar ve göletler vardır. Bunlardan Beydağ Barajı, Burgaz Barajı, Aktaş Barajı ve Bademli Göleti işletme halinde iken Ergenli Barajı ve Rahmanlar Barajı inşaat; Uladı Barajı proje; Birgi ve Şirince Barajı ise planlama aşamasındadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

Günümüzde Küçük Menderes Deltası'nda var olan göl ve sulak alanlar; Gebekirse ve Çakal Gölleri, Eleman Bataklığı ve sazlık alan olarak varlığını sürdüren Bodrum Gölü'dür (Sütgibi, 2009). Eleman Bataklığı ve Gebekirse Gölü'nün suları kısmen tuzlu iken Çatal Gölü'nün suları tatlıdır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Kış aylarında Küçük Menderes Nehri taşkınlarından etkilenen Eleman Bataklığı bu sayede bol miktarda su ve besin maddesine sahip olmaktadır. Bodrum Gölü, Efes Antik kenti kurulduğunda liman vazifesi görürken; Küçük Menderes Nehri'nin ovayı doldurması ile günümüzde bir göl konumunu almıştır (Sütgibi, 2009). Eleman Bataklığı ve Gebekirse Gölünü kapsayan 1.000 hektarlık alan 1984 yılında Orman Bakanlığı tarafından "Yaban Hayatını Koruma Sahası", daha sonra 2006/10966 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla "Yaban Hayatı Geliştirme Sahası" ilan edilmiştir. Şu an, bu sahanın tamamı 1. Derece Doğal Sit Alanı olarak korunmaktadır. Ancak, delta kıyıları 1986 yılında turizm alanı

ilan edilmiş, kıyı alanında turizm yatırımlarının önü açılmış ve Pamucak sahilinde turistik oteller inşa edilmiştir.

Sonuç olarak, Küçük Menderes Deltası, içerisinde bulundurduğu 3 göl ve 1 bataklık alanı ile Ege Bölgesinin önemli sulak alanları içerisinde yer almakta ve ülkemizin hassas ekosistemlerinden birisini oluşturmaktadır.



Şekil 3.4. Küçük Menderes Deltası hidrografi haritası

3.2. Çalışmada Kullanılan Veri Setleri ve Özellikleri

Küçük Menderes Deltası'nda meydana gelen kısa ve uzun zamanlı kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesini hedefleyen bu çalışmada, çalışma alanı özelinde, belirli periyotlardaki yıllara ait ortofoto haritaların temini için Harita Genel Müdürlüğü'ne (HGM) başvurulmuştur. HGM'den farklı yıllara ait ortofoto haritalar istenirken “mevsimsel farklılıkların kıyı alanı üzerindeki etkisinin en aza indirgenebilmesi için aynı mevsimde ve mümkün olduğunca belirli periyotlarda (10 yıl) olması gerektiği” ifade edilmiştir. Yapılan başvuru neticesinde farklı ölçek ve yıllardaki 7 adet ortofoto harita, coğrafi koordinat sistemine (EPSG:4326) göre koordinatlandırılmış olarak Enhanced Compression Wavelet (ECW) formatında ve Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi

Sistemi (TUCBS) kapsamında ücretsiz temin edilmiştir. Bunlar 1957, 1964, 1972 ve 1993 yıllarına ait farklı ölçek ve çözünürlükteki tarihi (siyah/beyaz) ortofoto haritalar ile 2009, 2018 ve 2020 yıllarına ait güncel (renkli) ortofoto haritalardır. Kullanılan ortofoto haritalara ait özellikler Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Çalışmada kullanılan ortofoto haritaların özellikleri

Ürün	Üreten Kurum	Edinme Tarihi	Ölçek	Çözünürlük (m)
Ortofoto Harita	HGM	15/09/1957	1/35.000	1.00
Ortofoto Harita	HGM	22/07/1964	1/20.000	0.60
Ortofoto Harita	HGM	03/06/1972	1/16.000	0.40
Ortofoto Harita	HGM	05/08/1993	1/35.000	0.70
Ortofoto Harita	HGM	07/08/2009	1/25.000	0.45
Ortofoto Harita	HGM	15/09/2018	1/25.000	0.30
Ortofoto Harita	HGM	10/07/2020	1/25.000	0.30

HGM: Harita Genel Müdürlüğü

3.3. Kullanılan Donanım ve Yazılımlar

Hazırlanan tez kapsamında yapılan uygulamalardan; ortofoto haritalardan kıyı çizgilerinin elde edilmesi, veri tabanının oluşturulması, mekânsal (coğrafi) analizlerin yapılması ve tematik haritaların hazırlanmasında ArcGIS 10.5 yazılımı; alan ve uzunluk analizlerinde Netcad GIS 8.0.1 yazılımı, verilerin düzenlenmesi ve sunumu işlem adımlarında ise Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca, bu yazılımlar içerisindeki eklentilerden ve yardımcı araç kutularından yararlanılmıştır.

Donanım olarak Samsung marka NP350V5C model, Intel®Core™i5-3230M 2.60 GHz işlemci, 2 GB AMD Radeon HD 7670M ekran kartı, 6 GB RAM kapasite, 750 GB HDD sabit disk ve Windows 10 Home 64 bit işletim sistemi özelliklerine sahip dizüstü bilgisayar kullanılmıştır.

3.4. Kıyı Çizgisindeki Değişimlerin Belirlenmesi

3.4.1. Sayısal kıyı çizgisi analiz sistemi

Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (Digital Shoreline Analysis System (DSAS)), 1990'lı yılların başında Rob Thieler ve Bill Danforth'ın çalışmaları ile United States Geological Survey (USGS)) tarafından geliştirilen ve Enviromental Systems Research Institute (ESRI)) ArcGIS yazılımı içerisinde çalışan ücretsiz bir eklenti yazılım uygulamasıdır. DSAS, bir zaman serisi içerisinde ve vektör veri formatındaki kıyı çizgisi konumları için değişim mesafesi ve oranı istatistiklerinin hesaplanmasını sağlar. İstatistikler, kıyı çizgisi dinamiği doğasının ve değişimdeki eğilimlerin kısa ve uzun dönemli değerlendirilmesine ve ele alınmasına izin verir. DSAS yazılımı, kıyı çizgisi konumundaki değişikliği hesaplama sürecini kolaylaştırmak, değişim mesafesi ve oranı bilgilerini ve hesaplanan sonuçların güvenilirliğini oluşturmak için gerekli istatistiksel verileri sağlamayı amaçlamaktadır. Yazılım ayrıca, hava fotoğraflarından buzul sınırları değişimlerinin incelenmesi, nehir kenarı sınırı veya arazi örtüsü değişimlerinin değerlendirilmesi gibi tarihsel süreç içerisindeki konumsal değişimi hesaplayan herhangi bir genel uygulama için de kullanılabilir. Kıyı çizgisi dinamikleri çalışmasına yönelik DSAS yazılımı kullanımına ilişkin çok sayıda örnek vardır. Bunlardan bazıları;

- mevcut mekânsal verilerin (topografik harita, hava fotoğrafı, uydu görüntüleri vb.) kapsadığı dönem boyunca tarihi kıyı çizgisi konumunun haritalanması,
- zamansal kıyı çizgisi değişimleri ve eğilimlerinin belirlenmesi,
- gelgit öncesi ve sonrası olmak üzere kıyı çizgisi geometrisinin analiz edilmesi,
- geçmişteki kıyı çizgisi değişim eğilimlerini kullanarak gelecekteki kıyı çizgisi değişimlerinin tahmin edilmesi,

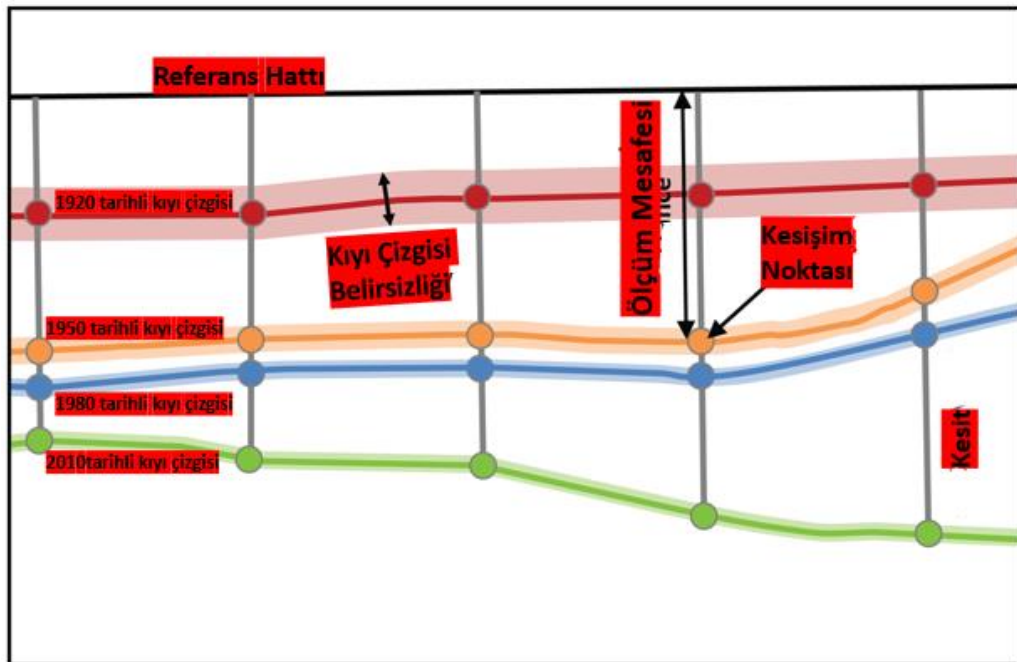
gibi çalışmalarda kullanılmaktadır.

DSAS, son 30 yıl içerisinde çok sayıda güncelleme ve iyileştirmeye tabi tutulmuş ve en son Aralık 2018'de DSAS 5.0 sürümü kullanıcılara sunulmuştur. DSAS 5.0, kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesinde kıyı çizgileri (shoreline) ve çalışma bölgesinin herhangi bir yerinde bulunan (denizde, karada, kıyı çizgisi verilerinin ortasında) referans hattı (baseline) olmak üzere iki farklı sınıf oluşturmaktadır. Kullanıcı

tarafından belirlenen aralıkta, kıyı çizgileri ile kesişecek ve referans hattına dik olacak şekilde kesitler üretilir (Ciritci, 2020). DSAS, bir kesit boyunca referans çizgisi ile her bir kıyı çizgisi kesişimi arasındaki mesafeyi ölçer ve istatistiksel analizleri hesaplamak için kıyı çizgisi tarih bilgilerini ve konumsal belirsizliği birleştirir (Şekil 3.5). DSAS yazılımında yer alan farklı istatistiksel yöntemler şunlardır:

- Kıyı Çizgisi Değişim Örtüsü/Shoreline Change Envelope (SCE)
- Kesin Kıyı Çizgisi Hareketi/Net Shoreline Movement (NSM)
- Son Nokta Oranı/End Point Rate (EPR)
- Doğrusal Regresyon Oranı/Linear Regression Rate (LRR)
- Ağırlıklı Doğrusal Regresyon/Weighted Linear Regression (WLR)
- Güven Aralığı/Confidence Interval (LCI/WCI)
- Standart Hata/Standart Error (LSE/WSE)
- R-kare/R-squared (LR2/WR2)

Küçük Menderes Deltası zamansal kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi analizinde NSM, SCE, EPR ve LRR istatistiksel yöntemlerinden yararlanılmıştır.



Şekil 3.5. DSAS veri tabanı

3.4.2. Net kıyı çizgisi hareketi/Net shoreline movement (NSM)

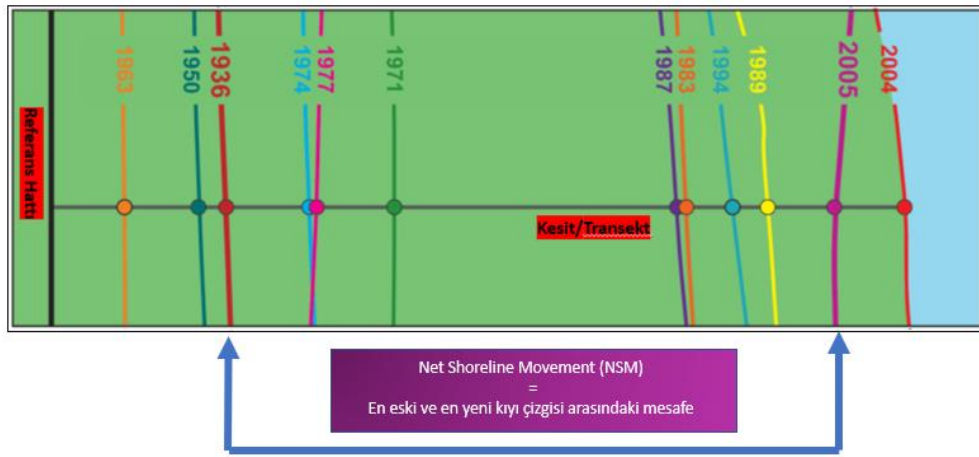
NSM istatistiksel yöntemi, her bir kesit için çalışma alanındaki en eski ve en yeni tarihli kıyı çizgileri arasındaki mesafeyi hesaplamaktadır (Şekil 3.6). NSM yöntemi bir oranı değil, bir mesafeyi belirtmektedir; bu nedenle, sonuç birimi metre cinsindendir. Bu yöntem ile hesaplama yapabilmek için yalnızca iki farklı tarihe ait kıyı çizgisi verisi gerekmektedir. NSM yönteminde hesaplama, Eşitlik (3.1)'de formüle edilmiştir.

$$M_{NSM} = f_e - f_y \quad (3.1)$$

M_{NSM} : kıyı çizgisinin net hareketidir (m),

f_e : belirli bir kesitte (x_n) en eski tarihli kıyı çizgisi ile referans hattı arasındaki mesafedir (m);

f_y : belirli bir kesitte (x_n) en yeni tarihli kıyı çizgisi ile referans hattı arasındaki mesafedir (m)



Şekil 3.6. NSM yöntemi

3.4.3. Kıyı çizgisi değişim örtüsü/Shoreline change envelope (SCE)

SCE istatistiksel yöntemi, kıyı hattı boyunca oluşturulan her bir kesit için referans hattına en uzak ve en yakın kıyı çizgisi arasındaki mesafeyi hesaplamaktadır (Şekil 3.7). Bu yöntem, her bir kesit için çalışma alanındaki bütün kıyı çizgisi verilerinin tarihlerinden bağımsız olarak değişimin en fazla olduğu mesafeyi belirlemektedir. İki kıyı çizgisi arasındaki toplam mesafe değerinin bir işareti

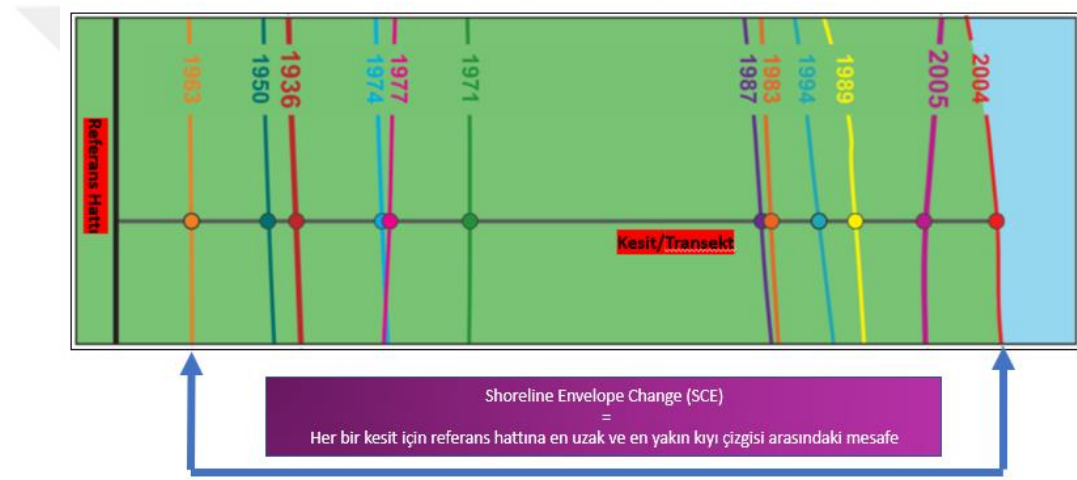
olmadığından, SCE değeri her zaman pozitif değer almaktadır. SCE yöntemi bir oranı değil bir mesafeyi belirlemektedir. Bu nedenle, sonuç birimi metre cinsindendir. SCE yöntemi, Eşitlik (3.2)'de formülize edilmiştir.

$$M_{SCE} = f_u - f_y \quad (3.2)$$

M_{SCE} : kıyı çizgisi hareketindeki toplam değişiktir (m);

f_u : belirli bir kesitte (x_n) referans hattı ile referans hattına en uzak kıyı çizgisi arasındaki mesafedir (m);

f_y : belirli bir kesitte (x_n) referans hattı ile referans hattına en yakın kıyı çizgisi arasındaki mesafedir (m)



Şekil 3.7. SCE yöntemi

3.4.4. Son nokta oranı/End point rate (EPR)

EPR yöntemi, dünyanın farklı bölgelerinde gerçekleştirilen ‘kıyı çizgisi değişim analizi’ araştırmalarında en yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir (Fletcher ve ark., 2003; Chand ve Acharya, 2010; Ford, 2013; Nassar ve ark., 2018). Bu yöntem, en yeni ve en eski kıyı çizgisi arasındaki mesafenin aradan geçen zaman farkına bölünmesiyle hesaplama yapmaktadır (Şekil 3.8). EPR yöntemi, bir mesafeyi değil bir oranı belirtmektedir. Bu yöntem, kıyı çizgisi değişimi yıllık oranını tahmin etmede kullanıldığı için sonuç birimi metre/yıl cinsindendir. EPR istatistiksel yöntemi, iki farklı tarihe ait kıyı çizgisi verisi kullanılarak hesaplama yapmaktadır. Eğer araştırma sahasına ait ikiden fazla kıyı çizgisi varsa, kısa zamanlı farklı kombinasyonlar için hesaplamalar yapılır. Bu yöntemin başlıca avantajları; hesaplama kolaylığı, kullanım yaygınlığı, iki

çizgisinin eğimi, kıyı çizgisi değişim oranını (doğrusal regresyon oranı) vermektedir. Bu yöntemde, çalışmada kullanılan tüm kıyı çizgileri analize katılmakta ve değişim analizinde mesafe ve zaman değişkenleri kullanılmaktadır. Mesafe değişkeni, her bir kesit için referans hattının başlangıcından kıyı çizgilerini kestiği noktaya kadar olan mesafeyi belirtirken, zaman değişkeni ise kıyı çizgilerine ait yıl bilgisini temsil etmektedir. LRR istatistiksel yönteminde Least Square Estimate (LSE), Lower Confidence Interval (LCI) ve korelasyon katsayısı gibi belirsizliklerde hesaplanır. Bu istatistiksel değerler, regresyon oranı doğruluğunu değerlendirmek için kullanılır. Lineer doğrunun eğimi, Eşitlik (3.4)'e göre hesaplanmaktadır.

$$y = mx + b \quad (3.4)$$

m = doğrunun eğimi;

b = sabit bir değeri;

x = bağımsız değişkeni;

y = bağımlı değişkeni;

belirtmektedir.

LRR yöntemi, kabul edilen istatistiksel bir yöntem kullanarak potansiyel rastgele hatayı en aza indirdiği ve çalışmada var olan tüm kıyı çizgi verilerini kullandığı için diğer kıyı değişim oranı hesaplama yöntemlerine göre daha hassas bir yöntemdir. LRR yönteminin avantajları; çalışmada kullanılan tüm kıyı çizgisi verileri hesaba katılmakta, böylece potansiyel hatalı verilerin etkisi en aza indirilmektedir, yöntem önceden kabul edilmiş istatistiksel bir yönetime dayanmaktadır, yöntemin kullanılması ve anlaşılması kolay olup basit bir hesaplamadan ibarettir. Regresyon çizgisinin doğruluğunu ölçmek ve verilerin varyansını tahmin etmek için bir dizi istatistiksel yöntem mevcuttur (Dolan ve ark., 1991; Thieler ve ark., 2009).

Bununla birlikte, doğrusal regresyon yöntemi ile ilgili temel sorunlardan biri, kıyı çizgisi konumları kümелendiğinde bazı tarihlerin regresyon üzerinde diğerlerinden daha fazla etkiye sahip olmasıdır. Örneğin, uzun dönemli kıyı çizgisi değişim analizinde eski tarihli bir veri, yeni tarihli birçok veri var ise analiz sonucu doğruluğu güvenilir olmaz. Bu yüzden kıyı çizgisi değişim analizlerinde, kıyı çizgisi veri setleri tarihlerinin olabildiğince eş zamanlı dağılması gerekmektedir.

3.4.6. Gelecekteki kıyı çizgisi konumunun tahmin edilmesi

Kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesi, BKAY kapsamında yürütülecek uzun dönemli kıyı planlama çalışmalarında ve kıyı yönetiminde etkili kararlar alınmasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesi, kıyı erozyon ve birikim süreçleri etkisinin bölgede meydana getireceği zararları en aza indirme olanağı sağlayacaktır. Ancak, dinamik bir jeomorfolojik özellik olan kıyı çizgisinin gelecekteki konumunu kestirmek basit değildir. Bu nedenle, geçmiş ve güncel kıyı çizgisi konumunun belirlenmesi, kompleks morfolojik etkiler dikkate alınmadan geçmiş yıllara ait kıyı çizgisi verileri kullanılarak hesaplanan aşınma ve birikme oranlarının yıllık ortalamasının doğrusal bir eğilime dönüştürülmesi ile gerçekleştirilmektedir (Douglas ve ark., 1998; Davidson ve ark., 2010). Bu sebeple, geçmiş yıllara ait kıyı çizgisi değişim değerlerinin belirlenmesi, kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesinde büyük önem taşımaktadır (Fenster ve ark., 1993). Kıyı çizgisi gelecekteki konumunun tahmin edilmesi, tüm kıyı bölgeleri planlama ve yönetim çalışmaları için önemli olsa da yükseltisi ve eğimi düşük, ekolojik açıdan kırılgan olan delta kıyılarının sürdürülebilirliği açısından büyük öneme sahip olduğu aşîkârdır.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde; kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi üzerine oldukça fazla araştırma bulunmasına karşın (Ricchetti ve ark., 2004; Kuleli ve ark., 2011; Duru, 2017; Ghaderi ve Rahbani, 2020), kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesine yönelik sınırlı araştırma bulunmaktadır. Bu sınırlı sayıdaki araştırmalardan bir kısmı kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesinde farklı yöntemlerin geliştirilmesine yönelik iken (Fenster ve ark., 1993; Crowel ve ark., 1997; Davidson ve ark., 2010; Long ve Plant, 2012) bir kısmı da gelecekteki kıyı çizgisi konumunun tahmin edilmesine yöneliktir (Douglas ve ark., 1998; Douglas ve Crowel, 2000; Srivastava ve ark., 2005; Santra ve ark., 2011; Nandi ve ark., 2016; Basiouny ve ark., 2017; Ciritci ve Türk, 2020).

Kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesine yönelik kullanılan birkaç yöntem (EPR, LR, AOR, JK, Kalman Filtresi) vardır. Bu yöntemler arasında EPR, LR ve Kalman Filtresi tabanlı tahmin modelleri en basit ve kullanışlı yöntemlerdir. EPR modeli temelde geçmişteki değişim oranı verilerini kullanarak gelecekteki kıyı çizgisi konumunu tahmin ederken, LR modeli, uzun dönemli kıyı çizgisi verilerini kullanarak kısa dönemli değişimleri tahmin etmek için temel doğrusal

tahmin yöntemine dayanmaktadır (Nandi ve ark., 2016). Kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesinde kullanılan Kalman Filtresi (Kalman, 1960) modeli, geçmiş kıyı çizgisi konum verilerine dayalı olarak gelecekteki (10 veya 20 yıl) kıyı çizgisi konum tahminlerinin yapılmasına olanak sağlayan, DSAS yazılımına entegre edilmiş bir hesaplama modülüdür. Bu hesaplama, Long ve Plant (2012) tarafından geliştirilen genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilir. Kalman Filtresi, modellenen bir sistemin önceki verilerine göre geleceği tahmin eden bir filtredir (Ciritci ve Türk, 2020). Bu yöntem, bir filtreden daha çok bir tahmin yöntemi olarak düşünülebilir. Kalman Filtresi yaklaşımı, DSAS eklentisi tarafından hesaplanan LRR ve en eski ölçüm tarihini baz alarak başlar ve başka bir kıyı çizgisi gözlemi ile karşılaşana kadar her ardışık zaman adımı için kıyı konumunu tahmin etmektedir. Model bir kıyı çizgisi gözlemi ile karşılaştığında, Kalman Filtresi tahmini iyileştirmek amacıyla modellenen ve gözlemlenen kıyı çizgisi konumları arasındaki hatayı en aza indirmek için bir analiz gerçekleştirir (Long ve Plant, 2012). Analiz sonucu, her bir gözlem tarihine ulaşıncaya kadar kıyı konumunu tahmin etmek için kullanılır ve gözlemle karşılaştığında model üzerinde güncelleme yapılmaktadır. Bu işlem, istenen tahmin tarihine ulaşılan kadar tekrar eder. Genişletilmiş Kalman Filtresi, gelecekteki kıyı çizgisi konum tahminini ölçüm ve işlem gürültüsü kombinasyonuna dayalı olarak optimize etmektedir. Ölçüm hatası, analizde kullanılan her bir kıyı çizgisi verisi ile ilişkili kıyı çizgisi belirsizliği (shoreline uncertainty) kullanılarak tahmin edilir. Bu yöntem, her bir kıyı çizgisi konumundaki çözülmemiş mevsimsel değişkeni içeren işlem gürültüsünü gidermeye çalışır. İşlem gürültüsü, başlangıçta DSAS tarafından hesaplanan LCI ve LSE'den tahmin edilmektedir.

Kıyı çizgisi verileri doğrusal bir formda olduğunda, genişletilmiş Kalman Filtresi tahmini geleceğe yönelik tahmin edilen doğrusal regresyon çizgisine benzemektedir. Ancak, kıyı çizgisi değişim oranının zaman içinde değiştiği durumlarda, genişletilmiş Kalman Filtresi yaklaşımı, oranın zaman içinde bir miktar değişmesine izin vererek, bu ayrışmayı uzun vadeli doğrusal regresyondan daha iyi modelleyebilmektedir. Oranın ne kadar değişmesi gerektiği birkaç faktöre bağlıdır. Long ve Plant (2012) tarafından geliştirilen bu yöntem, yöntemin doğrusal olmayan değişikliklere ne kadar duyarlı olduğunu değiştirmek için ayarlanabilen birkaç serbest parametreye sahiptir. Bu nedenle, bu tahmin etme modelinin tüm konumlar, veri türleri ve kıyı çizgisi değişim modelleri için ideal olmadığını bilmek önemlidir. Bu modelin gelecekteki kıyı çizgisi konumlarının tahmin edilmesinde kullanılmasına karar

verilirken kıyı çizgisi verilerinin özelliklerini ve sınırlamalarını dikkate almak gereklidir.

Geniştirilmiş Kalman Filtresi, DSAS eklentisi tarafından hesaplanan doğrusal regresyon oranı kullanılarak başlatılır. Bu yüzden araştırmacıların modeli kullanmadan önce LRR hesabını yapmış olması gerekmektedir. LRR yöntemi, üç veya daha fazla kıyı çizgisi verisi ile hesaplanabilirken, genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi en az dört kıyı çizgisi verisi kullanılarak hesaplama yapmaktadır. Bu model kullanılarak yapılan tahminler, deniz seviyesi yükselmesi ve insan müdahalesi gibi doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler kaynaklı etkileri içermemekle birlikte sadece dalga enerjisi kaynaklı değişimleri parametre olarak hesaba dahil etmektedir.

3.4.7. Veri setlerinin hazırlanması ve kıyı çizgisi göstergeleri

Tez çalışması kapsamında, Küçük Menderes Deltası kısa ve uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi, değişime sebep olan faktörlerin incelenmesi ve kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmin edilmesi amacıyla çalışma bölgesine ait veri envanteri araştırılmıştır. Kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi çalışmalarında potansiyel veri kaynakları arasında topografik haritalar, tarihi hava fotoğrafları, ortofoto haritalar, uydu görüntüleri ve saha ölçümleri yer almaktadır. Kıyı çizgisi değişimi çalışmalarında hangi verilerin kullanılacağına seçimi genellikle verilerin mevcudiyetine ve çalışmanın kapsamına göre belirlenmektedir. Bu tez çalışması kapsamında, veri kaynağı olarak HGM'den temin edilen ortofoto haritalar kullanılmıştır. Veri kaynağı olarak ortofoto haritaların seçilmesinde; yüksek piksel çözünürlüğü, yükseklik bilgisi ve geniş kapsama alanına sahip olması, küçük ve orta ölçekli alanlarda hızlı ve ekonomik veri kaynağı olarak birçok araştırmada (Romine ve ark., 2009; BaMasoud ve Byrne, 2011; Ford, 2013; Bayram ve ark., 2015) yaygın olarak kullanılması, TUCBS kapsamında ücretsiz temin edilmesi ve uydu görüntülerine göre daha eski zamanlı veri setine ulaşılabilmesi etkili olmuştur. Çalışma alanına ait tarihi ve güncel ortofoto harita bilgisine <https://geoportal.harita.gov.tr/> adresinden ulaşılmış ve temin edilecek ortofoto harita dönemlerine karar verilmiştir. Bu kapsamda 1957, 1964, 1972 ve 1993 yıllarına ait tarihi (siyah/beyaz) ortofoto haritalar ile 2009, 2018 ve 2020 yıllarına ait güncel (renkli) ortofoto haritalar ECW formatında ve Coğrafi-Word Geodetic System (WGS84) sistemine göre referanslandırılmış olarak elde edilmiştir. Ortofoto haritaların kıyı çizgisi değişimi analizlerinde kullanılabilmesi için koordinat

dönüşümü çalışması uygulanarak Evrensel Merkatör (UTM) projeksiyon sistemi (Bölge 35 Kuzey) ve WGS84 datumuna dönüştürülmüştür.

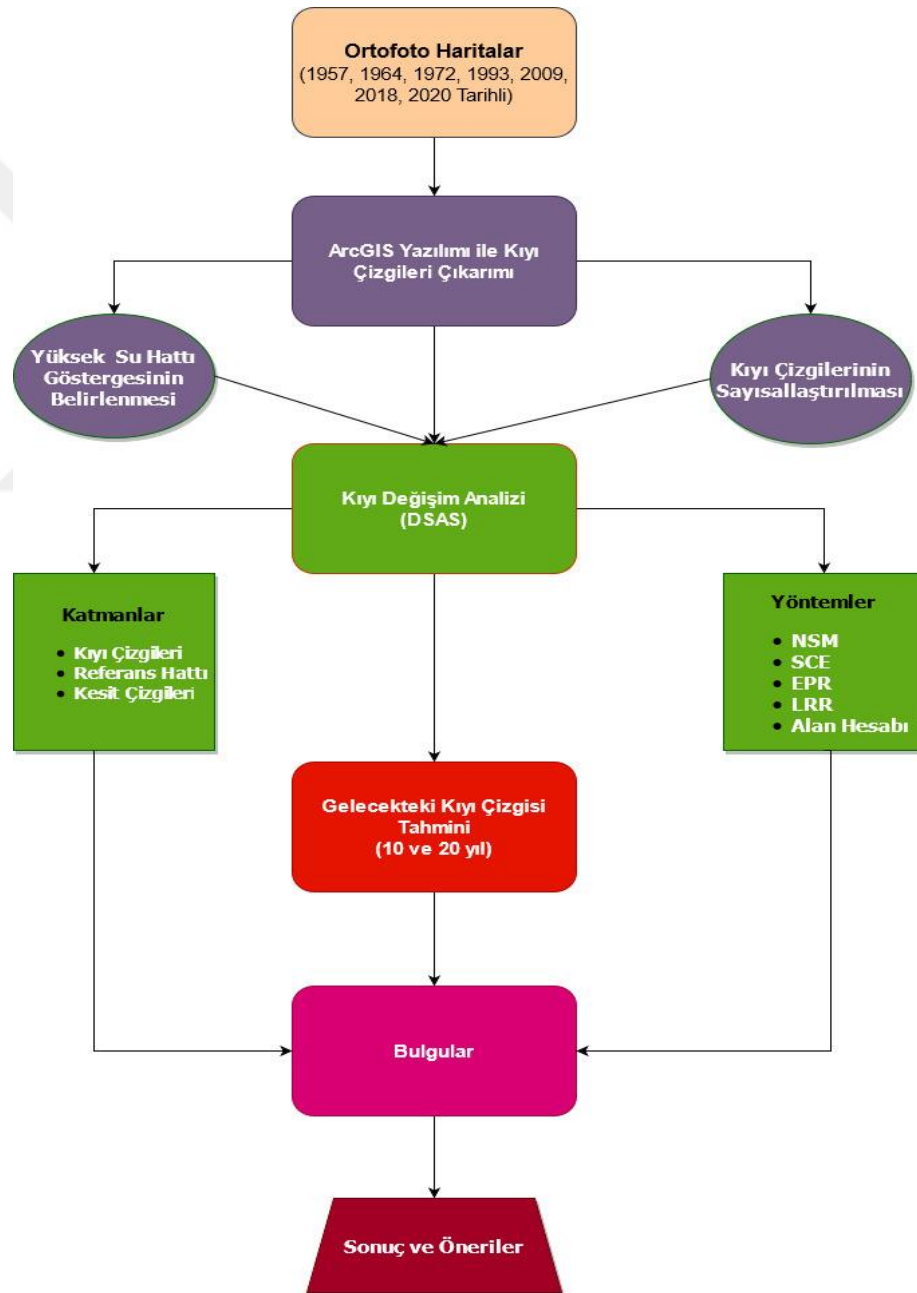
Ortofoto haritalar ve uydu görüntüleri kullanılarak kıyı çizgisi elde edilmesinde birbirinden farklı birçok yöntem vardır. En yaygın yöntemler; bant oranlama, kenar algılama, histogram eşitleme, sayısallaştırma, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma, otomatik kıyı çizgisi çıkarımı, normalize edilmiş fark su indeksi, yapay sinir ağları ve rastgele orman algoritması yöntemleridir (Alesheikh ve ark., 2007; El-Asmar ve Hereher, 2011; Liu, 2004; El Banna ve Hereher, 2009; Kumar ve ark., 2010; Bagli ve Soille, 2003; Kılar ve Çiçek, 2018). Bu tez çalışması kapsamında, ortofoto haritalardan kıyı çizgisi çıkarımı, “sayısallaştırma” yöntemi uygulanarak yapılmıştır. Sayısallaştırma yönteminin tercih edilmesinin nedeni, ortofoto haritaların yüksek çözünürlük değerlerine (0.30 ile 1.00 m arası) sahip olması ve bu sayede kara ve su sınırının net olarak ayırt edilebilmesidir.

Zamansal kıyı çizgisi değişimi çalışmalarında değişimin hesaplanmasında kullanılan verilerin güvenilirliği, temel bir konudur. Kıyı çizgisi değişimi analizlerindeki ilk adım, kıyı çizgisi konumunu mümkün olduğunca doğru bir şekilde tespit etmektir. Bu yüzden kıyı araştırmacıları, kıyı çizgisi konumunu belirlerken kıyı çizgisinin dinamik doğası nedeniyle kıyı çizgisi göstergelerinin/belirteçlerinin kullanımını benimsemişlerdir. Kıyı çizgisi göstergesi, ‘gerçek’ kıyı çizgisi konumunu temsil etmek için kullanılan bir özelliktir.

Ortofoto haritalarda kıyı çizgisinin tanımlanması iki aşamada gerçekleşmektedir (Boak ve Turner, 2005). Bunlardan birincisi, bir kıyı çizgisi göstergesi özelliğinin tanımlanması iken, ikincisi ise mevcut veri kaynağı içerisinde bu kıyı çizgisi göstergesinin saptanmasıdır. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, hava fotoğrafları ve ortofoto haritalardan kıyı çizgisi konumunun belirlenmesinde kullanılan birçok gösterge yöntemi vardır. Bunlar; yüksek su hattı, düşük su hattı, yüksek gelgit hattı, ortalama yüksek su hattı, kumul hattı, bitki örtüsü hattı vb. göstergelerdir. Bu tez çalışması kapsamındaki tüm veri setlerinde kıyı çizgisi konumunu tanımlamak için ‘yüksek su hattı göstergesi’ (YSS) kullanılmıştır. YSS göstergesi, literatürde en yaygın kullanılan kıyı çizgisi göstergesidir (Fenster ve Dolan, 1999; Romine ve ark., 2009; Öztürk ve Sesli, 2015; Kannan ve ark., 2016; Muskananfolo ve ark., 2020; Niang, 2020). YSS göstergesi, son gelgit seviyesinin kumsalda bıraktığı ton değişikliği sınırı olarak ifade edilmektedir (Pajak ve Leatherman, 2002; Klemas, 2011). Bu gösterge, kuru kumsal ile kuru kumsaldan daha koyu görünen ıslak kumsal arasındaki kontrast farkı sayesinde

hava fotoğraflarından açıkça görülmektedir. Görsel olarak yorumlanabilen YSS, özellikle gelgit etkisinin az olduğu alanlardaki kıyı çizgisi değişimi araştırmalarında birçok araştırmacı tarafından kıyı çizgisi konumunun en iyi göstergesi olarak kabul edilmekte ve kullanılmaktadır (Crowell ve ark., 1991; Pajak ve Leatherman, 2002; Wernette ve ark., 2017).

Küçük Menderes Deltası kıyılarında meydana gelen zamansal kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmek ve gelecekteki kıyı çizgisi konumlarını tahmin etmek amacı ile izlenen yöntem şeması Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.9. İş akış diyagramı

3.4.8. Kıyı çizgisi belirsizlikleri ve hata kaynakları

Topografik haritalar, hava fotoğrafları ve ortofoto haritalar kullanılarak elde edilen kıyı çizgisi verilerinde belirsizlik ve hata kaynaklarının dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü çeşitli belirsizlik kaynakları, kıyı çizgisi konumlarının doğruluğunu ve nihai kıyı çizgisi değişim sonuçlarını etkilemektedir. Bu yüzden kıyı çizgisi değişimi çalışmalarında ilgili belirsizlik kaynaklarının belirlenmesi, titizlikle hesaplanması ve kıyı çizgisi değişim analizlerine dahil edilmesi kıyı çizgisi hareketindeki uzun zamanlı eğilimlerin belirlenmesi hedefine ulaşmak için oldukça önemlidir. Fletcher ve ark., (2003), Genz ve ark., (2007), Romine ve ark., (2009) yaptıkları çalışmalarda, hava fotoğrafları ve ortofoto haritalar kullanılarak kıyı çizgisi konumlarının çıkarılmasında mevcut ‘beş belirsizlik kaynağı olduğunu’ açıklamışlardır. Bu belirsizlik kaynakları; mevsimsel belirsizlik, gelgit dalgalanma belirsizliği, sayısallaştırma belirsizliği, piksel/çözünürlük belirsizliği ve ortorektifikasyon belirsizliğidir.

Mevsimsel belirsizlik (U_M); kıyı çizgisi konumunun yılın yaz ve kış mevsimi arasındaki farklılığından kaynaklanan belirsizliği vermektedir. Gelgit dalgalanma belirsizliği (U_G); yılın belirli zamanı gelgit dalgalanmalarından kaynaklanan kıyı çizgisi konumundaki değişimlerin sebep olduğu belirsizliktir. Sayısallaştırma belirsizliği (U_S); topografik haritalar ve ortofoto haritalardan kıyı çizgisi konumunun sayısallaştırılması işleminde operatör tarafından kaynaklanan belirsizlikler ile ilgilidir. Sayısallaştırma belirsizliği, aynı kıyı bölgesinin çok kez sayısallaştırılmasındaki değişkenlik ölçülerek hesaplanır. Bu yüzden her bir döneme ait kıyı çizgisi sayısallaştırma işlemi tek bir operatör tarafından ve en az 3 tekrarlı ölçüm ile yapılmalıdır (Anders ve Byrnes, 1991). Piksel belirsizliği (U_P); ortofoto haritaların çözünürlüğü (piksel boyutu) ile ilgilidir. Ortorektifikasyon belirsizliği (U_O); karekök ortalama hatası ile ilgilidir. Karekök ortalama hatası değerleri, bir hava fotoğrafındaki nokta ile yer kontrol noktaları arasındaki uyumsuzluğun ölçüleridir.

Bu belirsizlik kaynakları rastgele ve ilişkisizdir. Belirsizlik kaynağı değerleri kareleri toplamının karekökünün alınması ile toplam kıyı çizgisi konum belirsizliği (U_T) hesaplanmaktadır (Eşitlik 3.5).

$$U_T = \sqrt{U_M^2 + U_G^2 + U_S^2 + U_P^2 + U_O^2} \quad (3.5)$$

Belirsizlik, kıyı çizgisi değişim oranı içinde hesaplanmaktadır. EPR yöntemi kullanılarak hesaplanan kıyı çizgisi değişim oranındaki her bir kesitin belirsizliği, her iki yıla ait toplam kıyı çizgisi konum belirsizliği değerlerinin kareleri toplamı karekökünün iki kıyı çizgisi tarihi arasındaki zaman farkına bölünmesi ile elde edilmektedir (Hapke ve ark., 2010; Niang, 2020). Kıyı çizgisi değişim oranı belirsizliği Eşitlik 3.6 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$U_{yo} = \frac{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}}{Y_{il_2} - Y_{il_1}} \quad (3.6)$$

U_{yo} : Yıllık değişim oranı belirsizliği,

U_1, U_2 : İlk ve son yıla ait toplam kıyı çizgisi konum belirsizliği

Ford (2013), Qiao ve ark. (2018), Niang (2020) araştırmalarında, kıyı çizgisi konum belirsizliğini hesaplarken mevcut 3 belirsizlik kaynağını (sayısallaştırma, piksel, ortoretrifikasyon) kullanmıştır. Bu tez çalışması kapsamında da kıyı çizgisi konumsal belirsizliği hesaplanırken, bu belirsizlik kaynaklarının üçü dikkate alınmıştır. Mevsimsel ve gelgit dalgalanma belirsizliği ihmal edilmiştir. Mevsimsel ve gelgit dalgalanma belirsizliğinin ihmal edilmesinin nedeni “kullanılan ortofoto haritaların yılın aynı mevsiminde elde edilmiş olması ve çalışma alanındaki gelgit aralığının düşük olmasından” kaynaklanmaktadır (Gökçen ve ark., 1990; Özpolat ve Demir, 2019). Çalışmadaki piksel ve ortoretrifikasyon belirsizliği değerlerine <https://geoportal.harita.gov.tr/> adresinden ulaşılmıştır. Çalışmada kullanılan ortofoto haritaların piksel belirsizliği, 0.30 m ile 1.00 m arasında değişmektedir. Her bir ortofoto harita için hesaplanan retrifikasyon belirsizliğinin 2 m ile 10 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sayısallaştırma belirsizliği, her bir döneme ait kıyı çizgisi aynı bölgesinin tek bir operatör tarafından farklı zamanlarda tekrarlanan sayısallaştırılmasının standart sapması olarak hesaplanmış ve 0.14 m ile 2.48 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada her döneme ait toplam kıyı çizgisi konum belirsizliği Eşitlik 3.7 kullanılarak hesaplanmış ve en yüksek kıyı çizgisi konum belirsizliği 1964 yılına ait ortofoto

haritada (10.32 m), en düşük kıyı çizgisi konum belirsizliği ise 2018 ve 2020 yıllarına ait ortofoto haritalarda (2.03 m) tespit edilmiştir.

$$U_T = \sqrt{U_S^2 + U_P^2 + U_O^2}$$

(3.7)

Her döneme ait sayısallaştırma, piksel ve ortoretrifikasyon belirsizlik değerleri, toplam kıyı çizgisi konum belirsizlik değerleri ve kıyı çizgisi değişim oranı belirsizliği (63 yıl) Çizelge 3.8’de verilmiştir.

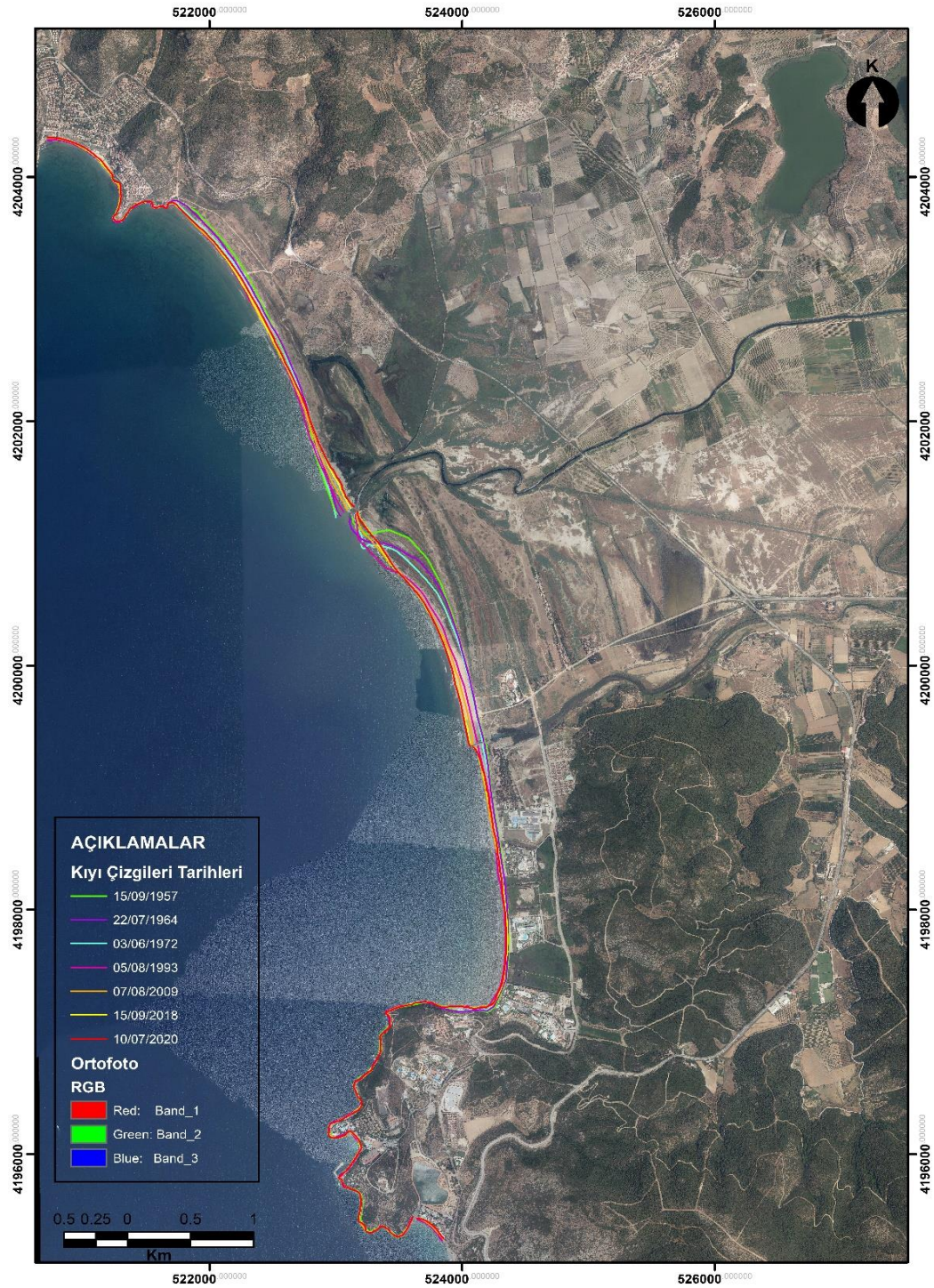
Çizelge 3.8. Kıyı çizgileri konum belirsizliği

Konumsal Belirsizlik	1957	1964	1972	1993	2009	2018	2020
Ortoretrifikasyon Belirsizliği (U_o)	±10m	±10m	±10m	±10m	±2m	±2m	±2m
Sayısallaştırma Belirsizliği (U_s)	±0.82m	±2.48m	±0.64m	±0.47m	±0.18m	0.17m	±0.14m
Piksel Belirsizliği (U_p)	±1.00m	±0.60m	±0.40m	±0.70m	±0.45m	±0.30m	±0.30m
Toplam Kıyı Çizgisi Konum Belirsizliği (U_T)	±10.08m	±10.32m	±10.03m	±10.04m	±2.06m	±2.03m	±2.03m
Yıllık Belirsizlik (63 Yıl)	0.163 m/yıl						

3.4.9. Kıyı çizgileri çıkarımı ve zamansal değişim analizleri

Kıyı çizgisi gösterge özelliği olarak YSS seçilip, her bir döneme ait kıyı çizgisi konumsal belirsizlik hesapları yapıldıktan sonra kıyı çizgilerinin sayısallaştırılması işlem adımını geçilmiştir. Kıyı çizgilerinin sayısallaştırılması işlem adımı, ilk olarak ArcGIS yazılımı ile her bir dönemdeki kıyı çizgisine ait UTM (Bölge 35 Kuzey) projeksiyonu, WGS84 datumunda çizgi tipi şekil dosyaları (shapefile) oluşturulmuştur. Kıyı çizgisi şekil dosyaları, 5 öznitelik alanından oluşmaktadır. Bunlar; nesne kimliği, şekil, şekil uzunluğu, kıyı çizgisi tarih bilgisi ve belirsizlik değeri alanlarıdır. Her bir döneme ait şekil dosyası oluşturulduktan sonra, kıyı çizgilerinin tespit edilmesi ve sayısallaştırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Değişim analizlerinin yapılabilmesi için tüm kıyı çizgisi şekil dosyaları tek bir şekil dosyasında birleştirilmiştir. Şekil 3.10, her

bir döneme ait kıyı çizgisi verisini göstermektedir. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin belirlenebilmesi için referans hattı (baseline) oluşturulmalıdır. Uygulayıcı, referans hattının deniz veya kara tarafında mı oluşturulması gerektiğine karar vermesi gerekmektedir. Bu çalışmada, tampon analizi yapılarak “kıyı çizgilerine deniz yönünde ve yaklaşık 150 m uzaklıkta” referans hattı oluşturulmuştur.



Şekil 3.10. Tüm kıyı çizgilerini gösterir harita

Bu çalışmadaki uzun dönemli (1957-2020) kıyı çizgisi değişimi analizinde; NSM, SCE, EPR ve LRR istatistiksel yöntemleri; kısa dönemli (1957-1964, 1964-1972, 1972-1993, 1993-2009, 2009-2018, 2018-2020) kıyı çizgisi değişim analizlerinde ise NSM ve EPR istatistiksel yöntemleri kullanılmıştır. Uzun dönemli kıyı çizgisi değişim analizleri, minimum 7 kıyı çizgisini kesen kesitler için hesaplanmıştır. Çalışmadaki tüm istatistiksel yöntemler %95 güven aralığında analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarında pozitif değerler kıyı çizgisinin denize doğru ilerlemesini (birikim), negatif değerler ise kıyı çizgisinin karaya doğru gerilemesini (erozyon) belirtmektedir. Çalışmada EPR ve LRR istatistiksel sonuçları, 5 sınıfa ayrılarak haritalanmıştır. Bu sınıflar; yüksek erozyon (< -1 m/yıl), düşük erozyon (-1 ile -0.25 m/yıl), sabit (-0.25 ile 0.25 m/yıl), düşük birikim (0.25 ile 1 m/yıl), yüksek birikim (>1 m/yıl) belirtmektedir (Oyedotun, 2014; Kermani vd., 2016; Nassar vd., 2018).

Zamansal kıyı çizgisi değişim araştırmalarında, kıyı çizgisi değişim mesafeleri ve oranlarının hesaplanmasının yanı sıra erozyon sonucu kaybedilen ve birikim sonucu kazanılan toprak miktarı da hesaplanmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Küçük Menderes Deltası'nın uzun dönemli ve kısa dönemli toprak kaybı ve kazanımlarının hesaplanabilmesi için poligon alanları farkından yararlanılmıştır. Kısa dönemli alansal değişim analizinde, poligon alanları farkları alınarak çalışma alanına ait toplam alansal değişim hektar biriminde hesaplanmıştır. Uzun dönemli değişimde ise poligon alanları hesaplanarak bölgeye ait toprak kayıpları ve kazanımları hektar biriminde hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, toplam alansal değişimin aradan geçen zaman farkına bölünmesi ile erozyon/birikim oranı ha/yıl biriminde hesaplanmıştır.

Çalışmanın son aşamasında, Küçük Menderes Deltası'nın 2030 ve 2040 yıllarına ait gelecek kıyı çizgisi konumları ve belirsizlik değerleri DSAS aracının, genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

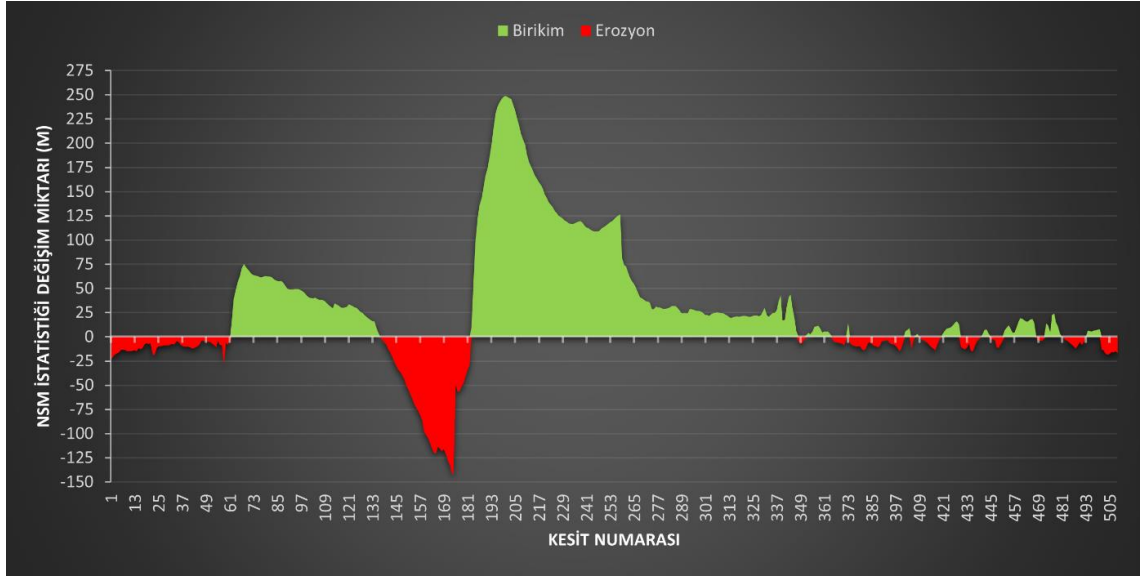
4.1. Araştırmanın Sonuçları

Bu bölümde, ilk olarak uzun dönemli (1957-2020) kıyı çizgisi değişimleri tespit edilmiştir. İkinci bölümde, çalışma sahasının kısa dönemli kıyı çizgisi değişimleri, eldeki diğer verilerin tarih sırasına göre ikili setler (eski/güncel) halinde düzenlenmesi ile belirlenmiştir. Üçüncü bölümde, çalışma dönemi süresince kazanılan ve kaybedilen toprak miktarı hesaplanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise ‘genişletilmiş Kalman Filtresi istatistiksel yöntemi’ uygulanarak Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin 2030 ve 2040 yıllarındaki konumu tahmin edilmiştir.

4.1.1. Uzun dönemli kıyı çizgisi değişimleri

Küçük Menderes Deltası uzun dönemli (1957-2020) kıyı çizgisi değişimi analizinde, kuzey-güney doğrultusunda 509 adet kesit üretilmiştir. Çalışma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -142.37 ile 248.99 m değerleri arasında olduğu ve ortalama 26.66 m değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bu dönemde kıyı çizgisi ilerlemesi en fazla 70.00 ile 248.99 m değerleri arasında ve Eleman Bataklığı kıyılarında, güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında ve Pamucak sahilinde, kıyı çizgisi gerilemesinin ise -70.00 ile -142.37 m değerleri arasında ve Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

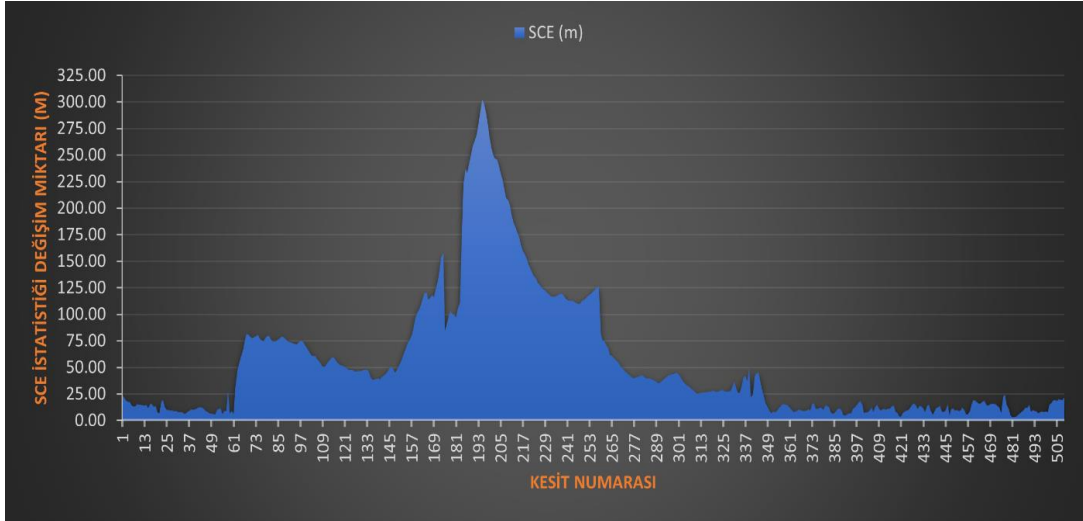
Çalışma sahası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 185 ve 261 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 153 m değerinde olduğu; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 156 ve 174 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama -111 m değerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1)



Şekil 4.1. 1957-2020 dönemi NSM grafiği

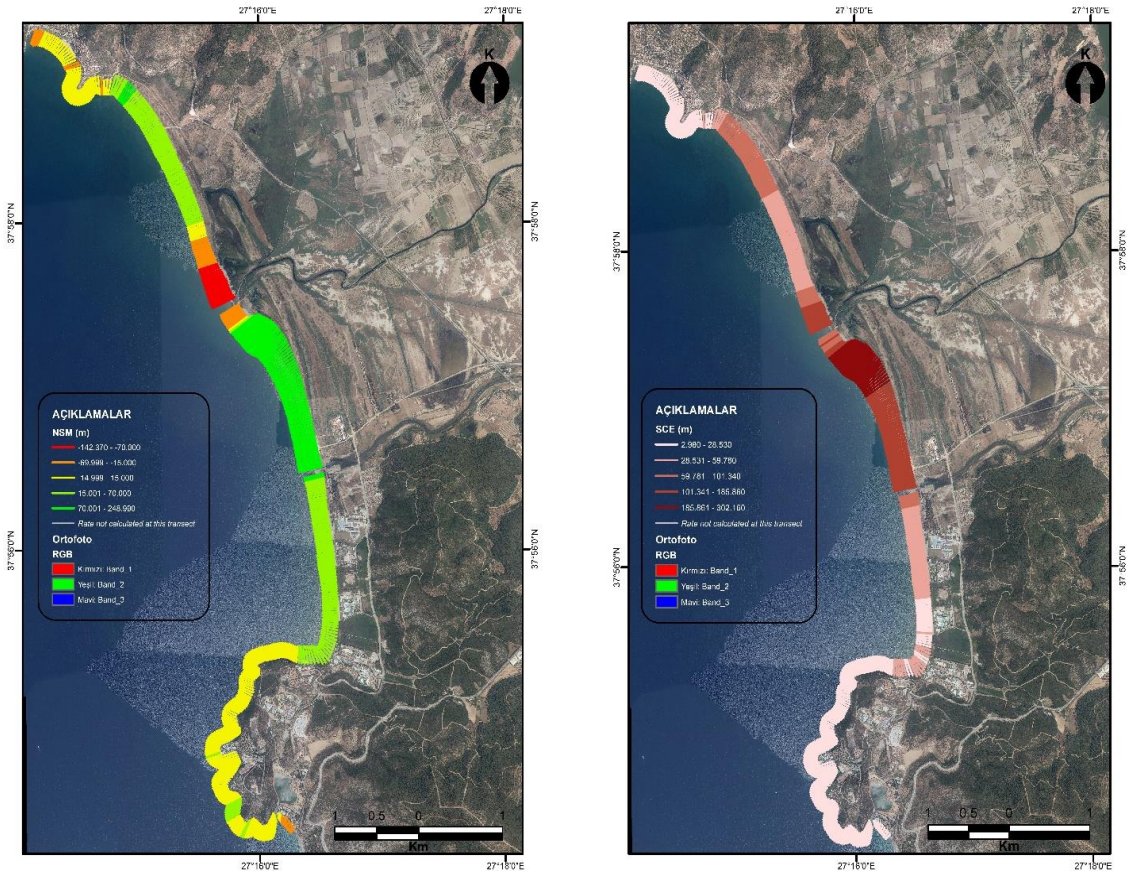
Çalışma sahası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin SCE istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda, referans hattına en uzak ile en yakın kıyı çizgisi arasındaki maksimum mesafenin 185.86 ile 302.16 m değerleri arasında değiştiği ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında olduğu; minimum mesafenin ise 2.98 ile 28.53 m değerleri arasında değiştiği ve çalışma sahasının sert kayalık ve uçurum kıyılarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3) SCE istatistiği ortalama değeri 54.45 m olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çalışma sahasının SCE grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda maksimum mesafenin 185 ve 212 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 246 m değerinde olduğu; minimum mesafenin ise 347 ve 509 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 11 m değerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2. 1957-2020 dönemi SCE grafiği

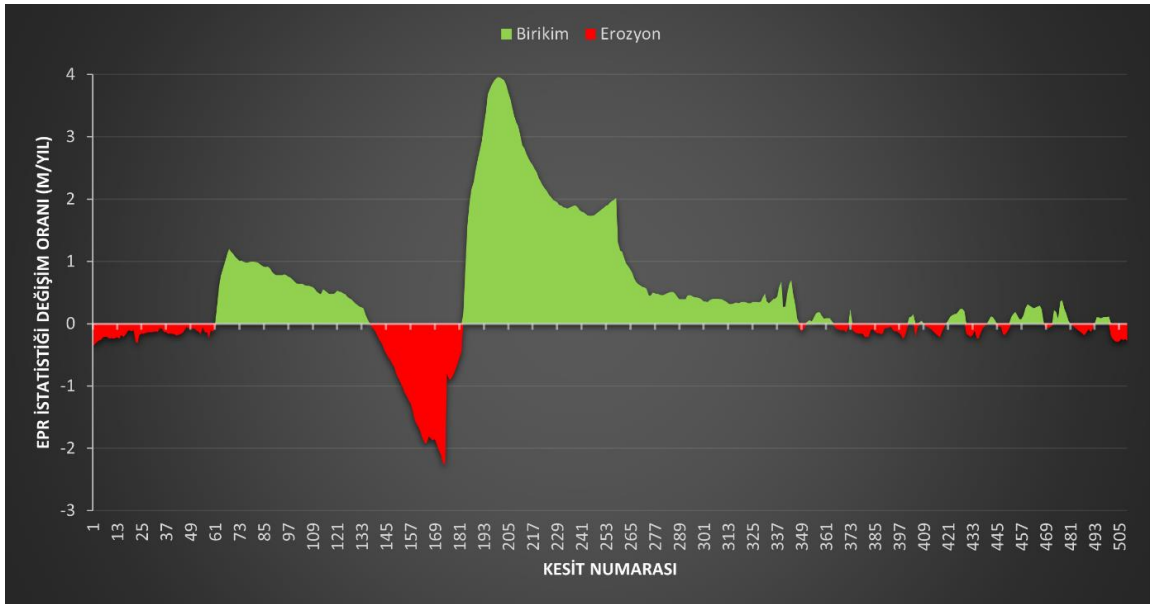
Şekil 4.3, NSM ve SCE istatistiğine göre Küçük Menderes Deltası uzun dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 4.3. NSM ve SCE istatistiğine göre 1957-2020 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Küçük Menderes Deltası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin EPR istatistiğine göre değerlendirilmesi durumunda kıyı çizgisi değişim oranının -2.27 ile 3.96 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama 0.42 m/yıl değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1) 1957 ve 2020 yılları arasında çalışma sahasının birikim yöneliminde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Çalışmada, EPR istatistik sonuçlar 5 kategoriye ayrılmıştır; yüksek erozyon (< -1 m/yıl), düşük erozyon (-1 ile -0.25 m/yıl), sabit (-0.25 ile 0.25 m/yıl), düşük birikim (0.25 ile 1 m/yıl), yüksek birikim (>1 m/yıl) belirtmektedir (Oyedotun, 2014; Kermani vd., 2016; Nassar vd., 2018). EPR istatistiğine göre bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -2.27 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranı ise 1.00 ile 3.96 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında ve Pamucak sahilinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Çalışma sahası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 153 ile 174 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama -1.70 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 66 ile 75 ve 185 ile 262 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 1.75 m/yıl değerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4)

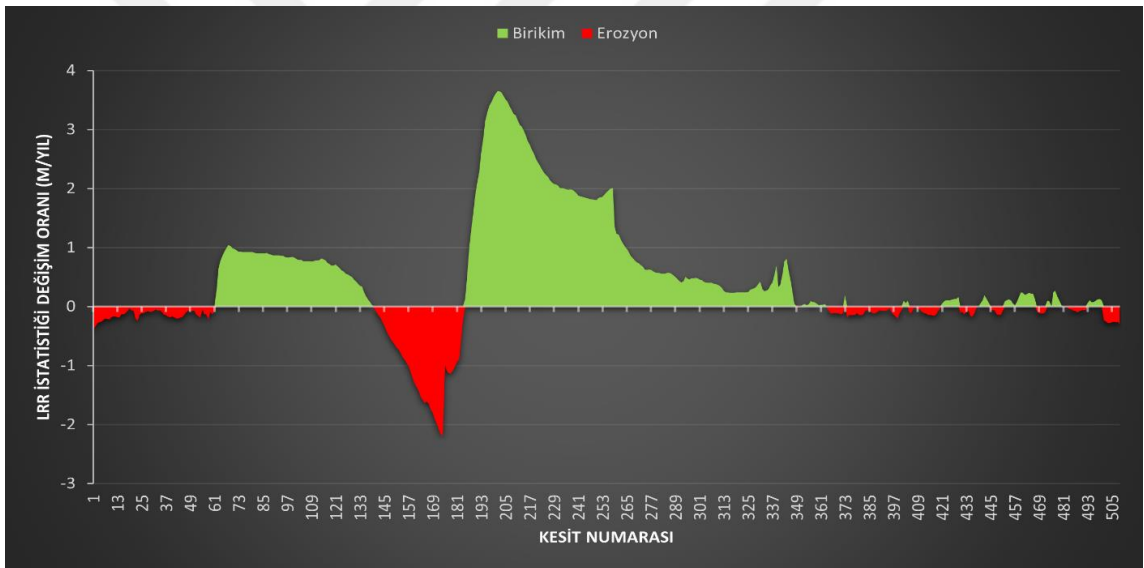


Şekil 4.4. 1957-2020 dönemi EPR grafiği

Çalışma sahası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin LRR istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda 63 yıllık kıyı çizgisi değişim oranının -2.19 ile 3.65 m/yıl değerleri arasında ve ortalama 0.43 m/yıl değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

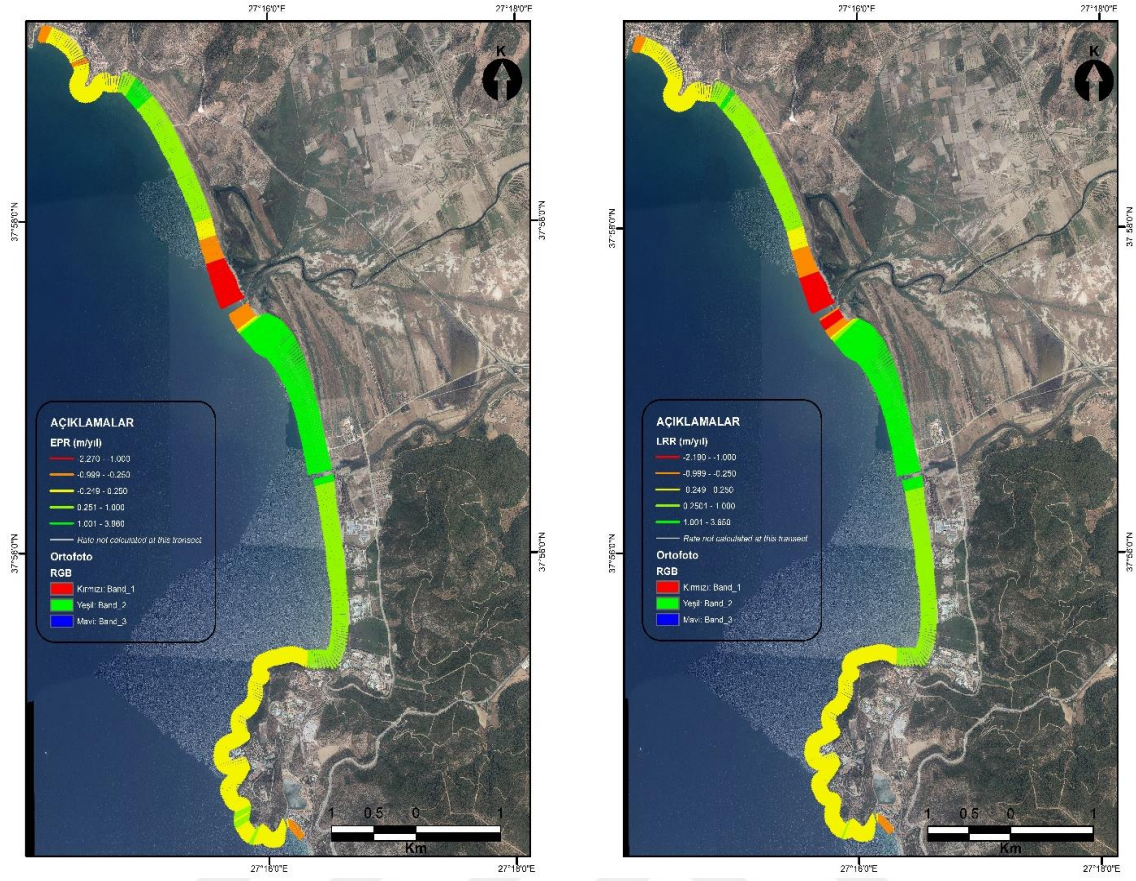
Çalışmada, LRR istatistik sonuçları 5 kategoriye ayrılmıştır; yüksek erozyon (< -1 m/yıl), düşük erozyon (-1 ile -0.25 m/yıl), sabit (-0.25 ile 0.25 m/yıl), düşük birikim (0.25 ile 1 m/yıl), yüksek birikim (>1 m/yıl) belirtmektedir (Oyedotun, 2014; Kermani vd., 2016; Nassar vd., 2018). LRR istatistiğine göre kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -2.19 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranı ise 1.00 ile 3.65 m/yıl değerleri arasında güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Çalışma sahasının LRR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 157 ile 180 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama -1.49 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 186 ile 264 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 2.34 m/yıl değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.5).



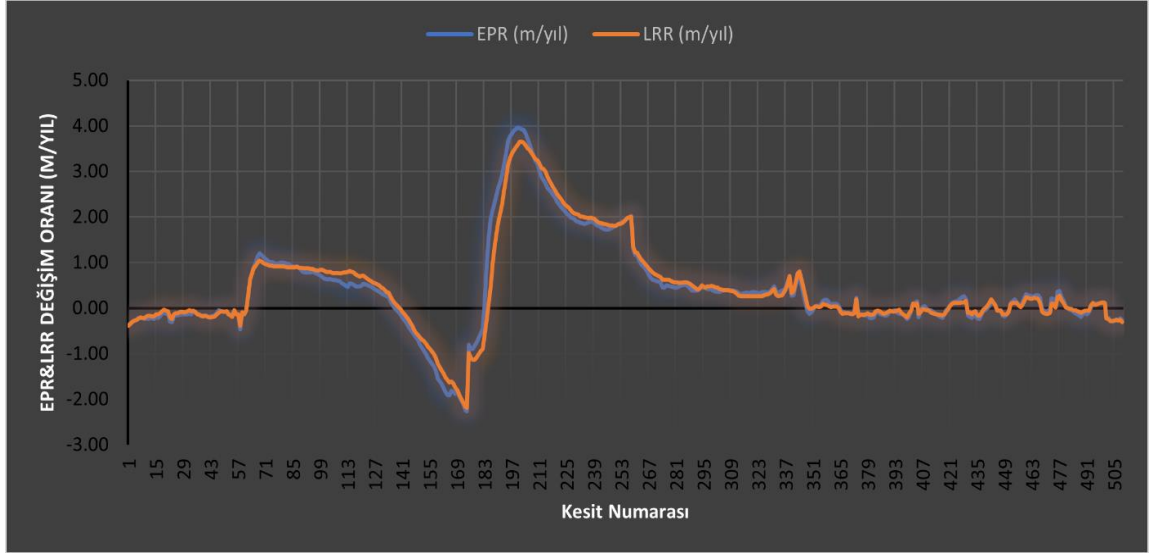
Şekil 4.5. 1957-2020 dönemi LRR grafiği

Şekil 4.6, EPR ve LRR istatistiğine göre Küçük Menderes Deltası uzun dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.

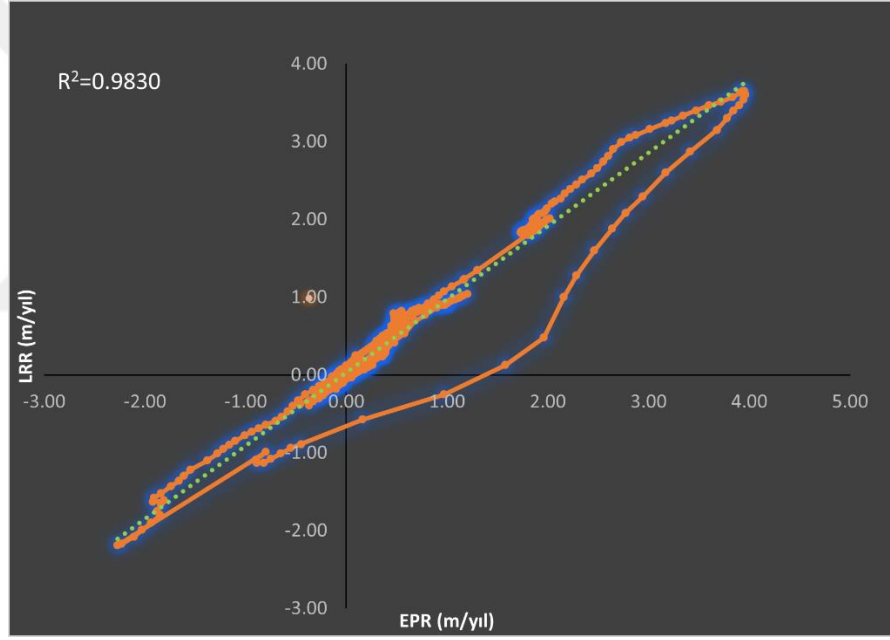


Şekil 4.6. EPR ve LRR istatistiğine göre 1957-2020 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çalışma sahası 63 yıllık kıyı çizgisi değişiminin EPR ve LRR istatistiksel yöntemlerine göre değerlendirilmesinin karşılaştırılmasında, iki yöntem arasında yüksek korelasyon (%98.30) olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak, EPR yöntemi ile 63 yıllık süreç içerisindeki ortalama değişim oranı 0.42 m/yıl hesaplanırken, LRR yöntemi ile bu ortalama değişim oranı 0.43 m/yıl olarak hesaplanmış ve yöntemlerin yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Her iki istatistiksel yöntemde de en yüksek erozyon ve birikim oranına sahip kesit hatları konumunun hemen hemen birbiri ile aynı bölgede olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.7, Küçük Menderes Deltası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin EPR ve LRR grafiği karşılaştırmasını gösterirken; Şekil 4.8, iki yöntem arasındaki korelasyon grafiği ve oranını göstermektedir.



Şekil 4.7. Uzun dönemli kıyı çizgisi değişimi analizinde EPR ve LRR istatistikleri karşılaştırması



Şekil 4.8. Uzun dönemli kıyı çizgisi değişim analizinde EPR ve LRR istatistikleri korelasyonu

Çizelge 4.1, Küçük Menderes Deltası uzun dönemli kıyı çizgisi değişiminin NSM, SCE, EPR ve LRR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

Çizelge 4.1. 1957-2020 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

	1957-2020			
	NSM (m)	SCE (m)	EPR (m/yıl)	LRR (m/yıl)
Ortalama	26.66	54.45	0.42	0.43
Minimum	-142.37	2.98	-2.27	-2.19
Maksimum	248.99	302.16	3.96	3.65
Standart Sapma	65.55	61.23	1.04	1.00

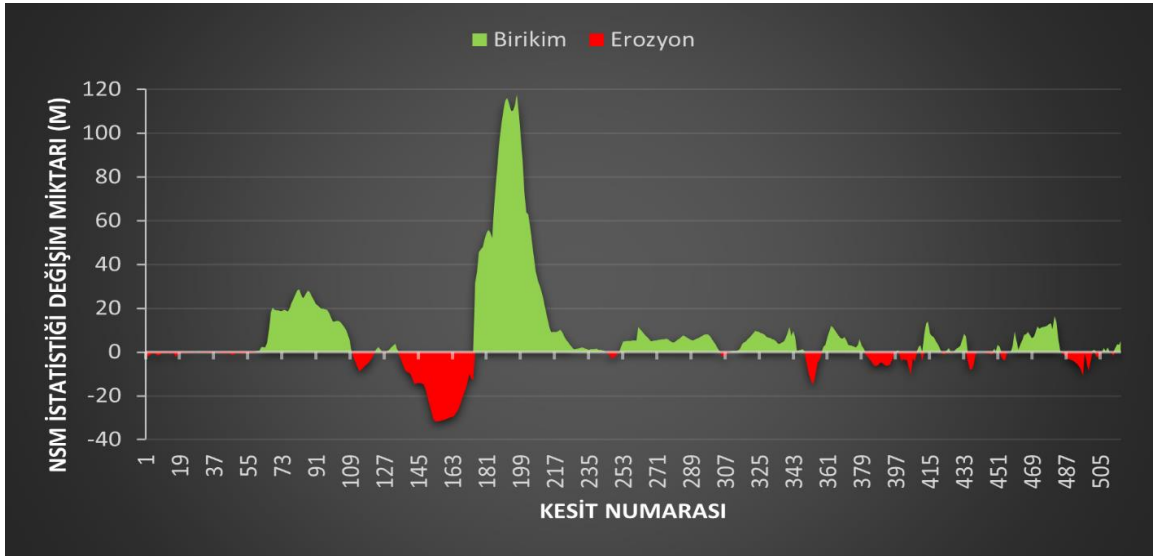
4.1.2. Kısa dönemli kıyı çizgisi değişimleri

Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişimi analizlerinde, NSM ve EPR istatistiksel yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada, EPR istatistik sonuçları 5 kategoriye ayrılarak değerlendirilmiştir. Bunlar; yüksek erozyon (< -1 m/yıl), düşük erozyon (-1 ile -0.25 m/yıl), sabit (-0.25 ile 0.25 m/yıl), düşük birikim (0.25 ile 1 m/yıl), yüksek birikim (>1 m/yıl) belirtmektedir (Oyedotun, 2014; Kermani vd., 2016; Nassar vd., 2018).

4.1.2.1. 1957-1964 yılları arası kıyı çizgisi değişimi

1957 ve 1964 yılları arası Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi değişimi analizinde, kuzey-güney doğrultusunda toplam 517 adet kesit üretilmiştir. Çalışma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -31.65 ile 117.72 m değerleri arasında gerçekleştiği ve ortalama 6.68 m değerinde değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Bu 7 yıllık süreçte kıyı çizgisi ilerlemesi en fazla 7.00 ile 117.72 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise -7.00 ile -31.65 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzının kuzeyi ile çalışma sahası güneyinde iskele yapımının olduğu alanda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.11).

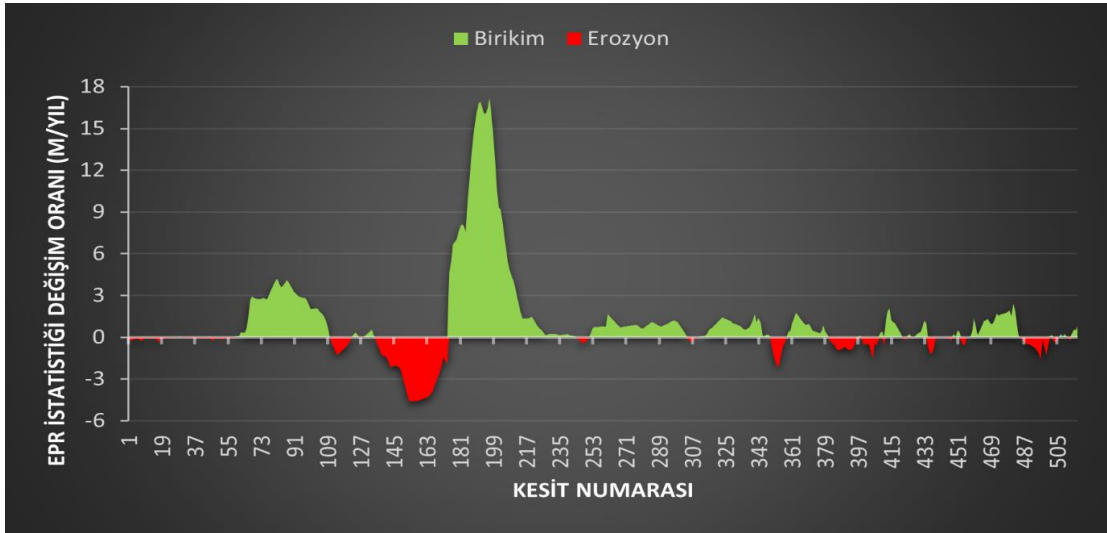
1957 ve 1964 yılları arasındaki değişimin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 66 ile 108 , 176 ile 223 ve 466 ile 483 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 29.10 m değerinde gerçekleştiği; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 138 ile 174 , 352 ile 356 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -16.36 m değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.9)



Şekil 4.9. 1957-1964 dönemi NSM grafiği

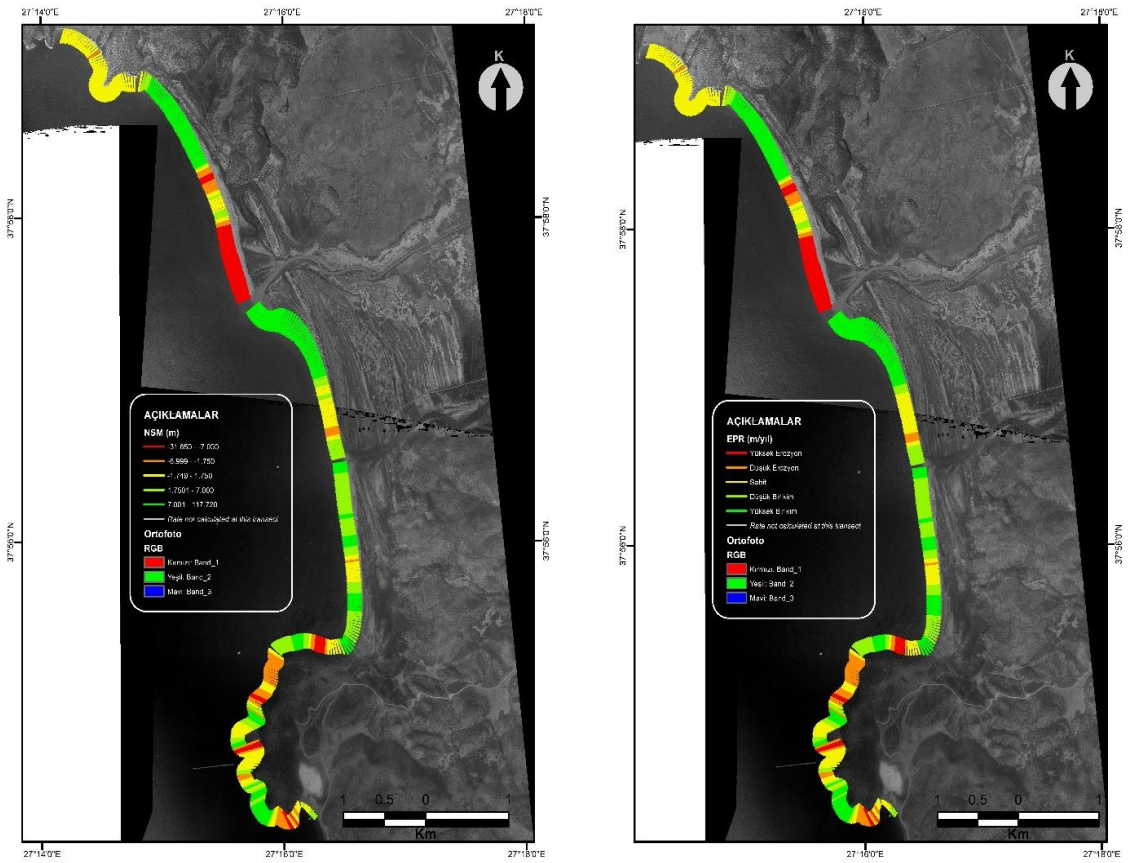
Çalışma sahasının EPR istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişim oranının -4.62 ile 17.18 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama 0.97 m/yıl değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). 1957 ve 1964 yılları arasında araştırma sahası genelinde birikim meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -4.62 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzının kuzeyinde gerçekleştiği; kıyı çizgisi birikim oranının ise 1.00 ile 17.18 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.11).

1957 ve 1964 yılları arasındaki değişimin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 138 ile 174 ve 352 ile 357 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -2.39 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 66 ile 108 ve 176 ile 223 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 5.60 m/yıl değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. 1957-1964 dönemi EPR grafiği

Şekil 4.11, NSM ve EPR istatistiğine göre 1957-1964 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 4.11. NSM ve EPR istatistiğine göre 1957-1964 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çizelge 4.2, 1957 ve 1964 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa zamanlı kıyı çizgisi değişiminin NSM ve EPR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

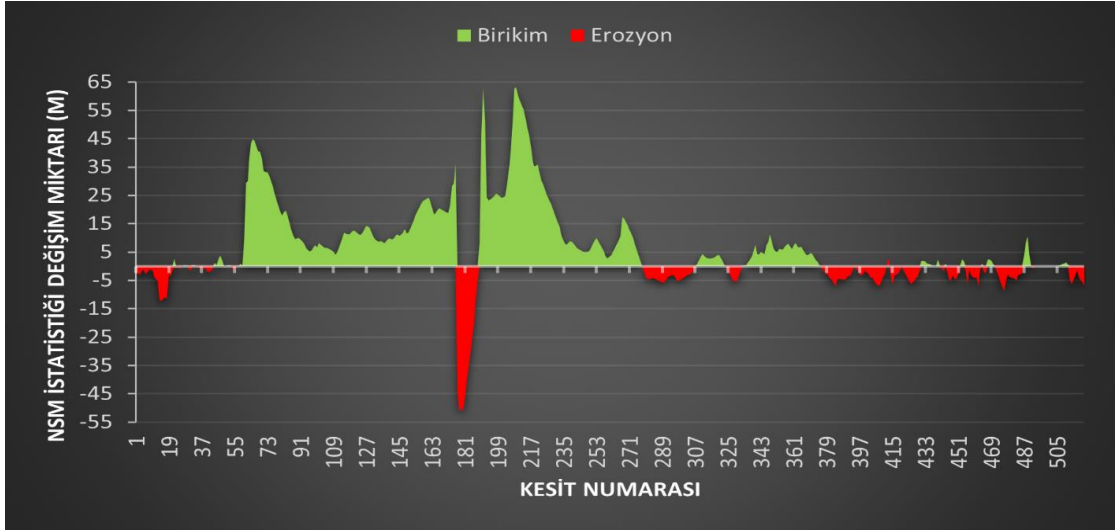
Çizelge 4.2. 1957-1964 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

	1957-1964	
	NSM (m)	EPR (m/yıl)
Ortalama	6.68	0.97
Minimum	-31.65	-4.62
Maksimum	117.72	17.18
Standart Sapma	21.85	3.19

4.1.2.2. 1964-1972 yılları arası kıyı çizgisi değişimi

1964 ve 1972 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişimi analizinde, kuzey-güney doğrultusunda toplam 520 adet kesit üretilmiştir. Araştırma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -51.28 ile 62.97 m değerleri arasında gerçekleştiği ve ortalama 6.07 m değerinde değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bu 8 yıllık süreçte kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla 8.00 ile 62.97 m değerleri arasında ve Eleman Bataklığı kıyıları ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise -8.00 ile -51.28 m değerleri arasında ve Yoncaköy sahili ile güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

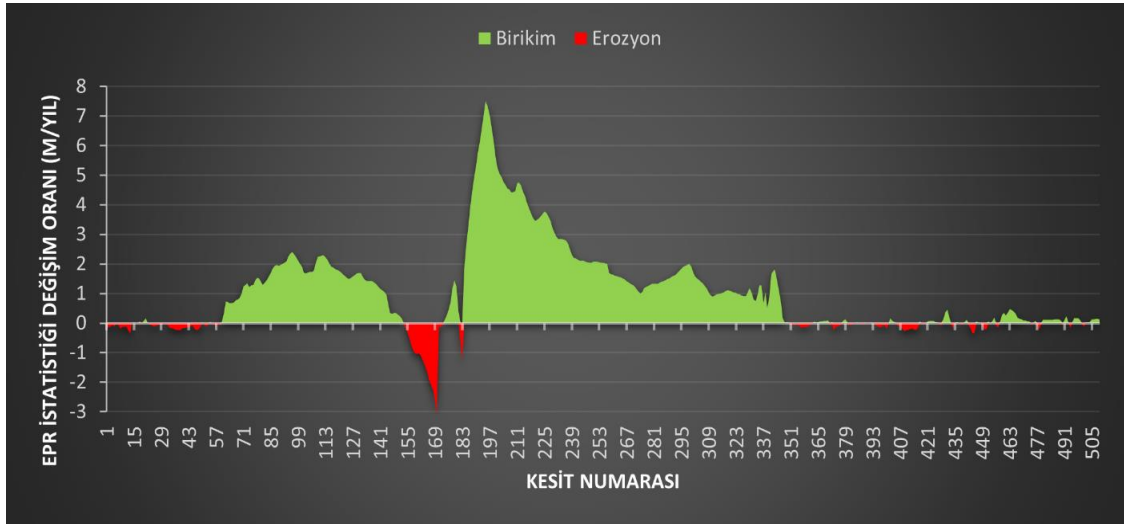
1964 ve 1972 yılları arasındaki değişimin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi sonucunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 60 ile 92, 113 ile 176 ve 189 ile 240 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 23.94 m değerinde gerçekleştiği; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 14 ile 18 ve 177 ile 187 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -24.36 m değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. 1964-1972 dönemi NSM grafiği

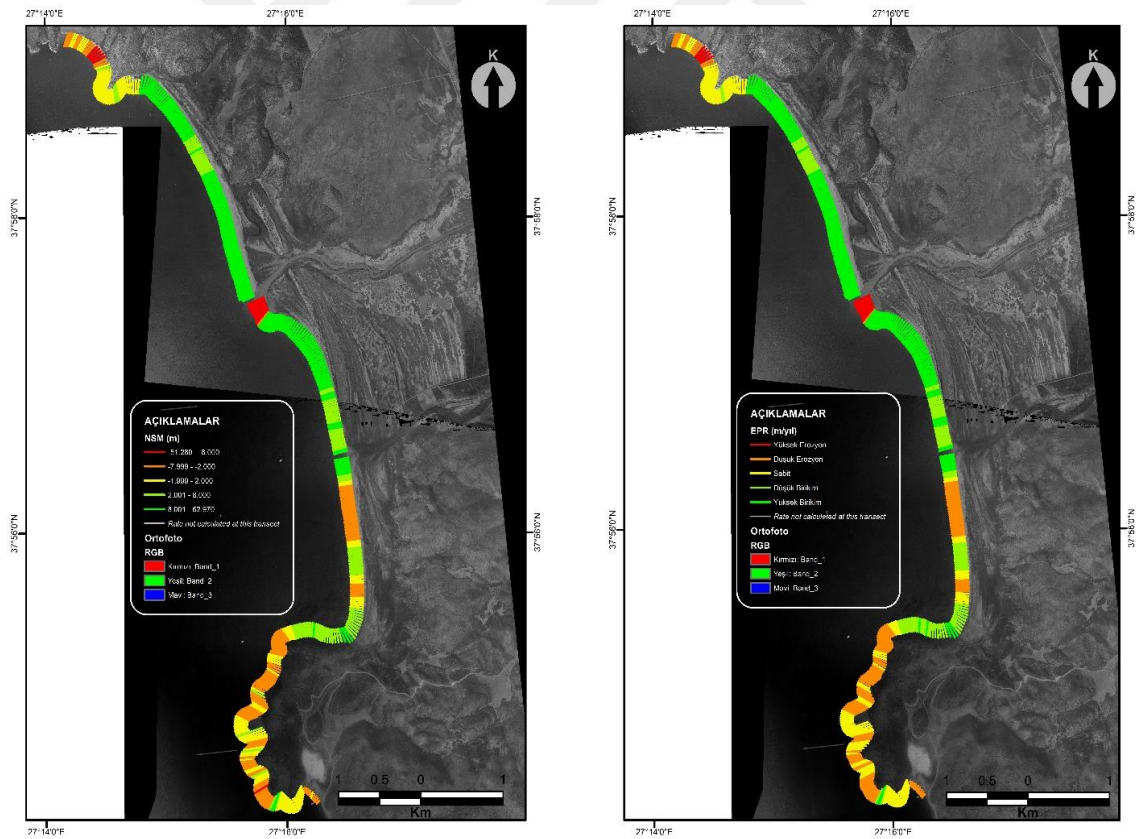
Çalışma sahasının EPR istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişim oranının -6.52 ile 8.01 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama 0.77 m/yıl değiştiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.3). 1964 ve 1972 yılları arasında Küçük Menderes Delta kıyısı genelinde birikim meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -6.52 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve Yoncaköy sahili ile güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranının ise 1.00 ile 8.01 m/yıl değerleri arasında ve Eleman Bataklığı kıyıları ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.14).

1964 ve 1972 yılları arasındaki değişimin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 14 ile 18 ve 177 ile 188 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -2.93 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 60 ile 94, 113 ile 176 ve 189 ile 242 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 2.96 m/yıl değerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. 1964-1972 dönemi EPR grafiği

Şekil 4.14, NSM ve EPR istatistiğine göre 1964-1972 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 14.4. NSM ve EPR istatistiğine göre 1964-1972 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çizelge 4.3, 1964 ve 1972 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa zamanlı kıyı çizgisi değişiminin NSM ve EPR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu

hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

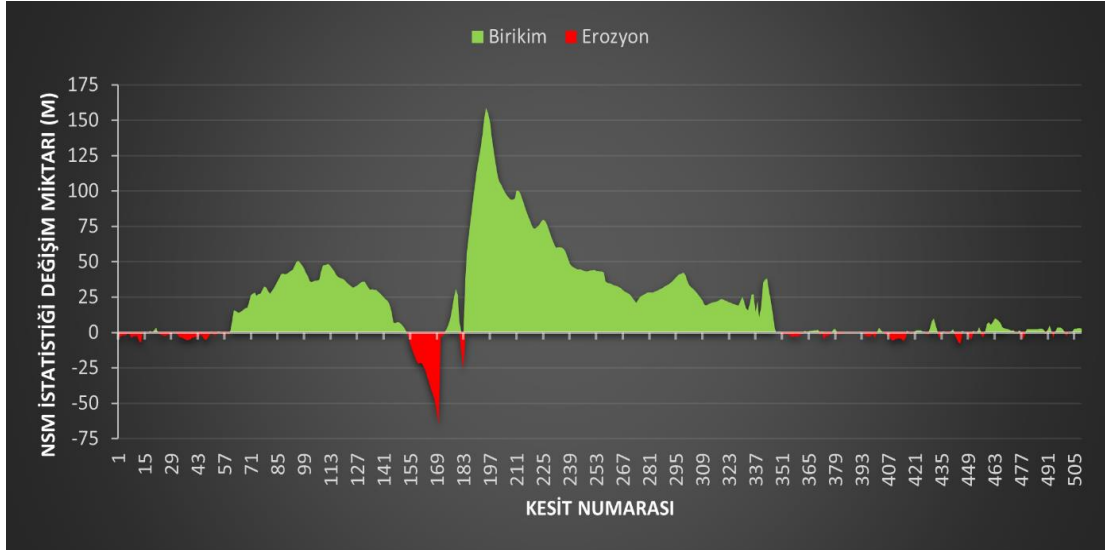
Çizelge 4.3. 1964-1972 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

	1964-1972	
	NSM (m)	EPR (m/yıl)
Ortalama	6.07	0.77
Minimum	-51.28	-6.52
Maksimum	62.97	8.01
Standart Sapma	14.82	1.88

4.1.2.3. 1972 ve 1993 yılları arası kıyı çizgisi değişimi

1972 ve 1993 yılları arası Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi değişimi analizinde, kuzey-güney doğrultusunda toplam 509 adet kesit üretilmiştir. Çalışma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -65.33 ile 158.82 m değerleri arasında gerçekleştiği ve ortalama 21.05 m değerinde değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bu 21 yıllık süreçte kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla 21.00 ile 158.82 m değerleri arasında ve Eleman Bataklığı kıyısında, güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında ve Pamucak sahilinde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise -65.33 ile -21.00 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.17).

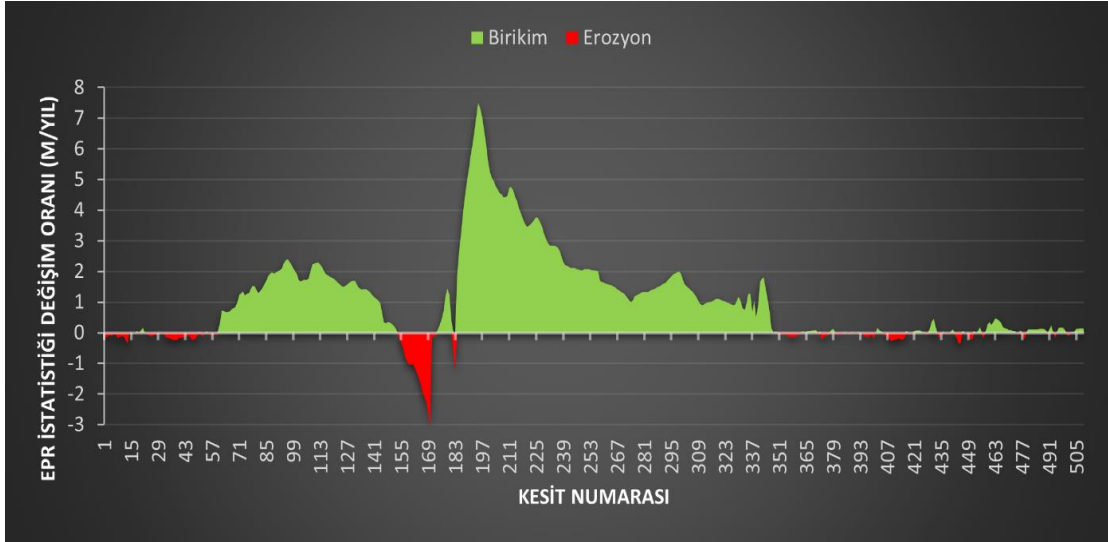
1972 ve 1993 yılları arasındaki değişimin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 70 ile 143 ve 184 ile 345 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 43.73 m değerinde gerçekleştiği; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 159 ile 170 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama -36.44 m değerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. 1972-1993 dönemi NSM grafiği

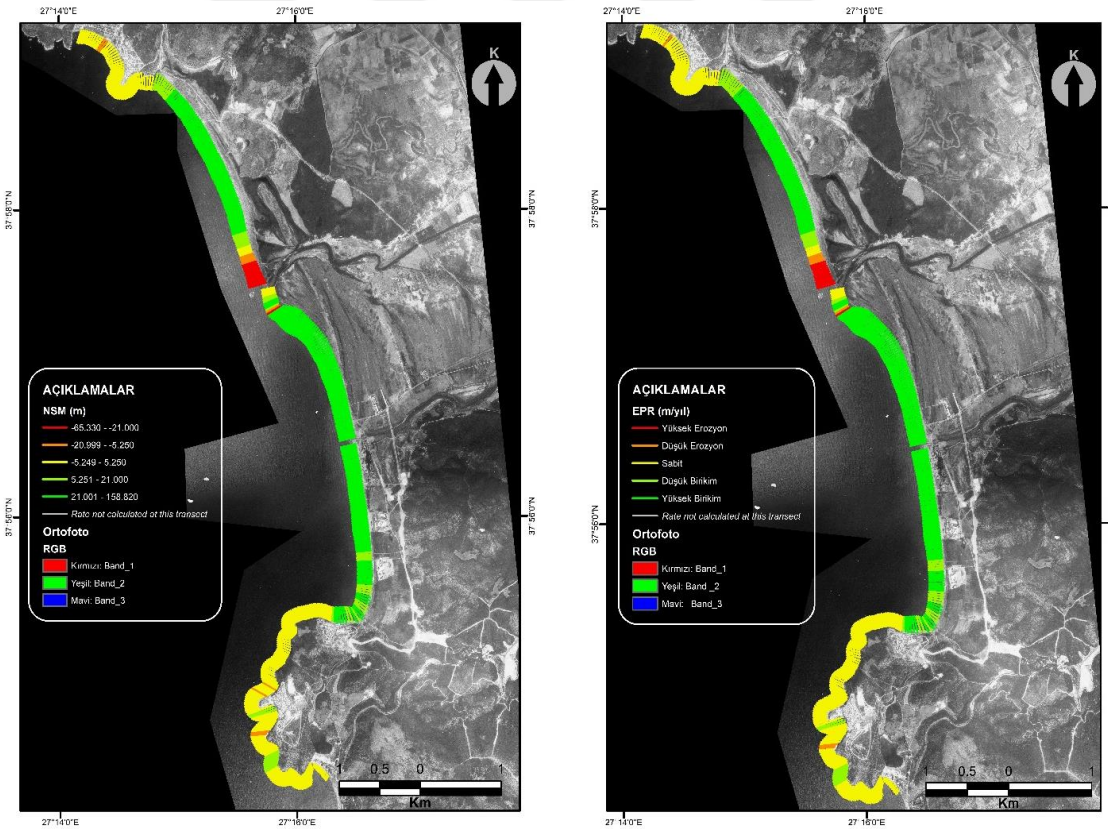
Küçük Menderes Deltası'nın EPR istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişim oranı -3.09 ile 7.50 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama 0.99 m/yıl değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4). 1972 ve 1993 yılları arasında çalışma sahası kıyıların yüksek birikime maruz kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -3.09 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranının ise 1.00 ile 7.50 m/yıl değerleri arasında ve Eleman Bataklığı kıyısında, güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında ve Pamucak sahilinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.17).

1972 ve 1993 yılları arasındaki değişimin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 159 ile 170 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama -1.72 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 71 ile 144, 178 ile 344 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 2.07 m/yıl değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. 1972-1993 dönemi EPR grafiği

Şekil 4.17, NSM ve EPR istatistiğine göre 1972-1993 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 4.17. NSM ve EPR istatistiğine göre 1972-1993 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çizelge 4.4, 1972 ve 1993 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa zamanlı kıyı çizgisi değişiminin NSM ve EPR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu

hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

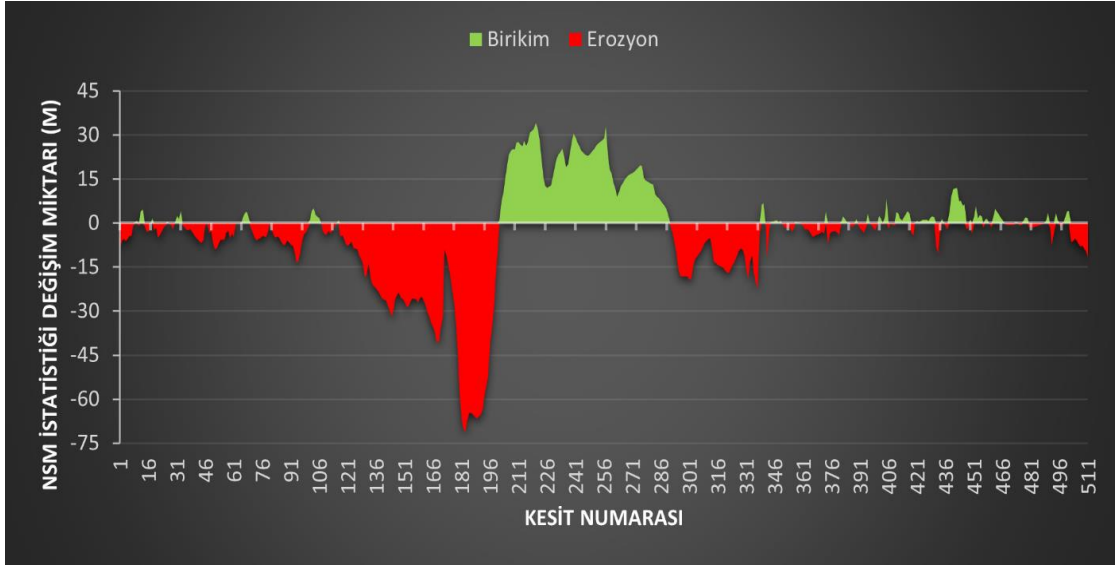
Çizelge 4.4. 1972-1993 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

	1972-1993	
	NSM (m)	EPR (m/yıl)
Ortalama	21.05	0.99
Minimum	-65.33	-3.09
Maksimum	158.82	7.50
Standart Sapma	31.94	1.51

4.1.2.4. 1993 ve 2009 yılları arası kıyı çizgisi değişimi

1993 ve 2009 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim analizinde, kuzey-güney doğrultusunda toplam 511 adet kesit üretilmiştir. Çalışma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -71.20 ile 34.12 m değerleri arasında gerçekleştiği ve ortalama -3.52 m değerinde değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Bu 16 yıllık süreçte kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla 16.00 ile 34.12 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında ve Pamucak sahilinin bir bölümünde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise -71.20 ile -16.00 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı, Eleman Bataklığı kıyısı ve Pamucak sahilinin bir bölümünde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.20).

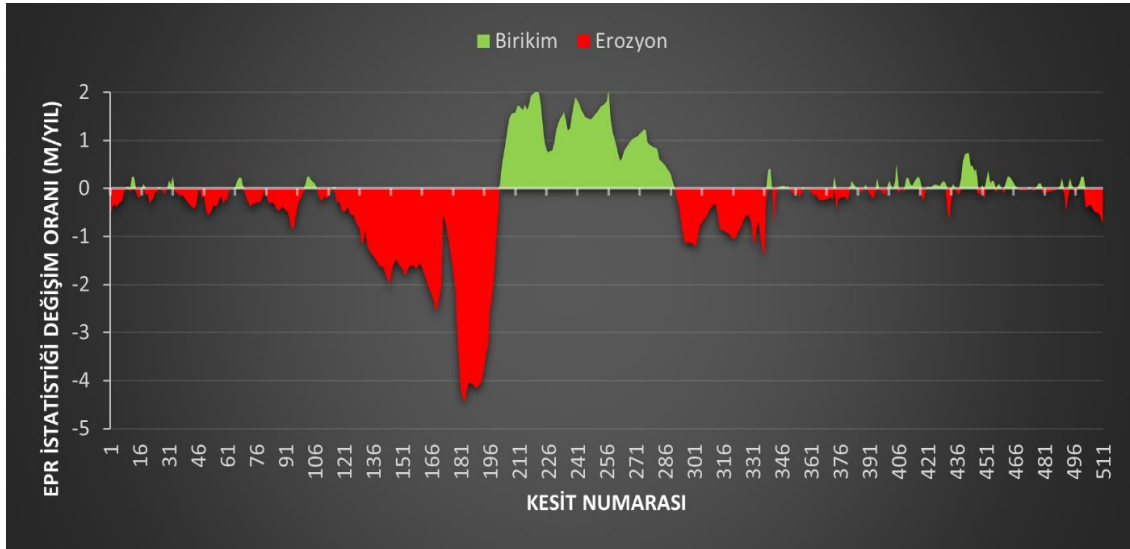
1993 ve 2009 yılları arasındaki değişimin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 205 ile 260 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 24.35 m değerinde gerçekleştiği; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 130 ile 199 ve 296 ile 337 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -24.48 m değerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.18)



Şekil 4.18. 1993-2009 dönemi NSM grafiği

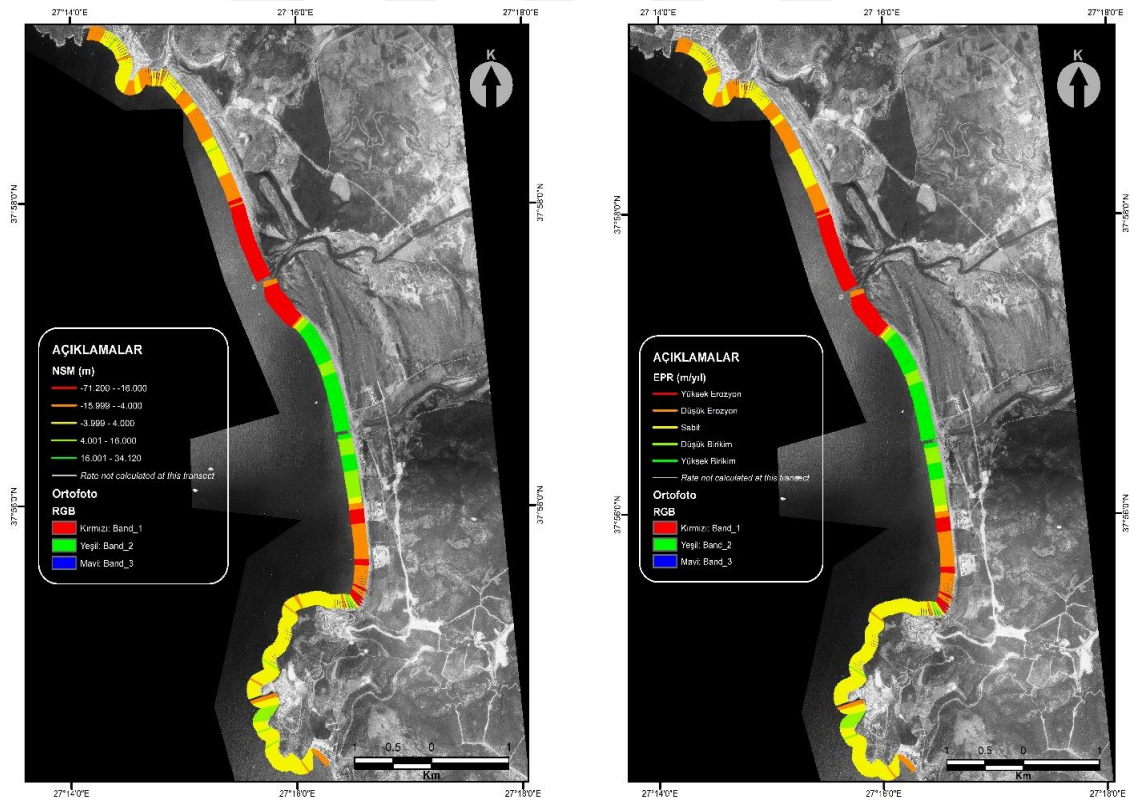
Çalışma sahasının EPR istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişim oranının -4.45 ile 2.13 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama -0.22 m/yıl değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). 1993 ve 2009 yılları arası Küçük Menderes Deltası kıyılarında düşük erozyon meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -4.45 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve Eleman Bataklığı kıyısı, Küçük Menderes Nehri ağzı ve Pamucak sahilinin bir bölümünde gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranının ise 1.00 ile 2.13 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.20).

1993 ve 2009 yılları arasındaki değişimin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 130 ile 200 ve 295 ile 303 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -1.65 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 204 ile 260 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 1.51 m/yıl değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. 1993-2009 dönemi EPR grafiği

Şekil 4.20, NSM ve EPR istatistiğine göre 1993-2009 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 4.20. NSM ve EPR istatistiğine göre 1993-2009 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çizelge 4.5, 1993 ve 2009 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa zamanlı kıyı çizgisi değişiminin NSM ve EPR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu

hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

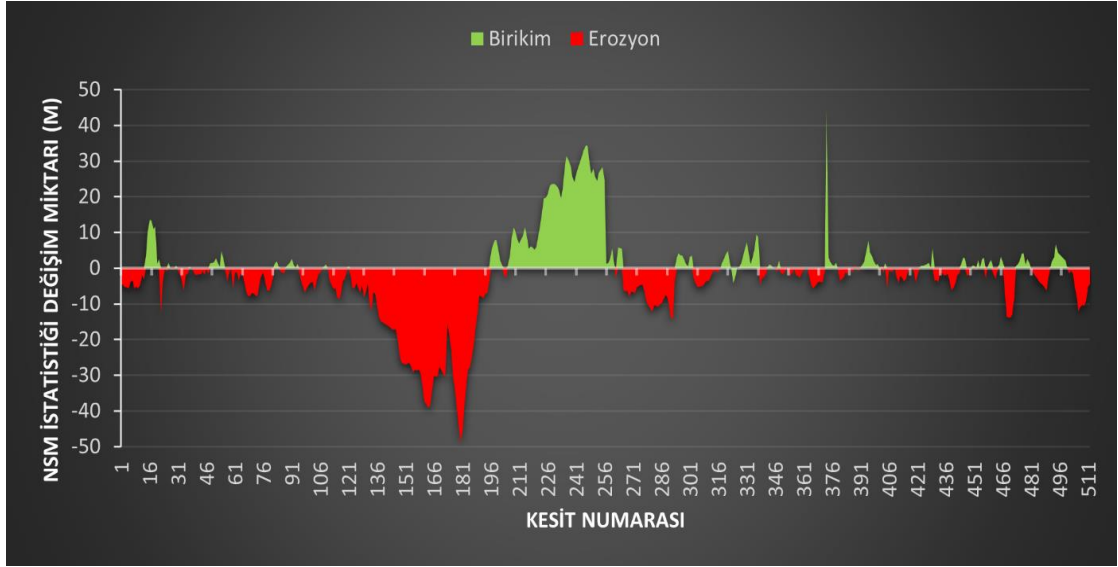
Çizelge 4.5. 1993-2009 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

	1993-2009	
	NSM (m)	EPR (m/yıl)
Ortalama	-3.52	-0.22
Minimum	-71.20	-4.45
Maksimum	34.12	2.13
Standart Sapma	17.53	1.10

4.1.2.5. 2009 ve 2018 yılları arası kıyı çizgisi değişimi

2009 ve 2018 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim analizinde, kuzey-güney doğrultusunda toplam 512 adet kesit üretilmiştir. Çalışma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -48.67 ile 44.52 m değerleri arasında gerçekleştiği ve ortalama -2.17 m değerinde değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Bu 9 yıllık süreçte kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla 9.00 ile 44.52 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise -48.67 ile -9.00 m değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23).

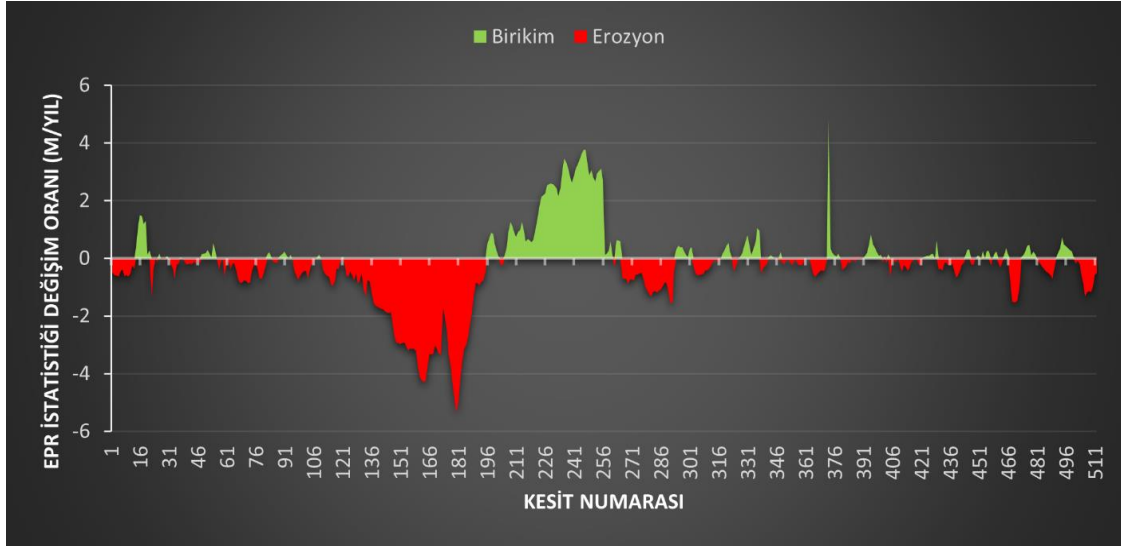
2009 ve 2018 yılları arasındaki değişimin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 221 ile 256 numaralı kesit hattı boyunca ve ortalama 25.14 m değerinde gerçekleştiği; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 136 ile 189, 279 ile 293 ve 505 ile 510 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -15.86 m değerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. 2009-2018 dönemi NSM grafiği

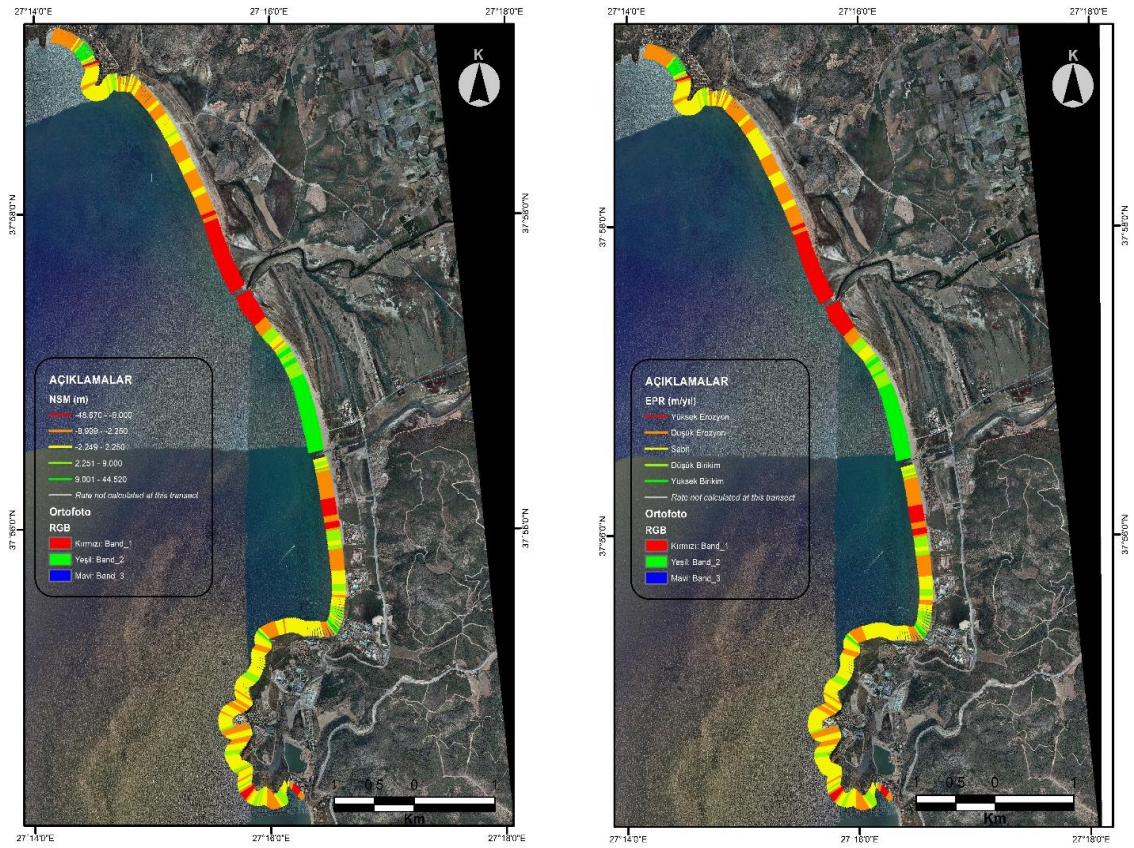
Küçük Menderes Deltası'nın EPR istatistiğine göre değerlendirilmesinin sonucunda kıyı çizgisi değişim oranının -5.34 ile 4.89 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama -0.24 m/yıl değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6). 2009 ve 2018 yılları arasında çalışma sahası kıyıların düşük erozyona maruz kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -5.34 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile Pamucak sahilinin belirli bölümünde gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranının ise 1.00 ile 4.89 m/yıl değerleri arasında ve güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23).

2009 ve 2018 yılları arasındaki değişimin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 136 ile 189, 278 ile 286 ve 506 ile 510 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -1.75 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 15 ile 19 ve 221 ile 256 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 2.04 m/yıl değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. 2009-2018 dönemi EPR grafiği

Şekil 4.23, NSM ve EPR istatistiğine göre 2009-2018 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 4.23. NSM ve EPR istatistiğine göre 2009-2018 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çizelge 4.6, 2009 ve 2018 yılları arasında Küçük Menderes Deltası kısa zamanlı kıyı çizgisi değişiminin NSM ve EPR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

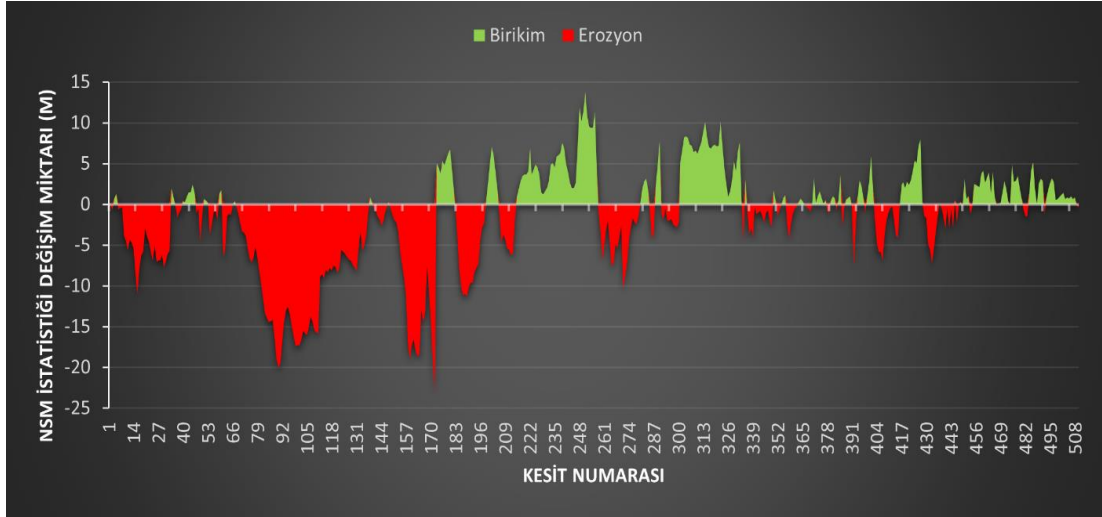
Çizelge 4.6. 2009-2018 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

	2009-2018	
	NSM (m)	EPR (m/yıl)
Ortalama	-2.17	-0.24
Minimum	-48.67	-5.34
Maksimum	44.52	4.89
Standart Sapma	12.28	1.35

4.1.2.6. 2018 ve 2020 yılları arası kıyı çizgisi değişimi

2018 ve 2020 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim analizinde, kuzey-güney doğrultusunda toplam 511 adet kesit üretilmiştir. Araştırma sahasının NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda kıyı çizgisi değişiminin -23.07 ile 13.78 m değerleri arasında gerçekleştiği ve ortalama -1.74 m değerinde değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu 2 yıllık süreçte kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla 2.00 ile 13.78 m değerleri arasında ve Küçük Menderes Nehri ağzının güneyinde, güncel ve eski nehir ağzı arasındaki bölümün bir kesiminde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise -2.00 m ile -23.07 m değerleri arasında ve Yoncaköy kıyısı, Eleman Bataklığı kıyısı ve eski nehir ağzının güneyinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.26).

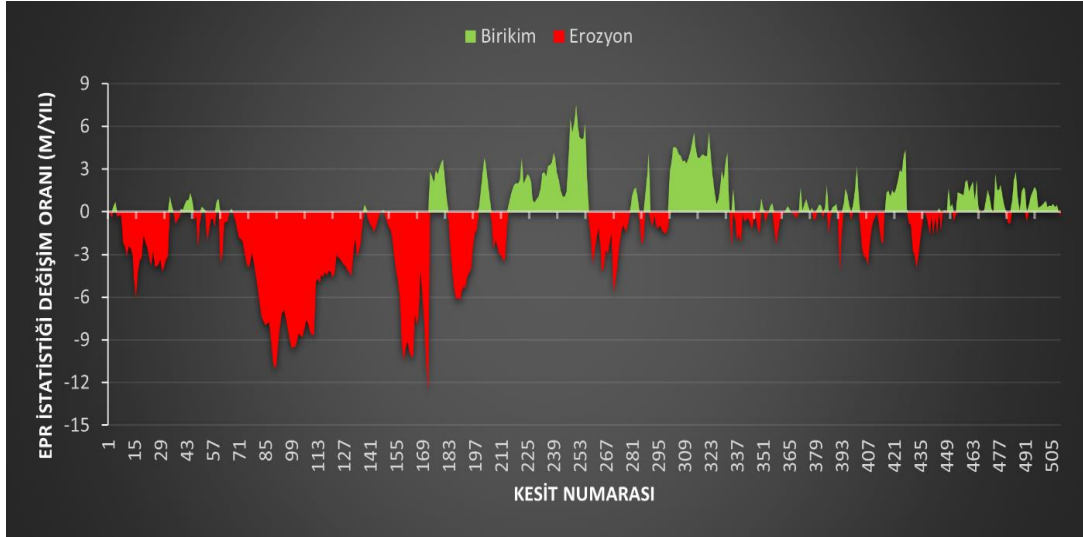
2018 ve 2020 yılları arasındaki değişimin NSM grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesinin 173 ile 181, 217 ile 257 ve 301 ile 332 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 5.77 m değerinde gerçekleştiği; en yüksek kıyı çizgisi gerilemesinin ise 9 ile 33, 70 ile 136, 152 ile 172 ve 259 ile 278 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -8.70 m değerinde değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. 2009-2018 dönemi NSM grafiği

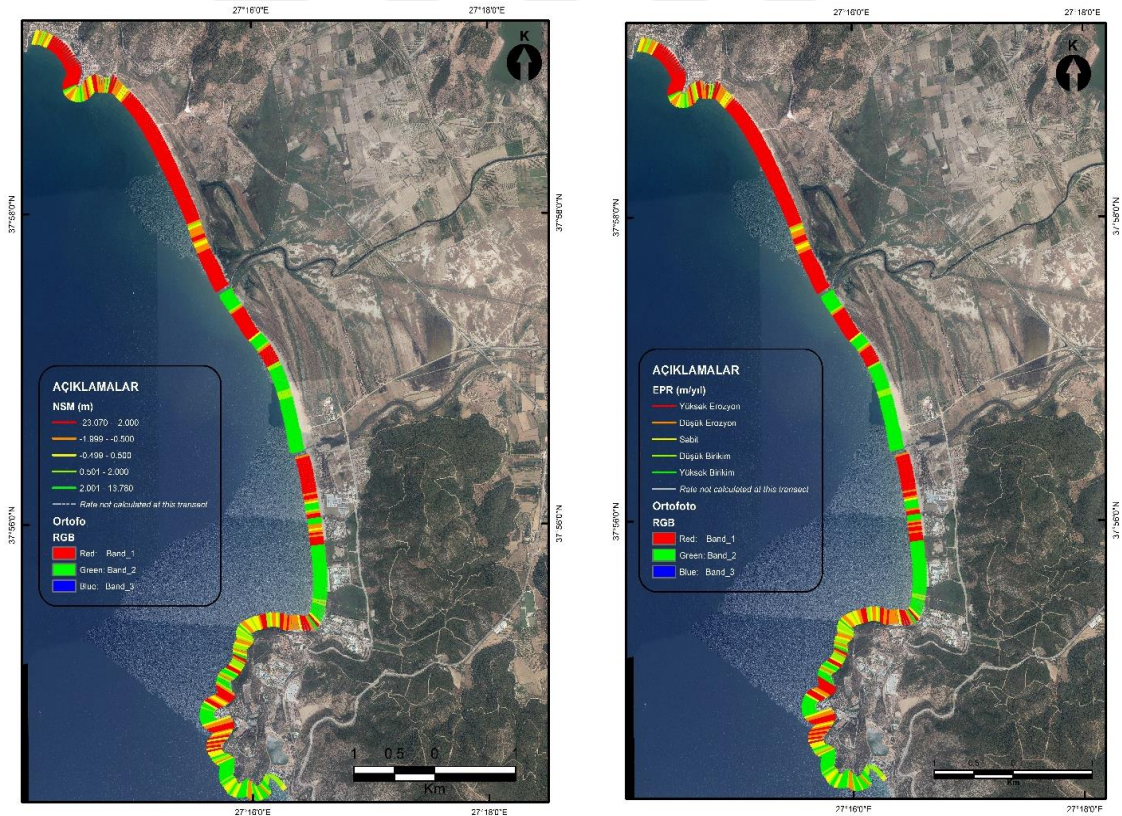
Araştırma sahasının EPR istatistiğine göre değerlendirilmesinin sonucunda kıyı çizgisi değişim oranının -12.68 ile 7.57 m/yıl değerleri arasında olduğu ve ortalama -0.96 m/yıl değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7). 2018 ve 2020 yılları arasında araştırma sahası kıyıların yüksek erozyona maruz kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu dönemde kıyı çizgisi yüksek erozyon oranı -12.68 ile -1.00 m/yıl değerleri arasında ve Yoncaköy kıyısı, Eleman Bataklığı kıyısı ve eski nehir ağzının güneyinde gerçekleştiği; kıyı çizgisi yüksek birikim oranının ise 1.00 ile 7.57 m/yıl değerleri arasında ve Küçük Menderes Nehri ağzının güneyinde, güncel ve eski nehir ağzı arasındaki bölümün bir kesiminde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.26).

2018 ve 2020 yılları arasındaki değişimin EPR grafiğine göre değerlendirilmesi durumunda yüksek erozyon oranının 9 ile 33, 70 ile 136, 151 ile 172 ve 259 ile 278 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama -4.71 m/yıl değerinde gerçekleştiği; yüksek birikim oranının ise 173 ile 181, 217 ile 257 ve 301 ile 332 numaralı kesit hatları boyunca ve ortalama 3.16 m/yıl değerinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. 2018-2020 dönemi EPR grafiği

Şekil 4.26, NSM ve EPR istatistiğine göre 2018-2020 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa dönemli kıyı çizgisi değişim haritasını göstermektedir.



Şekil 4.26. NSM ve EPR istatistiğine göre 2018-2020 dönemi kıyı çizgisi değişimi

Çizelge 4.7, 2018 ve 2020 yılları arası Küçük Menderes Deltası kısa zamanlı kıyı çizgisi değişiminin NSM ve EPR istatistiklerine göre değerlendirilmesi sonucu

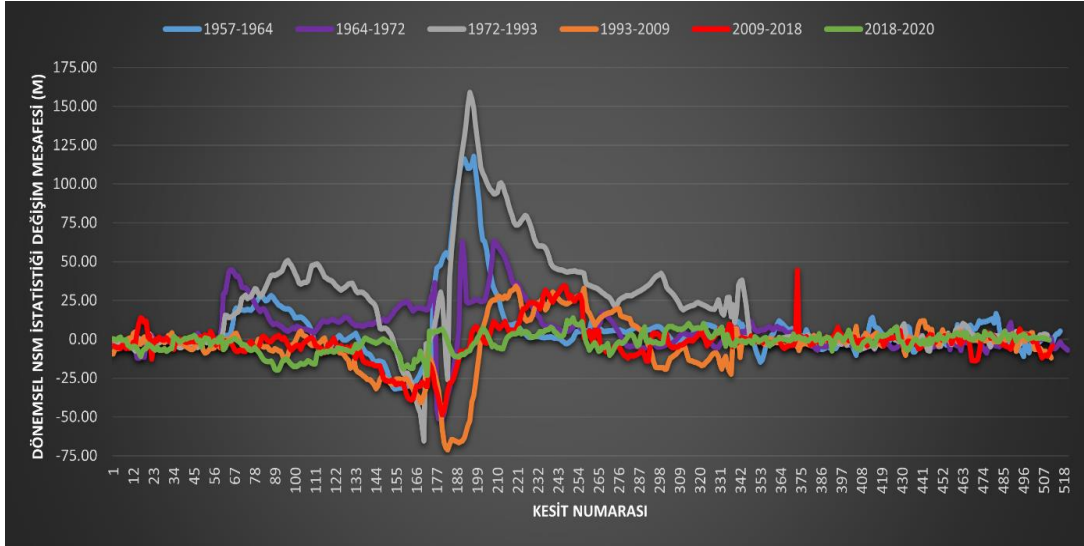
hesaplanan ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

Çizelge 4.7. 2018-2020 dönemi kıyı çizgisi değişim değerleri

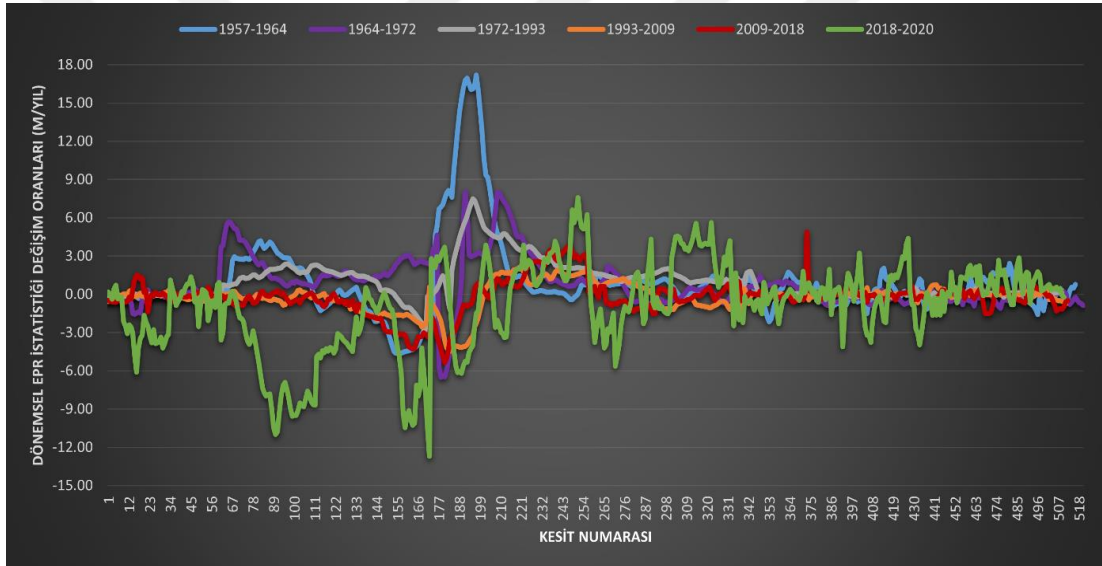
	2018-2020	
	NSM (m)	EPR (m/yıl)
Ortalama	-1.74	-0.96
Minimum	-23.07	-12.68
Maksimum	13.78	7.57
Standart Sapma	6.26	3.44

4.1.2.7. Kısa dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin karşılaştırılması

Bu bölümde NSM ve EPR yöntemi analiz sonuçlarına göre çalışma sahası kısa dönemli kıyı çizgisi değişimleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sahası her bir döneminin NSM istatistiğine göre değerlendirilmesi sonucunda delta kıyısındaki en büyük değişim mesafesinin 1972-1993 döneminde; en küçük değişim mesafesinin ise 2018-2020 döneminde meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.27). Her bir dönemdeki en büyük kıyı çizgisi hareketinin çalışma sahasının güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasında ve Pamucak sahilinde gözlemlendiği; en küçük kıyı çizgisi hareketinin ise sert kayalık ve dik yamaç alanlarında meydana geldiği tespit edilmiştir. Araştırma sahası her bir döneminin EPR istatistiğine göre değerlendirilmesinin sonucunda en büyük değişim oranının 1957-1964 döneminde meydana geldiği tespit edilmiştir. EPR istatistiğine göre her bir dönemdeki en büyük kıyı çizgisi değişim oranı, araştırma sahasının güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasında, Pamucak sahilinde ve Eleman Bataklığı kıyısında gözlemlendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. NSM istatistiğine göre kısa dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.28. EPR istatistiğine göre kısa dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin karşılaştırılması

4.1.3. Kıyı alanı ve kıyı uzunluğu değişimleri

Küçük Menderes Deltası kıyı alanında meydana gelen kısa ve uzun dönemli alansal değişimler Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelge 4.8’deki pozitif değerler delta alanındaki büyümeyi ifade ederken negatif değerler delta alanındaki küçülmeyi ifade etmektedir. Delta alanındaki net kıyı alanı değişim miktarı 1957-1964 döneminde 8.90 ha, 1964-1972 döneminde 8.70 ha, 1972-1993 döneminde 28.36 ha, 1993-2009 döneminde -3.76 ha, 2009-2018 döneminde -2.44 ha, 2018-2020 döneminde ise -2.38 ha olarak hesaplanmıştır. Delta kıyı alanındaki en büyük değişimin 1972-1993

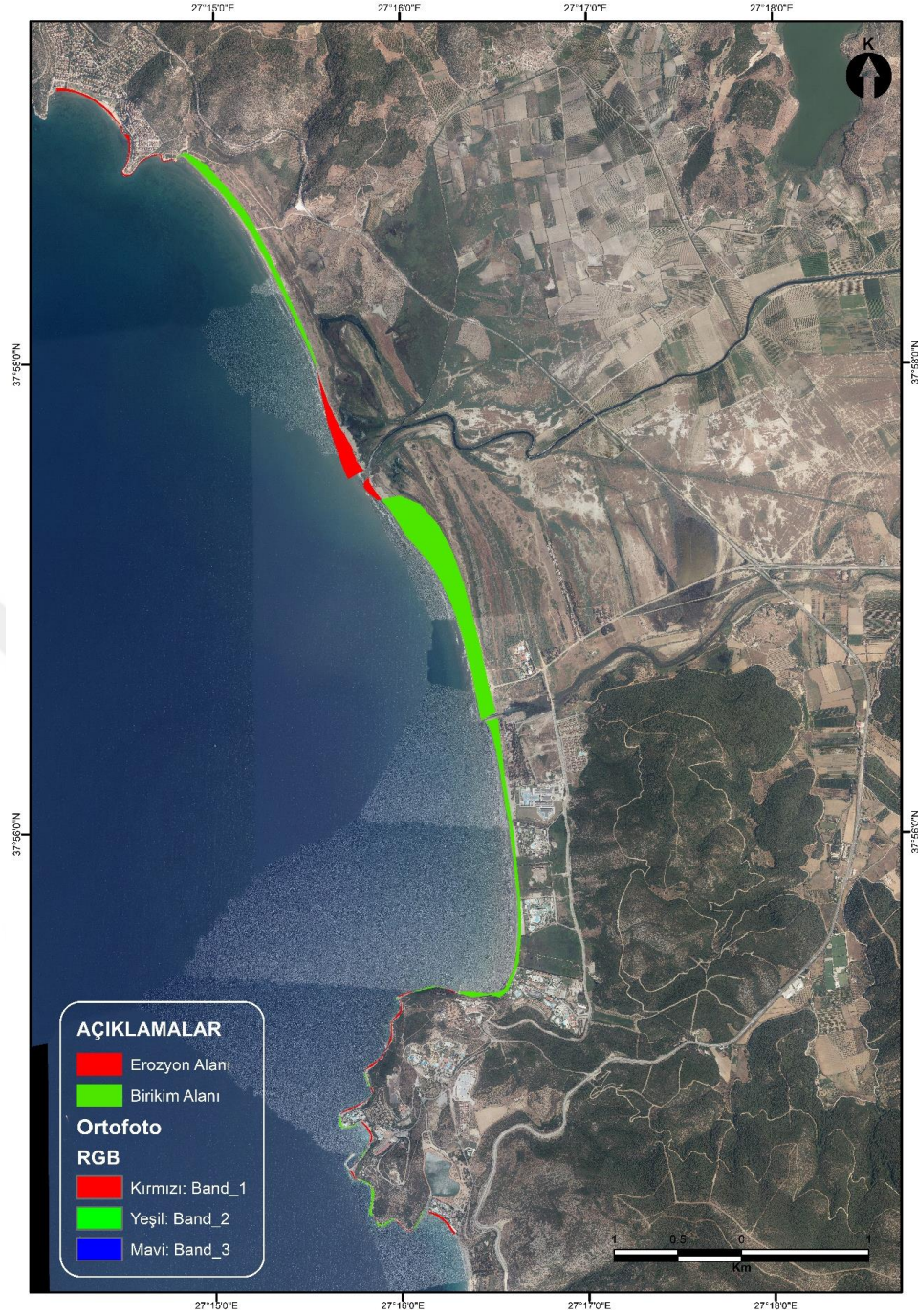
döneminde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Delta alanındaki en büyük ilerleme 1972-1993 döneminde gözlemlenirken; en büyük gerilemesi ise 1993-2009 döneminde meydana gelmiştir.

Çalışma dönemleri boyunca delta kıyı alanı değişim oranları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.8). Delta kıyı alanındaki en yüksek birikim oranının 1972-1993 döneminde 1.35 ha/yıl olduğu; en yüksek erozyon oranının 2018-2020 döneminde -1.19 ha/yıl olduğu belirlenmiştir.

1957-2020 yılları arasında Küçük Menderes Deltası kıyı alanında 47.23 ha alanın karadan deniz doğru (birikme), 10.22 ha'lık alanın ise denizden karaya (gerileme) doğru bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu süreç boyunca delta kıyı alanında toplam 57.45 ha alan değişime uğramıştır. Çalışma sahasının alansal değişim analizine göre değerlendirilmesi sonucu, 63 yıllık süreç içerisinde Küçük Menderes Deltası kıyı alanının karadan denize doğru bir değişim gösterdiği ve net 37.01 ha büyüdüğü tespit edilmiştir. Bu dönemdeki kıyı alanı değişim oranının 0.58 ha/yıl değerinde olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 4.8). Uzun dönemli kıyı alanı değişim analizinde en fazla değişime uğrayan alanın, güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki alan olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.29, 1957-2020 yılları arası Küçük Menderes Deltası kıyı alanı değişim haritasını göstermektedir.

Çizelge 4.8. Küçük Menderes Deltası kıyı alanı değişim mesafeleri ve oranları

Dönem Aralığı	Net Kıyı Alanı Değişimi (ha)	Erozyon/Birikim Oranı (ha/yıl)
1957-1964	8.90	1.27
1964-1972	8.70	1.09
1972-1993	28.36	1.35
1993-2009	-3.76	-0.23
2009-2018	-2.44	-0.27
2018-2020	-2.38	-1.19
1957-2020	37.01	0.58



Şekil 4.29. 1957-2020 dönemi kıyı alanı değişimi

Çalışma sahası kıyı uzunluğunun uzun dönemli değişimi analiz edildiğinde, 1957 yılından 1993 yılına kadar sürekli azalma meydana geldiği (13272 m'den 13018 m'ye), 1993 yılından 2020 yılına kadar 82 m uzadığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.9, araştırma dönemlerindeki çalışma sahası kıyı uzunluğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Her bir döneme ait çalışma sahası kıyı uzunluğu

Yıl	Kıyı Uzunluğu (m)
09/15/1957	13272,729
07/22/1964	13257,633
06/03/1972	13261,882
08/05/1993	13018,751
08/07/2009	13034,778
09/15/2018	13040,829
07/10/2020	13100,560

4.1.4. Küçük Menderes Deltası gelecek kıyı çizgisi konumunun tahmin edilmesi

Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi ve kıyı alanının 10 ve 20 yıl sonraki konumunun tahmin edilmesinde DSAS 5.0 aracının, genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi kullanılmıştır.

4.1.4.1. Küçük Menderes Deltası'nın 2030 yılı kıyı çizgisi konumu

Çalışma sahası gelecek kıyı çizgisi konumunun genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemine göre tahmin edilmesi sonucunda 2030 yılı kıyı çizgisinin Eleman Bataklığı kıyısında, güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölgede ve Pamucak sahilinde ilerleme; Yoncaköy sahilinde, güncel Küçük Menderes Nehri ağzında ve Adagöl lagünü kıyılarında gerileme göstereceği; çalışma sahasındaki kayalık ve yamaç alanlarında ise sabit kalacağı tahmin edilmiştir. Şekil 4.30 ve Şekil 4.31, Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin 2030 yılındaki tahmini konumunu göstermektedir.

Küçük Menderes Deltası 2020 ve 2030 yılları arasındaki kıyı alanı değişiminin değerlendirilmesi sonucunda 11.70 ha alanın karadan denize doğru (birikme), 1.07 ha alanın ise denizden karaya doğru (gerileme) değişim göstereceği tahmin edilmiştir (Çizelge 4.10). 10 yıllık süreç zarfında Küçük Menderes Deltası kıyı alanının karadan denize doğru bir değişim göstereceği, net 10.63 ha alan büyüyeceği ve kıyı alanı değişim oranının 1.06 ha/yıl olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 4.10). 2020 ve 2030 yılları arasında çalışma sahasının toplam 12.77 ha alanı değişime uğrayacağı öngörülmektedir.



Şekil 4.30. Küçük Menderes Deltası 2030 yılı tahmini kıyı çizgisi konumu



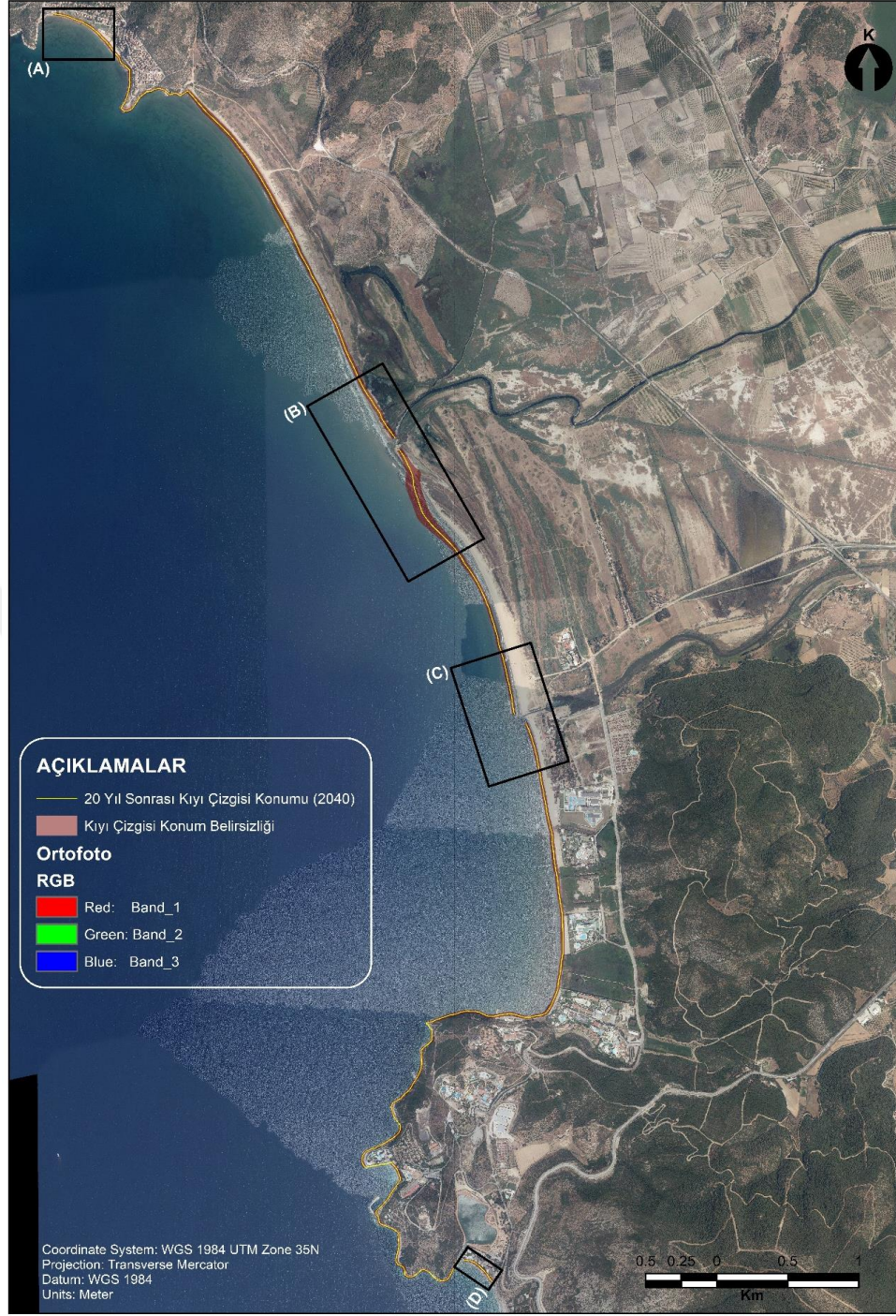


Şekil 4.31. 2030 yılı kıyı çizgisi kesitleri

4.1.4.2. Küçük Menderes Deltası'nın 2040 yılı kıyı çizgisi konumu

Çalışma sahası gelecek kıyı çizgisi konumunun genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemine göre tahmin edilmesi sonucu 2040 yılında kıyı çizgisinin Eleman Bataklığı kıyısında, güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölgede ve Pamucak sahilinde ilerleme; Yoncaköy sahilinde, güncel Küçük Menderes Nehri ağzında ve Pine Bay Holiday Resort otel ve Adagöl lagünü kıyılarında gerileme göstereceği öngörülmektedir. 20 yıllık süre zarfında kayalık ve yamaç alanlarının da aşınma ve birikime maruz kalacağı tahmin edilmiştir. Şekil 4.32 ve Şekil 4.33, Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin 2040 yılındaki tahmini konumunu göstermektedir.

Küçük Menderes Deltası 2020 ve 2040 yılları arasındaki kıyı alanı değişiminin değerlendirilmesi sonucunda 19.13 ha alanın karadan denize doğru (birikme), 2.97 ha alanın ise denizden karaya doğru (gerileme) değişim göstereceği tahmin edilmiştir (Çizelge 4.10). 20 yıl sonra Küçük Menderes Deltası kıyı alanının karadan denize doğru değişim göstereceği, net 16.16 ha alan büyüyeceği ve kıyı alanı değişim oranının 0.81 ha/yıl olacağı hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). 2020 ve 2040 yılları arası çalışma sahasının toplam 22.10 ha alanı değişime uğrayacağı öngörülmektedir.



Şekil 4.32. Küçük Menderes Deltası 2030 yılı tahmini kıyı çizgisi konumu



Şekil 4.33. 2040 yılı kıyı çizgisi kesitleri

Çizelge 4.10, 2020 ve 2030 ile 2020 ve 2040 yılları arası Küçük Menderes Deltası kıyı alanı değişiminin değerlendirilmesi sonucu hesaplanan birikim, aşınma, toplam, net kıyı alanı değişimlerini ve kıyı alanı değişim oranı değerlerini göstermektedir.

Çizelge 4.10. Küçük Menderes Deltası'nın gelecekteki kıyı alanı değişim mesafeleri ve oranları

Dönem Aralığı	Birikim Alanı (ha)	Aşınma Alanı (ha)	Toplam Kıyı Alanı Değişimi (ha)	Net Kıyı Alanı Değişimi (ha)	Birikim/Aşınma Oranı (ha/yıl)
2020-2030	11.70	1.07	12.77	10.63	1.06
2020-2040	19.13	2.97	22.10	16.16	0.81

4.2. Tartışma

Çalışmanın bu bölümünde, ilk olarak Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen kısa dönemli değişimler ve bu değişimlere sebep olan doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler tartışılmıştır. İkinci bölümde, bu dönemler arasındaki kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişim mesafesi/oranı benzerlikleri ve farklılıkları irdelenmiş ve birbiriyle olan ilişkisi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, araştırma sahasının 1957-2020 yılları arası tespit edilen kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimleri ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Son bölümde, Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin gelecek 10 ve 20 yıl sonraki konumsal değişimlerinin muhtemel durumu tartışılmıştır.

1957 ve 1964 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; kıyı çizgisinin ortalama 6.68 m ilerlediği ve ortalama 0.97 m/yıl oranında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Bu dönemde kıyı alanının deniz yönünde 8.90 ha büyüme gösterdiği, kıyı çizgisi uzunluğunun ise 15 m azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla (117.72 m) güncel Küçük Menderes Nehri ağzında; kıyı çizgisi gerilemesinin ise en fazla (-31.60 m) güncel nehir ağzının kuzeyinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimlerinde hem doğal hem de antropojenik faaliyetler etkili olmaktadır. 1957 ve 1964 yılları arasındaki dönemde kıyı çizgisi ve delta alanının tümüyle doğal süreçler etkisinde ilerleme gösterdiği, değişikliğe sebep olabilecek önemli bir antropojenik etkiye maruz kalmadığı tespit edilmiştir. Bu dönemde Küçük Menderes Deltası değişimi, nehir tarafından taşınan sediman miktarı, rüzgâr şiddeti ve yönü, dalga ve gelgit etkisi, deniz seviyesi değişimi vb. doğal süreçlerin etkisi altında şekillenmiştir. Bu dönemde en fazla kıyı çizgisi ilerlemesinin güncel nehir ağzı ve nehir ağzının güneyinde gözlemlenmesinin nedeni Küçük Menderes Nehri tarafından taşınan sedimentlerin nehir ağzında birikmesi ve çalışma sahası hâkim rüzgâr yönü olan batı karayel (WNW) ve batı (WN) rüzgarlarının etkisiyle oluşan kuzey batı yönlü dalga rejiminin bu sedimentleri güncel nehir ağzının güneyinde biriktirmesiyle olduğu anlaşılmaktadır. Uçar (2016), Eleman Bataklığı yatağında eski nehir yatağı izlerinin görüldüğü ve yeni yatak düzenlemesinden önce Küçük Menderes Nehri sularının bir kısmını bu bölgeden Ege Denizi'ne boşalttığını ifade etmektedir. Bu tespitin ilgili dönemdeki yüksek erozyon değerleri bir kesiminin bu bölgede görülmesi nedeni olduğu düşünülmektedir. Nitekim, 1964 tarihli ortofoto haritada Uçar (2016)'ın belirttiği izler açıkça görülmektedir. 1957 ve 1964 yılları arasındaki dönemde kıyı çizgisi değişiminin

kayalık ve sert yamaçlarda sabit kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Bu durum kıyı erozyon ve biriktirme süreçlerinin esas olarak kumlu sahillerde yoğunlaştığı, kayalık ve yüksek uçurum kıyılarının ise sabit kaldığı tezini doğrulamaktadır (Ricchetti ve ark., 2004; Oyedotun, 2014; Jonah ve ark., 2016). Bu dönemde Yoncaköy kıyılarında herhangi bir yerleşim izine rastlanılmaması bölgedeki kıyı çizgisi değişiminin sabit kalmasına neden olmuştur. Bu dönemdeki değişim oranı, deltanın doğal değişim hızı olarak kabul edilebilir. Sonuç olarak, 1957 ve 1964 yılları arası dönemde doğal süreçlerin etkisiyle çalışma sahası genelinde birikim meydana geldiği tespit edilmiştir.

1964 ve 1972 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; kıyı çizgisinin ortalama 6.07 m ilerlediği ve ortalama 0.77 m/yıl değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Bu 8 yıllık süreçte kıyı alanında 8.70 ha alüviyal birikim meydana geldiği; kıyı çizgisi uzunluğunun 4 m arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla (62.97 m) güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ile eski nehir ağzı arasında gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise en fazla (-51.28 m) güncel nehir ağzının hemen güneyin gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Bu dönemde çalışma sahası kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimi daha çok doğal süreçlerin etkisinde gelişirken antropojenik faaliyetlerin etkisi de kısıtlı olarak görülmektedir. 8 yıllık süreç içerisinde Pamucak sahilinin bir kısmı ile Adagöl lagünü kıyısında erozyon meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Bu kıyı çizgisi gerilemesi nedeninin hem Pamucak sahili hem de Adagöl lagünü kıyılarına yapılan turistik tesislerin inşası sırasında delta kıyılarından kum çıkarımı yapılması kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu sav, kıyı alanında yapılacak spektral tayf analizi ile değerlendirilebilir. Kıyı çizgisi gerilemesinin en fazla güncel nehir ağzının hemen güneyinde tespit edilmiştir. 1964 ve 1972 tarihli ortofoto haritalar incelendiğinde; bu değişimin nehir ağzı genişletme çalışmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Çalışma sahası kıyı çizgisinin Eleman Bataklığı kıyısı, güncel ve eski nehir ağzı ve Pamucak sahilinde ilerleme gösterdiği tespit edilirken en fazla kıyı çizgisi ilerlemesinin Küçük Menderes Nehri tarafından denize ulaşan sedimanların batı karayel yönlü rüzgâr ve dalga etkisiyle güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasında biriktirmesiyle gerçekleştiği tespit edilmiştir. Nitekim Bolca ve ark. (2005) ve Fulat (2005) çalışmalarında, güney delta kıyılarının kuzey delta kıyılarına göre daha fazla genişlediği, sedimantasyon hareketinin nehir ağzının güneyine doğru olduğunu ifade etmişlerdir. 1964 ve 1972 yılları arası çalışma sahasının doğal süreçlerin etkisinde ilerleme gösterdiği, bu

dönemdeki ortalama birikim oranının (0.77 m/yıl), 1957-1964 dönemine göre düşük olmasında delta kıyılarına inşa edilen turistik tesislerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

1972 ve 1993 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; kıyı çizgisinin ortalama 21.05 m ilerlediği ve ortalama 0.99 m/yıl oranında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Bu dönemde kıyı alanının deniz yönünde 28.36 ha büyüme gösterdiği; kıyı çizgisi uzunluğunun ise -243 m azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla (158.82 m) güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise en fazla (-65.33 m) güncel nehir ağzının hemen kuzeyinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.17). Küçük Menderes Deltası ve yakın çevresinin bu dönemdeki kıyı çizgisi değişimleri, doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler etkisinde gerçekleşmiştir. 1972 ve 1993 yılları arası Küçük Menderes Nehri ve yan kolları üzerinde kıyı alanına etki edecek herhangi bir beşerî etken tespit edilmemiştir. Bu dönemde delta alanında tespit edilen beşerî etken kaynaklı kıyı çizgisi değişimi daha çok turistik tesislerin inşası, ikincil konut yapımı, iskele ve dalgakıran yapımı kaynaklı ortaya çıkmıştır. Pamucak sahili 7 Kasım 1985 tarihinde 85/10036 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile turizm merkezi ilan edilmiş, 19 Mart 1987 tarihinde 87/11608 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile turizm merkezinin sınırları genişletilerek kıyı alanında turizm yatırımlarının önü açılmış, Pamucak sahilinde 2 turistik otel inşa edilmiş ve faaliyete geçmiştir (Gencer, 2002). 21 yıllık süreçte Pamucak sahilinin tamamına yakınında yüksek birikim meydana geldiği sadece bu dönemde inşa edilen 2 turistik tesis önündeki kıyıda düşük birikim olduğu, bu durumun da turistik tesislerin inşası sırasında kıyidan kum çıkarımı yapılmış olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu dönemde Pamucak sahili güneyindeki kayalık alanda kıyı çizgisi ilerlemesinin meydana geldiği, bu değişimin alana inşa edilen turistik otel ve iskele yapımından kaynaklı gerçekleştiği belirlenmiştir. Nitekim, Uzun (2014) ve Doğan (2008) çalışmalarında, turistik amaçlı yapılan iskelelerin kıyı çizgisi değişimine sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Bu dönemdeki bir diğer antropojenik etken kaynaklı kıyı çizgisi değişimi şu anki Pine Bay Holiday Resort otel kıyılarında meydana gelmiştir (Şekil 4.17). Bu bölgeye inşa edilen dalgakıranın, dalga kaynaklı erozyonu önlediği ve kıyıda kumlamayı sağladığı ortaya çıkmaktadır. Ulusal ve uluslararası birçok çalışmada (İkiel ve Ustaoglu, 2011; Aydın, 2013; Dipova, 2020; Ricchetti ve ark., 2004; Esmail ve ark., 2019), kıyıya inşa edilen dalgakıranların kıyı gerilemesini önlediği ve kıyıda birikime neden olduğu ifade edilmiştir. 1972 ve 1993 tarihli ortofoto haritalar

incelendiğinde; 1972 yılına göre güncel yatak ağzının daraldığı ve güneye yönlendiği, bu değişimin bir önceki dönem birikim gözlemlenen güncel nehir ağzı kuzey bölümünün erozyona uğramasına neden olduğu tespit edilmiştir. 1972-1993 dönemi, diğer dönemlere göre ortalama kıyı çizgisi ilerleme mesafesi ve ortalama birikim oranının en yüksek olduğu dönemdir. Küçük Menderes Delta büyümesi en fazla bu dönemde (1.35 ha/yıl) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8). Bu dönemdeki kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimlerinin doğal süreçler etkisi ekseninde değiştiği, 1957-1964 dönemi ortalama değişim oranı (0.97 m/yıl) ile benzerlik gösterdiği, çalışma sahası genelinde birikim meydana geldiği tespit edilmiştir. 1993 yılına ait çalışma sahası kıyı çizgisi uzunluğunun bir önceki döneme (1972 yılı) göre kısaldığı, bu değişimin kıyı çizgisi girintili/çıkıntılı hatlarının dolmasından ve düz hala gelmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Uçar (2016)'da, 1975-1987 yılları arası kıyı çizgisi uzunluğunun bu dolmadan kaynaklı kısaldığını ifade etmiştir. Uçar (2016), 1975-1987 yılları arası Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi ve kıyı alanının ilerleme gösterdiğini, sadece nehir ağzı bölümünde gerileme olduğunu tespit etmiştir. Bu yönüyle, Uçar (2016) tarafından bulunan sonuçlar çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

1993 ve 2009 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; kıyı çizgisinin ortalama -3.52 m gerilediği ve ortalama -0.22 m/yıl oranında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu 16 yıllık süreçte kıyı alanının kara yönünde -3.76 ha gerileme gösterdiği, kıyı çizgisi uzunluğunun ise 16 m arttığı hesaplanmıştır (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla (34.12 m) eski nehir ağzında gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise en fazla (-71.20 m) güncel Küçük Menderes Nehri ağzında ve Eleman Bataklığı kıyılarında gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.20). Bu dönemdeki kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimlerinin de hem doğal süreçler hem de antropojenik faaliyetler etkisi altında gerçekleştiği ancak antropojenik faaliyetler kaynaklı etkilerin kıyı değişiminde daha baskın olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma dönemindeki 1957 yılından 1993 yılına kadar delta alanı Küçük Menderes Nehri'nin getirdiği sedimentler ile büyümüş, 1993-2009 döneminden itibaren delta alanı büyümesi durmuş hatta küçülme sürecine girmiştir. Bu dönemde kıyı çizgisi ilerlemesinin hangi yıl durup hangi yıldan itibaren gerilemeye başladığı eldeki verilerin mevcudiyetinden kaynaklı tespit edilememiştir. Akarsular tarafından taşınan sediment miktarı delta kaynaklarının gelişimi açısından oldukça önemlidir (Kılar, 2018). Akarsular üzerine inşa edilen barajlar, delta alanlarında etkili olan en önemli antropojenik faaliyetlerdendir (Nilsson ve ark., 2005). Akarsu üzerine inşa edilen

barajlar, tuttukları su ve sediman miktarıyla akarsuyun aşağı çığırına daha az sediment ulaşmasına ve delta bölgeleri gelişiminin yavaşlaması, durması hatta gerilemesine neden olmaktadır (Meade ve ark., 1990; Kondolf, 1997; Vörösmarty ve ark., 2003; Syvitski ve Milliman, 2007; Kılar, 2018). Tağl ve Cürebal (2005), Açıkgoz (2010), Olgun (2012), Özpolat (2016), Kılar (2018), Oy (2019) da yaptıkları araştırmalarda, ülkemiz akarsuları üzerine inşa edilen barajların delta kıyılarında gerilemeye neden olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sahasındaki bu tür antropojenik faaliyete yönelik sonuçlar incelendiğinde; bu tespitlerin doğruluğunu bir kez daha kanıtlanmıştır. Küçük Menderes Nehri üzerine yapımına 1993 yılında başlanan ve 2007 yılında tamamlanan Beydağ Barajı, bu dönemdeki kıyı çizgisi gerilemesinin ana nedenini oluşturmaktadır. Baraj inşasının tamamlanması ile Küçük Menderes Nehri tarafından taşınan alüviyal/sedimentler tutulmaya başlanmış ve delta gelişimini büyük ölçüde etkilemiştir. Hatta kıyı akıntıları ve rüzgâr etkisi ile delta kıyılarında gerileme gözlemlenmiştir. Kılar (2018), nehir ağzı ve çevresinde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin, özellikle nehrin akış hızı ve sediment miktarı değişiminden doğrudan etkilendiğini ifade etmiştir. Nitekim, 1993-2009 dönemi arası kıyı çizgisi gerilemesinin en fazla güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu dönem kıyı çizgisi gerilemesinin sadece baraj yapımından kaynaklanmadığı, artan sulu tarım faaliyetleri sonucu nehir yatağından su çekilmesinin de kıyı çizgisi değişimine neden olduğu anlaşılmıştır. Sütgibi (2009) ve Kuleli (2010), tarımsal sulama gibi insan faaliyetlerinin de nehir tarafından taşınan sediman miktarına etki ettiğini ve delta kıyılarında toprak kaybına neden olduğunu açıklamışlardır. Gülersoy ve Çelik (2014) yaptıkları çalışmada, 1984 ile 2012 yılları arası Küçük Menderes Havzası arazi kullanımını incelemişler ve sulu tarım alanlarının %113 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Kahveci (2012), Küçük Menderes Deltası'nda tarımsal etkinliğin yaygın olması ve sulu tarım yapılması nedeniyle akarsu yataklarına bile kuyular açılarak kontrolsüz sulama yapıldığını ifade etmiştir. Bu bakımdan 1993-2009 döneminde tespit edilen kıyı çizgisi değişimi, temel olarak nehir üzerine yapılan Beydağ Barajı ve tarımsal faaliyetler ekseninde gelişmiştir.

Bu dönemdeki kıyı çizgisi değişimine neden olan baraj inşası ve tarımsal sulama faaliyetlerinin dışında, Pamucak sahiline inşa edilen iki turizm tesisinin bu bölgede kıyı çizgisi değişimine neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20). 1993 ve 2009 tarihli ortofoto haritalar incelendiğinde; 1993 yılına ait ortofoto haritada Adagöl lagününün deniz ile bağlantısı yok iken 2009 yılına ait ortofoto haritada lagünün, kanal açılarak deniz ile bağlantısının sağlandığı görülmektedir. Bu antropojenik faaliyet kaynaklı

değişimin, bölgede kıyı çizgisi gerilemesine neden olduğu tespit edilmiştir. 1993 ve 2009 dönemi kıyı çizgisi ilerlemesi az miktarda ve sadece güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasında tespit edilmiştir. Bu birikim alanı nehrin bu dönemde biriktirme yaptığını değil aksine 1993 tarihli ortofoto haritada görülen nehir ağzı çıkıntı alanının bu dönemde erozyona uğraması sonucu delta kıyılarında etkili olan kuzeybatı yönlü dalga ve rüzgâr etkisinde bu bölgeye taşındığını göstermektedir.

Efes Antik Kanal Projesi'nin ilk adımı olan antik liman rekonstrüksiyonu çalışması 2008 yılında tamamlanmıştır. Bu çalışma kapsamında eski nehir ağzının kuzeyine 60 m uzunluğunda iskele inşa edilmiş, nehir yatağı içerisine balıkçı barınağı yapılmış ve kapalı kum barındaki eski nehir ağzı yeniden düzenlenerek kanal denize açılmıştır. Uçar (2016) yaptığı araştırmanın kapsadığı zaman diliminde, bu rekonstrüksiyon çalışmasının Küçük Menderes Deltası kıyı şeridindeki en önemli yapay faaliyet olduğunu belirtmiştir. İskele inşası sonrasında, iskelenin kuzey kesiminde kıyı çizgisi ilerlemesi (32 m) meydana gelmiştir (Şekil 4.20).

2009 ve 2018 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; kıyı çizgisinin ortalama -2.17 m gerilediği ve ortalama -0.24 m/yıl oranında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bu dönemde Küçük Menderes Nehri tarafından taşınan sediman miktarındaki azalmaya bağlı olarak kıyı alanının kara yönünde -2.44 ha küçüldüğü; kıyı çizgisi uzunluğunun ise 6 m arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla (44.52 m) güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise en fazla (-48.67 m) güncel nehir ağzında meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Delta kıyıları bu dönemde de erozyona uğramaya devam etmiştir. Çalışma sahasının bu dönemdeki ortalama kıyı çizgisi değişim oranı (-0.24 m/yıl), 1993-2009 dönemi ortalama değişim oranı (-0.22 m/yıl) ile yakınlık göstermektedir. 9 yıllık süreç içerisinde Küçük Menderes Nehri ana yatağı ve yan yataklarında çeşitli düzenlemeler yapılmış ve doğallığını kaybetmiştir. 2011 yılında Küçük Menderes Yan Dereler Yukarı Havza Islahı, 2014 yılında Küçük Menderes Sulama Projesi, 2015 yılında Küçük Menderes Nehri Ana Yatak Taşkın Koruma, 2017 yılında Küçük Menderes Nehri Ana Yatak Düzenlemesi ve Küçük Menderes Nehri Ana Yatak Şevlerinin Tahkimatı çalışmaları yapılarak nehir yatağına çeşitli müdahalelerde bulunulmuştur. 2014 yılındaki çalışma kapsamında, Beydağ Barajı çıkışından Gökçen beldesi mevkiine kadar olan bölümde başlatılan çalışmalarla 37 km'lik kıvrımlı nehir yatağı, yeniden belirlenen kıvrımsız güzergâhla 7.5 km kısaltılarak 29.5 km'ye düşürülmüştür (Tarım ve Orman

Bakanlığı, 2019). Bu çalışmalara bağlı olarak bu dönemdeki en fazla kıyı çizgisi gerilemesi, güncel Küçük Menderes Nehri ağzında tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Kıyı çizgisi gerilemesinin başlamadığı 1993 tarihli ortofoto harita ile 2018 tarihli ortofoto harita incelendiğinde; 1993 yılında nehrin ağız kesiminde belirgin bir çıkıntı/burun gözlemlenirken, 2018 yılında bu çıkıntının düzleştiği görülmektedir. Küçük Menderes Nehri tarafından taşınan sediman miktarının; baraj yapımı, nehir yatağı düzenlemesi ve tarımsal amaçlı su kullanımı gibi antropojenik faaliyetlerin etkisinde azalmasından dolayı Eleman Bataklığı kıyıları da erozyona uğramıştır. Bu dönemde güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümde birikmenin devam ettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Bu doğal süreçler etkisinde gözlemlenen bir birikim değildir. Nehrin ağız kısmının erozyona uğraması sonucu ortaya çıkan erozyon kalıntılarının kuzeybatı yönlü kıyı akıntılarıyla bu bölgeden taşındığını göstermektedir. Eski nehir ağzına inşa edilen iskele, ağzın kuzey kesimindeki kıyı alanının birikmesini devam ettirmektedir. 9 yıllık süreç içerisinde Pamucak sahilinin bir kesiminde erozyon meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Bu kıyı çizgisi gerilemesinin, Pamucak sahili kıyılarına yapılan turistik tesis inşası sırasında delta kıyılarından kum alımı yapılması kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Adagöl lagününün kanal ile denize bağlanmasının etkisi bu dönemde devam etmektedir. Yoncaköy sahilinde de antropojenik faaliyetler kaynaklı kıyı çizgisi gerilemesi gözlemlenmektedir.

2018 ve 2020 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; kıyı çizgisinin bu kısa dönemde ortalama -1.74 m gerilediği ve ortalama -0.96 m/yıl oranında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu 2 yıllık kısa süreçte kıyı alanının kara yönünde -2.38 ha gerileme gösterdiği; kıyı çizgisi uzunluğunun ise 60 m arttığı hesaplanmıştır (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kıyı çizgisi ilerlemesinin en fazla (13.78 m) eski nehir ağzının hemen kuzeyinde gerçekleştiği; kıyı çizgisi gerilemesinin ise en fazla (-23.07 m) Eleman Bataklığı kıyısı ve güncel nehir ağzının kuzeyinde meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.26). Bu dönemde ortalama kıyı çizgisi gerileme hızı bir önceki döneme göre artmıştır. Bu durumun, Beydağ Barajına ek olarak 2011 yılında inşaatına başlanan ve 2018 yılında işletmeye alınan Burgaz Barajı ve Bademli Göleti'nden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde Küçük Menderes Nehri tarafından taşınan sedimanların hem Beydağ Barajı hem de Burgaz Barajı'nda tutulmaya başlanması, Küçük Menderes Deltası'na ulaşan sediment miktarını da azalttığı düşünülmektedir. Nitekim, Özpolat (2016)'da araştırmasında aynı savı savunmaktadır. Deltaya ulaşan sediment miktarının azalması, güncel nehir ağzında

oldukça hızlı (ortalama -4.71 m/yıl) bir gerilemeye neden olmuş olabilir. Çalışma sahası, incelenen dönemler arasında en fazla gerilemeye (ortalama -0.96 m/yıl) bu dönemde maruz kalmıştır. Güncel nehir ağzının düzleşmesinden kaynaklı, kuzeybatı yönlü kıyı akıntıları ile taşınan malzemede azalmış ve güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölümünde ilerleme hızı azalmış, bazı kesimlerinde erozyon meydana gelmiştir. 1993-2009 döneminden beri erozyona uğrayan delta kıyıları, girintili çıkıntılı yapıya sahip olmuştur. Bu durum, 1993 yılına göre 2020 yılı kıyı toplam kıyı çizgisi uzunluğunu 81 m arttırmıştır. Nitekim Uzun (2014) araştırmasında, erozyon sonucu kıyının girintili çıkıntılı bir yapı oluşturmalarının kıyı çizgisi uzunluğunun artmasına neden olduğunu ifade etmiştir. Bu dönemde, Efes Antik Kanal Projesi kapsamında 1. etap çalışmaları başlamıştır. İlk etapta, antik limana yatların girişini sağlamak için eski nehir ağzına 600 m uzunluğunda, 30 m genişliğinde ve 5 m derinliğinde giriş kanalı; 250 m uzunluğunda ve 100 m genişliğinde yat limanı ve Pamucak sahiline mendirek yapılacağı ifade edilmiştir (URL-1, 2020). Projenin 2. etabında ise Efes Antik Kenti'ne kadarki yatak kısmında düzenleme ve temizlik çalışması yapılacağı bildirilmiştir. Devlet Su İşleri (DSİ) 2. Bölge müdürü Birol Çınar, 1. etap çalışması kapsamında nehir ağzının düzenlendiği ve fore kazık çakma işlemlerinin devam ettiğini açıklamıştır (URL-2, 2021). 2018 ve 2020 yılları arası eski nehir ağzında tespit edilen kıyı çizgisi gerilemesinin bu çalışmalar kapsamında meydana geldiği düşünülmektedir. Bu dönemde Adagöl kıyısına inşa edilen dalgakıranın, kıyı erozyonunu önlediği ve kıyıda birikime neden olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sahası kısa dönemli kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişim miktarı/oranı benzerlikleri ve farklılıkları incelendiğinde; 1957 yılından 1993 yılına kadarki süreçte delta kıyılarının doğal süreçler etkisinde şekillendiği ve karadan denize doğru büyüme gösterdiği tespit edilmiştir. Delta kıyıları ve Küçük Menderes Nehri üzerinde artan antropojenik faaliyetler sonucu 1993-2009 döneminden günümüze kadar delta kıyılarının erozyona uğradığı ve denizden karaya doğru değişim gösterdiği belirlenmiştir. Antropojenik faaliyetlerin, delta kıyısı üzerindeki etkisi dikkate alınmaz ise kıyı erozyonunun artarak devam edeceği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, çalışma sahasının kısa dönemli değişimleri incelendiğinde; hem birikim hem de erozyon kaynaklı kıyı çizgisi değişiminin en fazla güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durum, güncel Küçük Menderes Nehri ağzı ve çevresinin, Küçük Menderes Nehri akış hızı ve taşınan sediman miktarından doğrudan etkilendiğini kanıtlamaktadır.

1957 ve 2020 yılları arası kıyı çizgisi ve kıyı alanında tespit edilen değişimler incelendiğinde; Küçük Menderes Deltası ve yakın çevresinin ortalama 27 m ilerlediği, kıyı çizgisi değişim oranı ortalamasının 0.42 m/yıl olduğu, toplam 57 ha alanın değişime uğradığı ve net 37 ha alanın karadan denize doğru birikim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Nitekim, Gökçen ve ark., (1990)'da, kıyı çizgisi değişim oranını ortalama 0.2 m/yıl olarak hesaplamıştır. Bu analiz sonuçları delta oluşumunun yavaş olduğunu göstermektedir. Son yüzyılda delta oluşumunun yavaş olması; 1934 yılında inşa edilen güncel drenaj kanalının nehri kuzey ve güney kol olarak ikiye bölmüş olması, deltayı çevreleyen kuzey ve güney yamaçların kalker ve mermer gibi çatlaklı ve eriyebilen karbonatlı kayalardan oluştuğu için aşındırma ve alüvyon miktarının sınırlı olması, deltanın doğu kesimindeki Belevi Boğazından içeride kalan bölümde boğaz etkisiyle daha fazla ve daha büyük boyutta sediman birikmiş olmasına rağmen Küçük Menderes Deltası'na az ve küçük boyutlu sediman ulaşması, havzadaki su seviyesi değişiminin giderek azalması (1968-1985 yılları arasında 30 m, 1995 yılında 60 m, 2009 yılında 100 m, 2015 yılında 150 m azaldığı) ve nehir akım rejiminin büyük ölçüde değişmesinden (1952-1986 yılları arasında ortalama akım 13.9 m³/sn, 1972-1984 yılları arasında ortalama 14.0 m³/sn, 2005 yılı ortalama akım 11.45 m³/sn) kaynaklandığı düşünülmektedir (Gökçen ve ark., 1990; Öner, 1997; EİE, 1984; EİE, 1993; Muslu, 2005). Literatürde, kıyı çizgisi değişimindeki erozyon/birikirme süreçlerinin esas olarak alçak ve kumlu sahillerde yoğunlaştığını, sert kayalık ve uçurum kıyılarının ise genellikle sabit kaldığını ifade etmektedir (Ricchetti ve ark., 2004; Oyedotun, 2014; Jonah ve ark., 2016). Nitekim, çalışma sahası 1957 ve 2020 yılları arası kıyı çizgisi değişim analizinde de kayalık ve uçurum kenarlarının sabit kaldığı, alçak kumlu sahillerde (Eleman Bataklığı kıyısı, güncel nehir ağzı, güncel nehir ağzı ile eski nehir ağzı arasındaki bölge, Pamucak sahili) ise hızlı değişime bağlı olarak erozyon/birikim meydana geldiği belirlenmiştir. Adagöl kıyılarında, turizm tesisi yapımı ve lagün alanının kanal ile denize bağlanması sonucu kıyı çizgisi gerilemesi tespit edilmiştir. Araştırma sonucu elde edilen sonuçlar, Uçar (2016)'ın çalışması ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Aradaki azami farklılığın muhtemel nedeni; araştırılan dönemlerin, değişim analizi yöntemlerinin, kullanılan verilerin mekânsal çözünürlüğünün farklı olmasından ve bu çalışmada kıyı çizgisi değişimi Küçük Menderes Deltası ve yakın çevresi için hesaplanırken; Uçar (2016) çalışmasında delta kıyılarının bir bölümünü hesaplamasından kaynaklanmaktadır.

Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin, gelecekteki (2030 ve 2040 yılı) konum değişimlerinin tahmin edilmesi incelendiğinde; delta alanının 2020-2030 yılları arası net 10.63 ha; 2020-2040 yılları arası ise net 16.16 ha büyüme göstereceği tespit edilmiştir. Bu tahminler kompleks morfolojik etkiler dikkate alınmadan, geçmiş yıllara ait kıyı çizgisi verileri kullanılarak hesaplanan aşınma ve birikme oranlı yıllık ortalamasının doğrusal bir eğilime dönüştürülmesi ile hesaplanmaktadır (Douglas ve ark., 1998; Davidson ve ark., 2010). Bu çalışmadaki, 2030 ve 2040 yılı kıyı çizgilerinin tahmin edilmesinde, Küçük Menderes Nehri ana yatağı ve yan yatağına inşa edilecek barajlar, göletler, kanallar vb. tesisler, eski nehir yatağında gerçekleştirilecek Efes Antik Kanal Projesi gibi antropojenik faaliyetlerin ve deniz seviyesi yükselmesi, gelgit oluşumu vb. doğal süreçlerin etkisi dikkate alınmadan hesaplanmıştır. 2040 yılı kıyı çizgisinin, Yoncaköy sahilindeki günübirlik tesis alanları ve Adagöl kıyısındaki Tusan Beach Resort Otel tesisi içlerine kadar gerileceği tahmin edilmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Kıyı alanları, tarih boyunca insanlığın en önemli kullanım alanlarından biri olmuştur. Bu alanların sunmuş olduğu zengin doğal kaynakları ve biyolojik çeşitliliğinin yanı sıra gelişen teknoloji ve Sanayi Devrimi sonrası yaşanan toplumsal gelişmeler, kıyı alanlarının ekonomik amaçlı kullanımını da şekillendirmiş; ulaşım, ticaret, sanayi, turizm, konut gibi toplumun tüm ihtiyaçlarına cevap veren etkinliklerin kıyı alanında yoğunlaşmasına neden olmuştur. Doğal süreçler ve sayılan tüm bu antropojenik faaliyetler, kıyı alanları üzerinde dozu her geçen gün artan baskılar oluşturmuş ve bu alanların sürekli değişmesine neden olmuştur. Kıyı alanında gerçekleşen bu önemli değişimlerden birisi de kıyı çizgisi değişimleridir. Kıyı çizgisi, Uluslararası Coğrafi Veri Komitesi tarafından yeryüzündeki en önemli 27 coğrafi belirleyiciden biri olarak kabul edilen, kara ve su ortamının etkileşim sahasında bulunması ve üzerinde birçok faktörün etkisi olmasından dolayı kıyı alanındaki en dinamik özelliklerden birisi olarak tanımlanmaktadır. Hem kıyı yöneticileri hem de kıyı bilim insanları ve mühendisler “kıyı çizginin geçmişte nerede olduğunu; şu an nerede olduğu ve gelecekte nerede olacağı” hakkında bilgi sahibi olmak isterler. Bu nedenle, kıyı çizgisi konumu ve şeklindeki değişimlerin belirlenmesi ve izlenmesi çalışmaları; kıyı erozyon ve birikim süreçlerinin tespit edilmesi, delta gelişiminin incelenmesi, kıyı mühendislik yapılarının kıyıya etkisinin araştırılması, kıyının dinamik yapısının anlaşılması ve BKAY ile ilgili planlama, politika ve stratejilerin belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Kırılgan ve hassas bir ekosisteme sahip olan delta kıyıları, kıyı çizgisi değişimlerinin en yoğun gerçekleştiği coğrafi alanlardan birisidir. Deltaların kıyı alanında gerçekleşecek en ufak kıyı değişimleri, kıyı alanını etkilemesinin yanı sıra, delta alanının tamamını, bu alan içerisindeki lagünleri ve birçok biyocoğrafya unsurunu etkilemektedir (Sütgibi, 2009). Bu nedenle delta kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve sürekli izlenmesi, kıyı çizgisi gelecek konumunun tahmin edilmesine yönelik çalışmalar yapılması ve buna istinaden uzun dönemli kıyı alanları planlarının hazırlanması ve gerekli önlemlerin alınması delta kıyılarının sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Ülkemizin önemli doğal kaynaklarından biri olan Küçük Menderes Deltası, kıyı çizgisi değişimlerinin gözlenmesi ve etkilerinin anlaşılmasında iyi bir örnek teşkil edeceği düşüncesiyle araştırma sahası olarak seçilmiş ve analiz edilmiştir.

Bu çalışmada, farklı tarihlere ait ortofoto haritalar kullanılarak Küçük Menderes Deltası'nda meydana gelen uzun ve kısa dönemli kıyı çizgisi değişimleri ve delta kıyısının gelecekteki konumunun tahmin edilmesine yönelik ayrıntılı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ortofoto haritalar üzerinde YSS gösterge özelliği dikkate alınarak kıyı çizgileri sayısallaştırılmış, DSAS aracının NSM, SCE, EPR ve LRR yöntemleri ile kıyı çizgisi değişimleri analiz edilmiş ve DSAS aracının genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi uygulanarak Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin gelecekteki konumu tahmin edilmiştir.

Uzun dönemli (1957-2020) kıyı çizgisi değişimleri incelendiğinde; maksimum kıyı çizgisi değişim mesafesinin NSM yöntemi ile 248.99 m, SCE yöntemi ile ise 302.16 m olduğu; maksimum kıyı çizgisi değişim oranının EPR yöntemi ile 3.96 m/yıl, LRR yöntemi ile ise 3.65 m/yıl olduğu tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde delta kıyı alanının 37.01 ha büyüdüğü belirlenmiştir. 63 yıllık dönem içerisinde Küçük Menderes Delta kıyı alanının, hem doğal süreçler hem de antropojenik faaliyetler etkisinde karadan denize doğru ilerleme gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sahasındaki kıyı çizgisi değişimlerinin alçak ve kumlu sahiller ile güncel nehir ağzında yoğunlaştığı, sert kayalık ve uçurum kenarlarında ise sabit kaldığı gözlemlenmiştir.

Kısa dönemli kıyı çizgisi değişim sonuçları incelendiğinde; ortalama kıyı çizgisi değişim oranı, EPR yöntemi ile 1957-1964 döneminde 0.97 m/yıl, 1964-1972 döneminde 0.77 m/yıl, 1972-1993 dönemi 0.99 m/yıl olduğu ve değişim oranlarının birbirine yakınlık gösterdiği gözlemlenmiştir. 1957 yılından 1993 yılına kadarki bu süreçte delta kıyıların daha çok doğal süreçler etkisi altında şekillendiği ve delta alanının denize doğru ilerleme gösterdiği tespit edilmiştir. 1993 yılından sonra delta alanında artan sulı tarım faaliyetleri, turistik tesis yapımları, baraj inşaatları, nehir yatağı düzenleme çalışmaları ve kıyı mühendislik yapıları ve projeleri gibi antropojenik faaliyetler sonucu delta alanındaki büyümenin durduğu ve günümüzde denizden karaya doğru gerileme gösterdiği tespit edilmiştir. Kısa dönemli kıyı çizgisi erozyon ve birikim değişimlerinin en fazla güncel Küçük Menderes Nehri ağzında gerçekleştiği, bu durumun nehir akış hızı ve taşınan sediman miktarındaki değişimden kaynaklandığı belirlenmiştir. Çalışmaların sonucunda, Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisi değişimlerinde doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler kaynaklı önemli morfolojik, ekolojik ve mekânsal değişimlerin meydana geldiği ve delta kıyısının oldukça dinamik bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kıyı çizgisi gelecek konumunun tahmin edilmesine yönelik çalışmanın sonucunda, hesaplanan değişim oranlarının, mevcut koşullarda ve kompleks morfolojik etkiler dikkate alınmadan devam etmesi durumunda Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin 10 ve 20 yıl sonraki tahmini konumunun bazı bölgelerde ilerleme bazı bölgelerde ise gerileme göstereceği, delta alanının 10 yıl sonra 10.63 ha, 20 yıl sonra ise 16.16 ha büyüme göstereceği tespit edilmiştir. Küçük Menderes Deltası kıyılarında, 63 yıllık süreç içerisindeki mevcut olan koşulların benzer etkilerde devam etmesi durumunda 2030 ve 2040 yıllarında delta kıyı çizgisinde önemli değişimlerin meydana geleceği ve bu değişimlerin delta jeomorfolojisini, ekolojisini, hidrografyasını ve mekânsal kullanımını büyük ölçüde değiştireceği gözlemlenmiştir.

5.2. Öneriler

Küçük Menderes Deltası kıyıları ve ülkemizin deniz, göl ve akarsu kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimleri etkilerinin belirlenmesi ve delta kıyı alanlarının sürdürülebilirliğinin artırılması için kıyı alanları ile ilgili bazı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalar;

- BKAY kapsamında, tüm ülke kıyı çizgilerinin belirlenmesi, doğal süreçler ve antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan kıyı çizgisi değişimlerinin tespit edilmesi ve sürekli izleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, hassas ve kırılgan bir ekosistem olan ve hızlı kıyı çizgisi değişimlerine maruz kalan delta kıyılarına ve korunacak alanlara öncelik verilmelidir. Kıyı çizgisi değişimlerinin sürekli izlenmesi ile ortaya çıkan sonuçların raporlanarak belirli zaman aralıklarında kamuoyu ile paylaşılması gerekmektedir.
- Kıyı alanları yönetimi kapsamında gerçekleştirilecek kıyı çizgisi çalışmaları güncel, doğru, hızlı ve maliyeti düşük bilgi gerektirmektedir. Bu çalışma, kıyı çizgisi değişimi araştırmalarında; fotogrametri, UA ve CBS teknolojileri kullanımının oldukça yararlı olduğunu açıkça göstermektedir.
- Kıyı çizgisi değişimi çalışmalarına ilişkin üretilen ve kullanılan verilerde, uluslararası standartlar incelenmeli ve ortak bir veri standardı oluşturulmalıdır.

- Kurumsal düzeyde kısa ve uzun dönemli kıyı çizgisi değişimi sonuçlarına yönelik ‘kıyı risk haritaları’ hazırlanmalı, mekânsal planlama çalışmaları ve yatırım programları için veri oluşturulmalıdır.
- 3621 sayılı Kıyı Kanunu’nda kıyı çizgisi, sabit bir çizgi olarak tanımlanmıştır. Halbuki, kıyı çizgisinin sabit bir çizgi olmayıp, doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler etkisinde kısa ve uzun dönemli değişimler gösterebileceği temel ilke kabul edilerek “bütünleşik kıyı alanları yönetimi ve planlama çalışmalarında, bu kriterler ve kıyı alanı jeomorfolojik özellikleri dikkate alınarak kıyı kenar çizgisi ve sahil şeridi mesafesi belirlenmeli”, kıyı alanı değişiminin hızlı olduğu bölgelerde (özellikle delta alanlarında) öncelik verilmek üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sorumluluğunda ve 20 yıl aralıklarla kıyı kenar çizgisi güncelleme çalışmalarının yapılması sağlanmalıdır.
- Delta kıyı çizgisi değişimlerine neden olan faktörlerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Küçük Menderes Deltası kıyı alanına inşa edilecek turistik tesislerin ve ikincil konutların yapımında kıyıdan kum ile çakıl alımına izin verilmemeli, saha denetimleri sıklaştırılmalıdır. Ayrıca, Küçük Menderes Nehri ve yan kolları özelinde olmak üzere, yapılacak her tür yatak düzenleme ve yatak şevlerinin tahkimatı çalışmalarında akarsu yatağından malzeme alımına izin verilmemelidir.
- Küçük Menderes Nehri üzerine yapılmasına başlanan ve planlanan Ergenli, Rahmanlar, Uladı, Birgi ve Şirince Barajları inşasının delta kıyı alanına kısa, orta ve uzun vadeli olası etkileri araştırılmalı, ileriye dönük delta kıyı alanında tehdit oluşturacağı düşünülen barajların fizibilite çalışmaları özenle yapılmalı; gerekirse proje yapımından vazgeçilmeli ya da sediman taşımına izin verecek şekilde projelendirilmelidir.
- Küçük Menderes Delta kıyıları sahip olduğu biyolojik, hidrografik ve jeomorfolojik özellikler bakımından önemli ekosistemleri üzerinde barındırmaktadır. Delta kıyı alanında flora ve fauna zenginliğine sahip lagün ve bataklık alanlarının bulunması, kıyı çizgisi değişimlerinin daha da büyük öneme sahip olmasına neden olmaktadır. Son dönemde sayısı artan barajların delta alanında bulunan Eleman Bataklığı kıyılarında gerilemeye neden olması, bu bölgedeki flora ve fauna ekosistemini olumsuz etkilemeye devam edecektir. Bu

sebeple delta alanında kıyı çizgisi değişimlerinin bu bölgeye etkisi periyodik olarak izlenmeli ve gerekli koruma önlemleri alınmalıdır.

- Küçük Menderes Nehri'nin ağzı, 1934 yılında eski yatağından daha kuzeyde yer alan, 11 km uzunluğunda, düz ve yeterli kapasiteye sahip yeni yatağına aktarılmıştır. Bu yatak değişiminin kıyı alanını nasıl etkilediği bilimsel olarak incelenmeli, ileriye dönük benzeri yatak değişimi yer seçimi olaylarına gözlem ve karşılaştırma verisi oluşturulmalıdır.
- Efes Antik Kanal Projesi kapsamında inşa edilecek kıyı yapıları (yat limanı, mendirek, giriş kanalı) delta kıyılarının bütünlüğünü bozmayacak şekilde tasarlanmalı, bu yapıların delta kıyısına kısa, orta ve uzun vadeli potansiyel etkileri araştırılmalıdır.
- Bu tez çalışmasında, antropojenik etkiler dikkate alınmadan Küçük Menderes Deltası kıyılarının 2030 ve 2040 yılı kıyı çizgisi değişimleri tahmin edilmiştir. Efes Antik Kanal Projesi tamamlanıp zemine oturduğunda, tekrardan kıyı çizgisi tespiti yapılmalı ve bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılmalıdır. Karşılaştırma sonucunda, kanal projesinin kıyı alanına etkisi detaylıca incelenmelidir.
- 2040 yılı kıyı çizgisinin, Tusan Beach Resort otel içerisine kadar gerileyeceği tahmin edilmiştir. Bu tesis özelinde ama benzeri projeli yatırımlar ve mülkiyeti kullanımlar için “kıyı çizgisi gerilemesinin olası etkilerini önlemek” amacıyla gerekli çalışmaların yapılması ve tedbirlerin alınması sağlanmalıdır.
- Bu çalışmada, Küçük Menderes Deltası'nda meydana gelen değişimler ‘yıllık ve dönemlik’ bazda değerlendirilmiştir. Sonraki çalışmalarda, yıl içi değişimler de kendi içerisinde bilahare analiz edilmelidir. Böylelikle, mevsimsel değişimlerin kıyı çizgisi üzerindeki potansiyel etkilerinin ortaya çıkarılması sağlanmış olacaktır.
- Çalışma alanında “bir zamanlar liman kenti olup, kıyı çizgisi ilerlemesi sonucu alüvyonlarla dolarak kıyı içerisinde kalan ve dünya kültür mirası kapsamında değerlendirilen Efes Antik Kenti” bulunmaktadır. Günümüzde bu antik kent için ‘o dönemde kıyı çizgisinin nerede olduğuna’ yönelik jeolojik ve arkeolojik çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda, böylesi kültür mirası objelerin/mekânların olası kıyı çizgisi değişimlerinden ne yönde ve miktarda etkileneceklerine ilişkin uzun dönemli kıyı çizgisi değişim çalışmalarının

yapılması, ileri dönemde gerçekleştirilecek arkeolojik çalışmalar için bilgi envanteri sağlamış olacak ve bu çalışmalara yol gösterecektir.

- Antropojenik faaliyetlerin kıyı çizgisi değişimi üzerindeki etkileri ve bu değişimlerin delta alanındaki olası sonuçlarına yönelik; yerel yönetimler, kamu kurumları, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları arasında iş birliği yapılarak eğitsel etkinlikler (konferans, çalıştay, sempozyum) düzenlenmeli, bölge halkı bilinçlendirilmelidir. Keza, sahip olduğu tarihi ve kültürel değerlerle dünya çapında tanınan ve tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapan Küçük Menderes Deltası'nın sürdürülebilir kılınması, güçlendirilmesi ve gelecek nesillere aktarılması son derece önemlidir.



KAYNAKLAR

- Açıkgöz, G., 2010, Yumurtalık sulak alan sistemindeki kıyı değişimlerinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak tespiti, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Addo, K.A., Walkden, M., Mills, J.T., 2008, Detection, measurement and prediction of shoreline recession in Accra, Ghana, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 63(5), 543-558.
- Akdeniz, H.B. ve İnam, Ş., 2021, Türkiye’de yaşanan kıyı kenar çizgisi-mülkiyet sorunlarının örnek olaylarla değerlendirilmesi, *Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 9(1), 139-149.
- Akın, Ü., 1998, İdare hukuku açısından kıyıların tabi oldukları hukuki rejim, *Yetkin Yayınları*, Ankara.
- Akkaya, M.A., 2004, Türkiye’de kıyı alanları yönetimi ve hukuksal rejimi, Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Akpınar, K., 2019, Samsun ve Sinop illerinde kıyı yapılarının kıyıya etkilerinin CBS ile irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Akyarlı, A., Yüksel, Y., Çevik, E., Yalçiner, A.C., Güler, I., 2002, Kıyı bölgesi yönetimi ve sorunları, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 420-421-422, 65-68.
- Alberti, A., Pires, A., Freitas, L., Chamine, H., 2013, Shoreline change mapping along the coast of Galicia, Spain, *In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Maritime Engineering*, 166(3), 125-144.
- Alesheikh, A.A., Ghorbanali, A., Nouri, N., 2007, Coastline change detection using remote sensing, *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 4(1), 61-66.
- Ali, P.Y. and Narayana, A.C., 2015, Short-term morphological and shoreline changes at Trinkat Island, Andaman and Nicobar, India, after the 2004 tsunami, *Marine Geodesy*, 38(1), 26-39.
- Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M., Türk, T., 1997, Kuşadası Körfezi ile Büyük Menderes Deltası kıyı bandı oluşum özellikleri, *Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları I. Ulusal Konferansı*, Ankara, 747-755.
- Anal, A.A., 2001, Kıyı mevzuatının dünü-bugünü, *Maliye Bakanlığı, Milli Emlak Kontrolörleri Kurulu Başkanlığı*, Yayınlanmamış Ders Notu.
- 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.
- Anker, H.T., Nellemann, V., Sverdrup-Jensen, S., 2004, Coastal zone management in Denmark: ways and means for further integration, *Ocean & Coastal Management*, 47(9-10), 495-513.

- Arockiaraj, S., Kankara, R.S., Dora, G.U., Sathish, S., 2018, Estimation of seasonal morpho-sedimentary changes at headland bound and exposed beaches along South Maharashtra, West coast of India, *Environmental Earth Sciences*, 77(17), 1-16.
- Avcı, K.M., Erkal, T., San, B.T., 2003, Yeşilırmak Deltası kıyı çizgisi değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemi ile incelenmesi, *Maden Tetkik ve Arama (MTA), Rapor No:10612, Ankara*.
- Avcı, S., 2017, Kıyı alanların kullanımında beşerî faktörler, içinde yasal ve bilimsel boyutları ile kıyı, *Jeomorfoloji Derneği Yayını*, 117-146.
- Aydın, M., 2013, Kıyı çizgisi değişiminin izlenmesi ve risk analizi: Sakarya-Karasu örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.
- Bagli, S. and Soille, P., 2003, Morphological automatic extraction of coastline from pan European Landsat TM images, *In Proceedings of the Fifth International Symposium on GIS and Computer Cartography for Coastal Zone Management*, Genova.
- Bahar, Ö., 2007, Türkiye için bütünleşik kıyı alanları yönetimi ve denizel konumsal veri altyapısının önemi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Baig, M.R.I., Ahmad, I.A., Shahfahad-Tayyab, M., Rahman, A., 2020, Analysis of shoreline changes in Vishakhapatnam coastal tract of Andhra Pradesh, India: an application of digital shoreline analysis system (DSAS), *Annals of GIS*, 26(4), 361-376.
- BaMasoud A. and Byrne, M.L., 2011, Analysis of shoreline changes (1959-2014) in point Pelee National Park, Canada, *Journal of Environment and Geoinformatics*, 2(3), 1-6.
- Basiouny, M.E., El Kafrawy, S.B., Ghanem, E.A., Taha, A.S., 2017, Shoreline change rate detection and future prediction using remote sensing and GIS techniques: a case study of Ras El-Hekma, North Western Coast, Egypt, *JGEESI*, 9(3), 1-14.
- Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında, K., 1950, 5516 sayılı Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun, Kabul Tarihi: 18.01.1950, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 23.01.1950, Sayısı: 7413.
- Bayram, B., Janpaule, I., Oğurlu, M., Bozkurt, S., Reis, H.C., Şeker, D.Z., 2015, Shoreline extraction and change detection using 1:5000 scale orthophoto maps: a case study of Latvia-Riga, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 2(3), 1-6.
- Belediye, K., 1930, 1580 sayılı Belediye Kanunu, Kabul Tarihi: 03.04.1930, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 14.04.1930, Sayısı: 1471, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 3, Cildi: 11.

- Belediye ve Yapı Yollar, K., 1933, 2290 sayılı Belediye ve Yapı Yollar Kanunu, Kabul Tarihi: 10.06.1933, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 21.06.1933, Sayısı: 2433.
- Boak, E.H. and Turner, I.L., 2005, Shoreline definition and detection: a review, *Journal of Coastal Research*, 21(4(214)), 688-703.
- Boer, E.L. and Oele, A.C., 2018, Determination of shoreline change along the East-Java coast, using digital shoreline analysis system, *The 5th International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Enviromental and Natural Disaster Management*, Surabaya.
- Bolca, M., Altınba, U., Kurucus, Y., Esetlili, M.T., 2005, Determination of change detection of landscape of the Küçük Menderes Delta using GIS and the remote sensing techniques, *Journal of Applied Sciences*, 5(4), 659-665.
- Bowen, R.E. and Riley, C., 2003, Socio-economic indicators and integrated coastal management, *Ocean & Management*, 46(3-4), 299-312.
- Çeker, O., 1985, Arazi Kanunnamesi, *Ebru Yayınları, Yayın No:4*, İstanbul.
- Çetin, H., Bal, Y., Demirkol C., 1999, Engineering and environmental effects of coastline changes in Turkey, northeastern Mediterranean, *Environmental & Engineering Geoscience*, 3, 315-330.
- Ceylan, M. ve Maktav, D., 2012, Uzaktan algılama ve CBS ile kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi: İzmit Körfezi örneği, *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, Zonguldak.
- Chand, P. and Acharya, P., 2010, Shoreline change and sea level rise along coast of Bhitarkanika wildlife sanctuary, Orissa: an analytical approach of remote sensing and statistical techniques, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1(3), 436-455.
- Chen, L.C., 1998, Detection of shoreline changes for tideland areas using multi-temporal satellite images, *International Journal of Remote Sensing*, 19(17), 3383-3397.
- Cicin-Sain, B. and Knecht, R.W., 1998, Integrated coastal and ocean management: concepts and practices, Island Press, Washington DC.
- Cin, H., 1981, Osmanlı Devleti'nde kıyıların hukuki rejimi, Seha L. Meray'a armağan, *A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayını*, 85-90.
- Ciritci, D., 2020, İzmit Körfezi kıyı değişiminin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleriyle otomatik belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas.

- Ciritci, D. ve Türk, T., 2020, Analysis of coastal changes using remote sensing and geographical information systems in the Gulf of İzmit, *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-18.
- Crawford, T.W., Rahman, M.K., Miah, M.G., Islam, M.R., Paul, B.K., Curtis, S., Islam, M.S., 2021, Coupled adaptive cycles of shoreline change and households in deltaic Bangladesh: analysis of a 30-year shoreline change record and recent population impacts, *Annals of the American Association of Geographers*, 111(4), 1002-1024.
- Crowell, M., Leatherman, S.P., Buckley, M.K., 1991, Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy, *Journal of Coastal Research*, 839-852.
- Crowell, M., Douglas, B.C., Leatherman, S.P., 1997, On forecasting future US shoreline positions: a test of algorithms, *Journal of Coastal Research*, 1245-1255.
- Çoban, H., Şevval, K., Kale, M.M., 2020, Çoruh Deltası (Gürcistan/Batum) kıyı çizgisi değişimi (1984-2019), *International Journal of Geography and Geography Education*, 42, 589-601.
- Çölkesen, İ. ve Sesli, F.A., 2007, Kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal değişimlerin bilgi teknolojileri ile belirlenmesi: Trabzon örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Trabzon.
- Dada, O.A., Agbaje, A.O., Adesina, R.B., Asiwaju-Bello, Y.A., 2019, Effect of coastal land use change on coastline dynamics along the Nigerian Transgressive Mahin mud coast, *Ocean & Coastal Management*, 168, 251-264.
- Davidson, M.A., Lewis, R.P., Turner, I.L., 2010, Forecasting seasonal to multi-year shoreline change, *Coastal Engineering*, 57(6), 620-629.
- Dewi, R.S., Bijker, W., Stein, A., Marfai, M.A., 2016, Fuzzy classification for shoreline change monitoring in a part of the northern coastal area of Java, Indonesia, *Remote Sensing*, 8(3), 190-215.
- Dewidar, K., 2011, Changes in the shoreline position caused by natural processes for coastline of Marsa-Alam-Hamata, Red Sea, Egypt, *International Journal of Geosciences*, 2(4), 523-529.
- Dipova, N., 2020, Boğaçay (Antalya) sediment taşınımı ve Konyaaltı kıyı çizgisi ilişkisinin görüntü işleme teknikleriyle incelenmesi, *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 10-23.
- Doğan, E., Burak, S., Akkaya, M.A., 2005, Türkiye kıyıları; kavramsal tanımlama, planlama, kullanım, *Beta Basım Dağ. Şti.*, İstanbul.
- Doğan, İ., 2008, Uzaktan algılama verileri ile kıyı çizgisi değişiminin zamansal olarak belirlenmesi: Alaçatı örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- Dolan, R., Fenster, M.S., Holme, S.J., 1991, Temporal analysis of shoreline recession and accretion, *Journal of Coastal Research*, 723-744.
- Douglas, B.C., Crowell, M., Leatherman, S.P., 1998, Considerations for shoreline position prediction, *Journal of Coastal Research*, 14(3), 1025-1033.
- Douglas, B.C. and Crowell, M., 2000, Long-term shoreline position prediction and error propagation, *Journal of Coastal Research*, 16(1), 145-152.
- Dönmez, Y., 1984, Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları, *Coğrafya Enstitüsü Yayın*, 102.
- Duru, B., 2003, Kıyı politikası, kıyı yönetiminde bütünleşik yaklaşımlar ve ulusal kıyı politikası, *Mülkiyeliler Birliği Vakfı Yayınları*, Ankara.
- Duru, U., 2017, Shoreline change assessment using multi-temporal satellite images: a case study of Lake Sapanca, NW Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(8), 1-14.
- Durukan, M., 1997, Kıyı alanları konusunda ulusal mevzuat ve idari yapı, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı*, Ankara.
- Eisma, D., 1977, Selçuk yakınlarındaki kumsal (plaj) sırtları, *Jeomorfoloji Dergisi*, 6, 149-167.
- Eke, F., 1995, Kıyı mevzuatının gelişimi ve planlama, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Ekercin, S., 2000, Meriç Nehri kıyı çizgisi ve deltanın uydu verileri yardımı ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- El-Asmar, H.M. and Hereher, M.E., 2011, Change detection of the coastal zone east of the Nile Delta using remote sensing, *Environ Earth Sci*, 62(4), 769-777.
- El Banna, M.M. and Hereher, M.E., 2009, Detecting temporal shoreline changes and erosion/accretion rates, using remote sensing and their associated sediment characteristics along the coast of North Sinai, Egypt, *Environ. Geol.*, 58(7), 1419-1427.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 1984, Su akım neticeleri, *EİE*, Ankara.
- Elektirik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 1993, Türkiye akarsularında sediment gözlemleri ve sediment taşınım miktarları, *EİE*, Ankara.
- Emran, A., Rob, M.A., Kabir, M.H., Islam, M.N., 2016, Modeling spatio-temporal shoreline and areal dynamics of coastal island using geospatial technique, *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(1), 4.

- Erinç, S., 1955, Gediz ve Küçük Menderes Deltalarının jeomorfolojisi, *IX. Coğrafya Meslek Hastası, Tebliğler ve Konferanslar, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 2, 33-66.
- Erinç, S., 2000, Jeomorfoloji 1 (Güncelleştirenler: Ahmet ERTEK-Cem GÜNEYSU), *Der Yayınları*, İstanbul.
- Ersoy, M., 2012, Kentsel planlama ansiklopedik sözlük, *Ninova Yayıncılık*, İstanbul.
- Esmail, M., Mahmod, W.E., Fath, H., 2019, Assessment and prediction of shoreline change using multi-temporal satellite images and statistics: case study of Damietta coast, Egypt, *Applied Ocean Research*, 82, 274-282.
- Esteves, L.S., William, J.J., Nock, A., Lymbery, G., 2009, Quantifying shoreline changes along the Sefton coast (UK) and the implications for research-informed coastal management, *Journal of Coastal Research*, 602-606.
- Fenster, M.S., Dolan, R., Elder, J.F., 1993, A new method for predicting shoreline positions from historical data, *Journal of Coastal Research*, 9(1), 147-171.
- Fenster, M.S. and Dolan, R., 1999, Mapping erosion hazard areas in the city of Virginia Beach, *Journal of Coastal Research*, 28, 58-68.
- Fletcher, C., Rooney, J., Barbee, M., Lim, S.C., Richmond, B., 2003, Mapping shoreline change using digital orthophotogrammetry on Maui, Hawaii, *Journal of Coastal Research*, 38, 106-124.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992, Integrated management of coastal zones, *FAO, Rome*.
- Ford, M., 2013, Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje Atoll, Marshall Islands, *Remote Sensing of Environment*, 135, 130-140.
- Fulat, İ.A., 2005, Investigating time series shoreline changes by integration of remote sensing and geographical information systems, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Gencer, G.G., 2002, Selçuk-Pamucak sulak alan örneğinde ÇED ve alan kullanım kararları üzerinde bir araştırma, Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- 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 along shore beach variation on Maui, Hawaii, *Journal of Coastal Research*, 23(1(231)), 87-105.
- Geray, C., 1976, Kıyıların toplum yararına kullanılmasına ilişkin sorunlara genel bakış, *Mimarlık Dergisi*, 2, 64-69.

- Ghaderi, D. and Rahbani, M., 2020, Detecting shoreline change employing remote sensing images (case study: Beris Port-east of Chabahar, Iran), *International Journal of Coastal and Offshore Engineering*, 3(4), 1-8.
- Gibeaut, J.C., Hepner, T., Waldinger, R., Andrews, J., Gutierrez, R., Tremblay, T.A., Smyth, R., Xu, L., 2001, Changes in gulf shoreline position, mustang and north padre islands, *A Report of the Texas Coastal Coordination Council Pursuant to National Oceanic and Atmospheric Administration*, Texas.
- Gökçen, S., Kazancı, N., Yaşar, D., Gökçen, N., Bayhan, E., 1990, Küçük Menderes Delta kompleksi ve gelişiminde aktif tektonizma etkileri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 33, 15-29.
- Güçlü, K., 2010, Muğla bölgesi kıyı değişimlerinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistem teknikleri ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Muğla.
- Gülbitti, M., 2017, Türkiye'deki bütünleşik kıyı alanları yönetimi ve planlamasının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Gülersoy, A.E. ve Çelik, M.A., 2014, Küçük Menderes Havzası'nda arazi kullanımın zamansal değişimi (1984-2012), *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi*, Ankara.
- Güneroğlu, A., 2015, Coastal changes and land use alteration on north eastern part of Turkey, *Ocean & Coastal Management*, 118, 225-233.
- Güney, Y., 2012, Çandarlı-Aliaga arasındaki kıyı bölgesinin jeomorfolojisi ve kıyı çizgisindeki değişimler, Yüksek Lisans Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Uşak.
- Hapke, C.J., Himmelstoss, E.A., Kratzman, M.G., List, J.H., Thieler, E.R., 2010, National assessment of shoreline change: historical change along the New England and Mid-Atlantic coast, *US Geological Survey*, Virginia.
- İkiel, C. ve Ustaoglu, B., 2011, Sakarya Deltasının doğu kesiminde kıyı çizgisi değişiminin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleriyle analizi, *Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, İstanbul.
- İmar, K., 1956, 6785 sayılı İmar Kanunu, Kabul Tarihi: 09.07.1956, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 16.07.1956, Sayısı: 9359.
- İzbırak, R., 1969, Sistematik jeomorfoloji, *Harita Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.
- Jonah, F.E., Boeteng, I., Osman, A., Shimba, M.J., Mensah, E.A., Adu-Boahen, K., Effah, E., 2016, Shoreline change analysis using end point rate and shoreline movement statistic: an application to Elmina, Cape Coast and Moree section of Ghana's coast, *Regional Studies in Marine Science*, 7, 19-31.

- Kadastro ve Tapu Tahriri, K., 1934, 2613 sayılı Kadastro ve Tapu Tahriri Kanunu, Kabul Tarihi: 15.12.1934, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 23.12.1934, Sayısı: 2887.
- Kadastro, K., 1987, 3402 sayılı Kadastro Kanunu, Kabul Tarihi: 21.06.1987, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 09.07.1987, Sayısı: 19512, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5, Cildi: 26, Sayfası: 229.
- Kahveci, N., 2012, Küçük Menderes Deltası'nın (Selçuk-İzmir) flora-vejetasyonu ve biyolojik çeşitliliğin ekolojik yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Kalman, R.E., 1960, A new approach to linear filtering and prediction problems, *J Fluids Eng.*, 82(1), 35-45.
- Kannan, R., Ramanamurthy, M.V., Kanungo, A., 2016, Shoreline change monitoring in Nellore coast at East Coast Andhra Pradesh district using remote sensing and GIS, *J. Fisheries Livest Prod.*, 4(161), 2-6.
- Kara, N., 1997, Selçuk ve çevresinin toprak kaynakları, sorunları ve çözüm önerileri, *Birinci Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu*, İzmir.
- Karakoç, A. ve Karabulut, M., 2010, Göksu Deltası kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile incelenmesi, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, Afyon.
- Kaya, H., 2010, Bütünleşik kıyı alanları yönetiminde yerel yönetimlerin rolü, Doktora Tezi, *Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü*, İstanbul.
- Kayan, İ., 1997, Efes'te Artemision ile Conesus kapısı arasında eski kıyı kenar çizgisi üzerinde paleocoğrafya araştırmaları, *XVIII. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu*, İzmir.
- Kayan, İ. and Kraft, J.C., 1997, Selçuk ovasında Efes kültürünün gelişimine coğrafi çevrenin etkileri, *Birinci Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu*, İzmir.
- Keleş, R., 1989, Kıyıların korunması ve toplum yararı, *A.Ü.SBF Dergisi*, 44(1), 39-62.
- Kermani, S., Boutiba, M., Guendouz, M., Guettouche, M.S., Khelfani, D., 2016, Detection and analysis of shoreline changes using geospatial tools and automatic computation: case of Jijelian sand coast (East Algeria), *Ocean & Coastal Management*, 132, 46-58.
- Kılar, H., 2018, Göksu Deltasında kıyı çizgisi değişimlerinin çok zamanlı uydu görüntüleri ile analizi, Doktora Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Kılar, H. ve Çiçek, İ., 2018, Göksu Deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracı ile belirlenmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 89-104.

- Kılıç, A., Akın, O., Koç, E., 2014, Kıyı alanlarına yönelik yasal ve yönetsel çerçevenin planlama yansımaları: yasalar, kurumlar ve parçalanmış kıyı mekânı, 8. *Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, İstanbul.
- Kıyı, K., 1990, 3621 sayılı Kıyı Kanunu, Kabul Tarihi: 04.04.1990, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 17.04.1990, Sayısı: 20495, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5, Cildi: 29, Sayfası: 76.
- Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair, Y., 2018, Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik, Dayandığı Kanunun Tarihi: 04.04.1990, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 29.06.2018, Sayısı: 30463.
- Klee, G.A., 1999, The coastal environment toward integrated coastal and marine sanctuary management, *Prentice Hall*, New Jersey.
- Klemes, V., 2011, Remote sensing techniques for studying coastal ecosystems: an overview, *J. Coast. Res.*, 2(1), 2-17.
- Kocababa, S., 2017, Uydu görüntüleri ile kıyı çizgisi değişimi ve risk analizi: Konyaaltı örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.
- Komisyon, A., 1999, On the implementation, results and oveal assessment of the european year of lifelong learning, *Report From Comission, to the Council the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Comission of the European Communities*.
- Kondolf, G.M., 1997, PROFILE: hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels, *Environmental Management*, 21(4), 533-551.
- Kuleli, T., 2010, Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 167(1), 387-397.
- Kuleli, T., Güneroğlu, A., Karşı, F., Dihkan, M., 2011, Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey, *Coastal Engineering*, 38(10), 1141-1149.
- Kumar, A., Narayana, A.C., Jayappa, K.S., 2010, Shoreline changes and morphology of spits along Southern Karnataka, west coast of India: a remote sensing and statistics-based approach, *Geomorphology*, 120(3-4), 133-152.
- Kumaravel, S., Ramkumar, T., Gurunanam, B., Suresh, M., Dharanirajan, K., 2013, An application of remote sensing and GIS based shoreline change studies: a case study in the Cuddalore District East Coast of Tamilnadu, South India, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 2(4), 211-215.
- Kurt, S., 2009, Coastline changes and their implications for land use in coastal region of İstanbul between 1987 and 2007, Yüksek Lisans Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.

- Kurtaslan, B.Ö. ve Bilsel, G.S., 2007, 3621 sayılı Kıyı Kanunu'nda değişiklik öngören kanun tasarısı taslağının yasallık, kamu yararı ve sürdürülebilirlik ilkeleri açısından irdelenmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(2), 215-223.
- Li, R., Di, K., Ma, R., 2001, A comparative study of shoreline mapping techniques, *4th International Symposium on Computer Mapping and GIS for Coastal Zone Management*, Nova Scotia, Canada.
- Limanlar, K., 1924, 618 sayılı Limanlar Kanunu, Kabul Tarihi: 14.04.1924, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 20.04.1924, Sayısı: 95, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 3, Cildi: 6.
- Liu, H., 2004, Automated extraction of coastline from satellite imagery by integrating Canny edge detection and locally adaptive thresholding methods, *International Journal of Remote Sensing*, 25(5), 937-958.
- Long, J.W. and Plant, N.G., 2012, Extended Kalman Filter framework for forecasting shoreline evolution, *Geophysical Research Letters*, 39(13), 1-6.
- Meade, R.H., Yuzyk, T.R., Day, T.J., 1990, Movement and storage of sediment in rivers of the United States and Canada, *IN: Surface Water Hydrology Geological Society of America Boulder, Colorado*.
- Medeni, K., 2001, 4721 sayılı Medeni Kanun, Kabul Tarihi: 22.11.2001, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 08.12.2001, Sayısı: 24607, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5, Cildi: 41.
- Mekânsal Planlar Yapım, Y., 2014, 29030 sayılı Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 14.06.2014, Sayısı: 29030.
- Murali, R.M., Dhiman, R., Choudhary, R., Seelam, J.K., Ilangoan, D., Vethamony, P., 2015, Decadal shoreline assessment using remote sensing along the central Odisha coast, India, *Environmental Earth Sciences*, 74(10), 7201-7213.
- Muskananfol, M.R. and Febrianto, S., 2020, Spatio-temporal analysis of shoreline change along the coast of Sayung Demak, Indonesia using digital shoreline analysis system, *Regional Studies in Marine Science*, 34, 1-9.
- Muslim, A.M., Ismail, K.I., Khalil, I., Razman, N., Zain, K., 2011, Detection of shoreline changes at Kuala Terengganu, Malaysia from multi-temporal satellite sensor imagery, *In Proceedings of the 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Sydney.
- Muslu, G., 2005, Küçük Menderes Havzası'nın beşerî ve iktisadi coğrafyası, Doktora Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Nandi, S., Ghosh, M., Kundu, A., Dutta, D., Baksi, M., 2016, Shoreline shifting and its prediction using remote sensing and GIS techniques: a case study Sagar Island, West Bengal (India), *Journal of Coastal Conservation*, 20(1), 61-80.

- Nassar, K., Fath, H., Mahmod, W.E., Masria, A., Nadaoka, K., Negm, A., 2018, Automatic detection of shoreline change: case of North Sinai coast Egypt, *Journal of Coastal Conservation*, 22(6), 1057-1083.
- Niang, A.J., 2020, Monitoring long-term shoreline changes along Yanbu, Kingdom of Saudi Arabia using remote sensing and GIS techniques, *Journal of Taibah University for Science*, 14(1), 762-776.
- Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M., Revenga, C., 2005, Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems, *Science*, 308(5720), 405-408.
- Niya, A.K., Alesheikh, A.A., Soltanpor, M., Kheirkhahzarkesh, M.M., 2013, Shoreline change mapping using remote sensing and GIS, *International Journal of Remote Sensing Applications*, 3(3), 102-107.
- Olgun, A., 2012, Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemiyle Gökusu Deltası kıyı çizgisi değişiminin izlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Oy, S., 2019, SAR ve LIDAR verisi kullanılarak kıyı çizgisinin tespit edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.
- Oyedatun, T.D., 2014, Shoreline geometry: DSAS as a tool for historical trend analysis, *Geomorphological Techniques*, 3(2.2), 1-12.
- Öner, E., 1997, Selçuk Ovasının fotojeomorfolojisi, *I. Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu*, İzmir.
- Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair, KHK., 1989, 383 sayılı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname, Kabul Tarihi: 19.10.1989, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 13.11.1989, Sayısı: 20314.
- Özpolat, E., 2016, Seyhan Deltası'nda kıyı çizgisi değişimleri (1950-2013), Yüksek Lisans Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Şanlıurfa.
- Özpolat, E. and Demir, T., 2019, The spatiotemporal shoreline dynamics of a delta under natural and anthropogenic conditions from 1950 to 2018: a dramatic case from the Eastern Mediterranean, *Ocean & Coastal Management*, 180, 104910.
- Öztürk, D. ve Sesli, F.A., 2015, Shoreline change analysis of the Kızılırmak Lagoon Series, *Ocean & Coastal Management*, 118, 290-308.
- Pajak, M.J., Leatherman, S.P., 2002, The high water line as shoreline indicator, *J. Coast, Res.*, 18(2), 329-337.
- Post, J.C. and Lundin, C.G., 1996, Guidelines for integrated zone management, *Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs, Series No:9*, Washington DC.

- Qiao, G., Mi, H., Wang, W., Tong, X., Li, Z., Li, T., Hong, Y., 2018, 55-year (1960-2015) spatiotemporal shoreline change analysis using historical DISP and Landsat time series data in Shanghai, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 68, 238-251.
- Rakipsiz, C., 2017, Bütünleşik kıyı alanları yönetimi gelişimi: “Antalya bütünleşik kıyı alanları planı” örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ricchetti, E., Ricchetti, G., Sani, R., 2004, Environmental-geological study of coastal areas of Salento Peninsula (Southern Italy) using multitemporal aerial photography and satellite imagery, *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Anchorage, 3642-3645.
- Rio, L., Gracia, J.F., Benavente, J., 2013, Shoreline change patterns in a sandy coast: a case study in SW Spain, *Geomorphology*, 196, 252-266.
- Romine, B.M., Fletcher, C.H., Frazer, L.N., Genz, A.S., Barbee, M.M., Lim, S.C., 2009, Historical shoreline change, South Oahu, Hawaii; applying polynomial models to calculate shoreline change rates, *J. Coast. Res.*, 25(6), 1236-1253.
- Santra, A., Mitra, D., Mitra, S., 2011, Spatial modeling using high resolution image for future shoreline prediction along Junput coast, West Bengal, India, *Geo. Spatial Info Sci.*, 14(3), 157-163.
- Sayıştay, 2006, Kıyıların kullanımının planlanması ve denetimi, *Performans Denetim Raporu*, T.C. Sayıştay Başkanlığı, Ankara.
- Sesli, F.A., Karsli, F., Colkesen, I., Akyol, N., 2009, Monitoring the changing position of coastlines using aerial and satellite image data: an example from the eastern coast of Trabzon, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 153(1), 391-403.
- Solmaz, S., 2017, Geçmişten günümüze Türkiye kıyı politikaları ve Türkiye kıyılarında yaşanan mülkiyet sorunları, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Uzmanlık Tezi*, Ankara.
- Sorensen, J., 1993, The international proliferation of integrated coastal zone management efforts, *Ocean & Coastal Management*, 21(1-3), 45-80.
- Sönmez, R. ve Balaban, O., 2009, İskenderun Körfezi kıyı alanları bütünsel planlama ve yönetim projesi, *Planlama Dergisi*, 1(29), 25-51.
- Srivastava, A., Niu, X., Di, K., Li, R., 2005, Shoreline modeling and erosion prediction, *ASPRS 2005 Annual Conference Geospatial Goes Global: From Your Neighborhood to the Whole Planet*, Baltimore, Maryland.
- Sütgibi, S., 2009, Küçük Menderes Nehri Delta ovası ve degradasyonel etkileri, *Ege Coğrafya Dergisi*, 18(1-2), 59-72.

- Syvitski, J.P., Milliman, J.D., 2007, Geology, geography and human battle for dominance over the delivery of fluvial sediment to the coastal ocean, *The Journal of Geology*, 115(1), 1-19.
- Şimşek, S., 2010, Kıyılarda mülkiyet sorunu: Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinin iptal kararları ışığında bir çözüm önerisi, *Sayıştay Dergisi*, 77, 87-118.
- Tağıl, Ş. ve Cürebal, İ., 2005, Altınova sahilinde kıyı çizgisi değişimini belirlemede uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 51-68.
- Tapu Kayıtlarından Hukuki Kıymetlerini Kaybetmiş Olanların Tasfiyesine Dair, K., 1929, 1515 sayılı Tapu Kayıtlarından Hukuki Kıymetlerini Kaybetmiş Olanların Tasfiyesine Dair Kanun, Dayandığı Kanunun Tarihi: 02.06.1929, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 02.07.1930, Sayısı: 1516, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 3, Cildi: 10.
- Tapu, K., 1934, 2644 sayılı Tapu Kanunu, Kabul Tarihi: 22.12.1934, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 29.12.1934, Sayısı: 2892, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 3, Cildi: 16.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018, Küçük Menderes Havzası nehir havza yönetim planı stratejik çevresel değerlendirme kapsam belirleme raporu, *TOB, Ankara*.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019, Küçük Menderes Havzası nehir havza yönetim planı hazırlanması projesi, *TOB, Ankara*.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A., 2009, The DSAS version 4.0 an ArcGIS extension for calculating shoreline change, *US Geological Survey*, No:2008-1278, USA.
- Thi, V., Tien Thi Xuan, A., Phan Nguven, H., Dahdouh-Guebas, F., Koedam, N., 2014, Application of remote sensing and GIS for detection of long-term mangrove shoreline changes in Mui Ca Mau, Vietnam, *Biogeosciences*, 11(14), 3781-3795.
- Turizm Endüstrisini Teşvik, K., 1953, 6086 sayılı Turizm Endüstrisini Teşvik Kanunu, Kabul Tarihi: 13.05.1953, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 22.05.1953, Sayısı: 8414.
- Turner, R.K. and Bower, B.T., 1999, Principles and benefits of integrated coastal zone management (ICZM), *Springer*, Berlin.
- Türk Medenisi, K., 1926, 743 sayılı Türk Medeni Kanunu, Kabul Tarihi: 17.02.1926, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 04.04.1926, Sayısı: 339, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5, Cildi: 44.
- Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1961, 334 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Kabul Tarihi: 09.07.1961, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 20.07.1961, Sayısı: 10859.

- Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1982, 2709 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Kabul Tarihi: 18.10.1982, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 09.11.1982, Sayısı: 17863, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5, Cildi: 22.
- Uçar, E., 2016, Investigation of Küçük Menderes Delta's shoreline changes, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Uçlar, S., 2012, Bütünleşik kıyı alanları yönetimi ve İstanbul örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ulaştırma Bakanlığı, 2011, Balıkçılık kıyı yapıları durum ve ihtiyaç analizi sonuç raporu, *UA, Cilt: 1, Ankara*.
- United Nations Environment Programme, 1995, Guidelines for integrated management of coastal and marine areas with special reference to the Mediterranean Basin, *UNEP Regional Seas Reports and Studies, No:161*, Londra.
- URL-1, 2020, <http://www.selcuk.bel.tr/icerik/102/3526/efes-antik-kanal-projesinde-onemli-gelisme.aspx> [Ziyaret Tarihi: 14 Mayıs 2021].
- URL-2, 2021, <https://www.hurriyet.com.tr/yerel-haberler/izmir/efese-teknelerin-gelmesini-saglayacak-antik-k-41768862> [Ziyaret Tarihi: 14 Mayıs 2021].
- Uysal, H. ve Yanmaz, S., 2009, Bütünleşik kıyı alanları planları, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü İmar Planlama*, Ankara.
- Uzal, İ., 2006, Muğla ili ve ilçelerinde kıyı alanları yönetimi planlaması, Yüksek Lisans Tezi, *Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü*, İstanbul.
- Uzun, M., 2014, Hersek Deltasında (Yalova) kıyı çizgisi-kıyı alanı değişimleri ve etkileri, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19(32), 27-48.
- Vallega, A., 2001, Urban waterfront facing integrated coastal management, *Ocean & Coastal Management*, 44(5-6), 379-410.
- Vörösmarty, C.J., Meybeck, M., Fekete, B., Sharma, K., Green, P., Syvitski, J.P., 2003, Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments, *Global and Planetary Change*, 39(1-2), 169-190.
- Wernette, P., Shortridge, A., Lusch, D.P., Arbogast, A.F., 2017, Accounting for positional uncertainty in historical shoreline change analysis without ground reference information, *International Journal of Remote Sensing*, 38(13), 3906-3922.
- Worm, K., 1997, Coastal zone planning in Denmark, *Ocean & Coastal Management*, 37(2), 253-268.
- Yavuz, F., Keleş, R., Geray, C., 1973, Şehircilik: sorunlar-uygulama ve politikas, A.Ü. *SBF Yayınları*, Ankara.

- Zagorski, P., Jarosz, K., Superson, J., 2020, Integrated assessment of shoreline change along the Calypsostranda (Svalbard) from remote sensing, field survey and GIS, *Marine Geodesy*, 43(5), 433-471.
- Zeybek, H.İ., Uzun, A., Yılmaz, C., Özdemir, S., 2011, Kızılırmak Deltası'nda kıyı çizgisi değışiklerinin sonuçları, *Samsun Sempozyumu*, Samsun.
- Zhang, X., Pan, D., Chen, J., Zhao, J., Zhu, Q., Huang, H., 2014, Evaluation of coastline changes under human intervention using multi-temporal high-resolution images: a case study of the Zhoushan Islands, China, *Remote Sensing*, 6(10), 9930-9950.

