

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAKARYA İLİ KARASU İLÇESİ KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN MAKİNE
ÖĞRENME TEKNİKLERİ İLE TAHMİNİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖMER BURKAY ÇİFTÇİ

AĞUSTOS 2024

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAKARYA İLİ KARASU İLÇESİ KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN MAKİNE
ÖĞRENME TEKNİKLERİ İLE TAHMİNİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Burkay ÇİFTÇİ

DANIŞMAN : Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

İKİNCİ DANIŞMAN : Dr. Öğr. Üyesi Berna AKSOY

ZONGULDAK

Ağustos 2024

KABUL:

Ömer Burkey ÇİFTÇİ tarafından hazırlanan “Sakarya İli Karasu İlçesi Kıyı Çizgisi Değişiminin Makine Öğrenme Teknikleri ile Tahmini” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.
23/08/2024

Danışman: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. Emrah DOĞAN
Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Kurtulur Sedar GÖRMÜŞ
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./....../20....

Prof. Dr. Fikret GÖLGELEYEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Ömer Burkay ÇİFTÇİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SAKARYA İLİ KARASU İLÇESİ KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN MAKİNE ÖĞRENME TEKNİKLERİ İLE TAHMİNİ

Ömer Burkay ÇİFTÇİ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Berna AKSOY

Ağustos 2024, 53 sayfa

Kıyılar geçmiş çağlardan günümüze kadar insanların yerleşim yeri olarak kullandığı en önemli coğrafi alanlardan birisidir. Deniz tabanındaki kum, çakıl, kayalar vb. katı maddeler dalgalar ve akıntılarının etkisiyle sürekli hareket eder. Kıyıya dik veya paralel katı maddelerin taşınımı sonrası kıyıda erozyon veya yığılmalar oluşumu sonucunda kıyı çizgisi değişmektedir. Doğal bir durum olan bu değişim dışında dış etkenler, özellikle insan kaynaklı olanlar giderek büyüyen sorunlar meydana doğurmaktadır. Başlarda beslenme ve barınma alanları olarak kullanılan kıyılar, zamanla turizm, ulaşım, ticaret ve endüstriyel amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Bu yüzden kıyı alanlarının herkes tarafından düzenli bir şekilde kullanılmasını, denizlerden optimum seviyede yararlanılmasını, kıyı ekosistemlerinin korunmasını ve sürdürülebilirliği sağlamak için kıyı mevzuatlarının güncellenmesi gerekir.

Tez çalışması kapsamında Sakarya ili, Karasu sahilinde Sakarya Nehri ve Küçükboğaz Gölü ağızları arasında kalan, yaklaşık 8 km'lik kısımda kıyı çizgisi değişimi incelenmiştir. Çalışmada

ÖZET (devam ediyor)

2014, 2016, 2018, 2020, 2022 ve 2024 yıllarına ait kıyı çizgileri yer almıştır. Kıyı çizgileri, yerinde ölçüm GNSS verileriyle ve yerinde ölçüm olmayan yıllara ait uydu görüntülerinin sayısallaştırılması ile çıkartılmıştır. Ayrıca, makine öğrenme yöntemlerinden biri olan Xgboost algoritması ile 2024 yılı kıyı çizgisi tahmini yapılmıştır ve 2024 yerinde ölçüm değerleri ile tutarlılığı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kıyı çizgisi, Erozyon, Makine öğrenme, XGboost, Karasu Sahili

Bilim Kodu: 624.02.00.



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

ESTIMATION OF COASTAL LINE CHANGE IN KARASU OF SAKARYA PROVINCE WITH MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Ömer Burkay ÇİFTCİ

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

Co-Advisor: Assist. Prof. Dr. Berna AKSOY

August 2024, 53 pages

Coasts are one of the most important geographical areas used as settlements by people from past ages to the present. Solid materials such as sand, gravel, rocks, etc. on the seabed are constantly moving under the influence of waves and currents. After the transportation of solid materials perpendicular or parallel to the coast, the shoreline changes as a result of erosion or accretion on the coast. Apart from this natural change, external factors, especially those caused by human beings, cause growing problems. Coasts, which were originally used as feeding and sheltering areas, have started to be used for tourism, transportation, trade and industrial purposes over time. Therefore, coastal legislation needs to be updated in order to ensure the regular use of coastal areas by everyone, the optimum utilization of the seas, the protection of coastal ecosystems and sustainability.

Within the scope of the thesis study, the shoreline change in a section of approximately 8 km between the mouths of Sakarya River and Küçükboğaz Lake on the coast of Karasu, Sakarya province was analyzed. The shorelines for the years 2014, 2016, 2018, 2020, 2022 and 2024

ABSTRACT (continued)

were included in the study. The shorelines were extracted with in-situ GNSS data and by digitizing satellite images of the years without in-situ measurements. In addition, the Xgboost algorithm, one of the machine learning methods, was used to predict the 2024 coastline and its consistency with the 2024 in-situ measurements was analyzed.

Keywords: Coastline, Erosion, Machine learning, XGboost, Karasu Beach

Science Code: 624.02.00.



TEŞEKKÜR

Danışmanlığımı üstlenerek çalışmamda, tezimin konu seçiminden tamamlanmasına kadar her aşamasında tecrübe ve bilgisini paylaşarak yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Bana yön gösteren, desteklerini ve bilgilerini zaman ve yer gözetmeksizin esirgemeyen, eş danışmanım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Berna AKSOY'a sonsuz teşekkür ederim.

Yapıcı tutumu ile tezimin son halini almasını sağlayan, değerli fikirlerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Kurtuluş Sedar GÖRMÜŞ hocama teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, bugünlere gelmemde büyük katkıları olan aileme, kıymetli eşime ve emeği geçen tüm destekçilerime sonsuz teşekkürler ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL:	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
 BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER	 1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI	3
1.3 LİTERATÜR TARAMASI	4
1.3.1 Kıyı Çizgisi Değişimi Üzerine Yapılan Literatür Çalışmaları	4
1.3.2 Kıyı Çizgisi Değişimi Makine Öğrenme ile Tahmini Üzerine Yapılan Literatür Çalışmaları	11
1.3.3 Karasu Sahili Üzerine Yapılan Literatür Çalışmaları	16
1.4 ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANITIMI	18
1.4.1 Karasu Kıyı Kullanımı ve Erozyonu.....	20
1.4.2 Kıyı Erozyonunu Önlemek İçin Alınan Önlemler	24
 BÖLÜM 2 MATERYAL METOT	 27
2.1 VERİLERİN TOPLANMASI.....	27
2.1.1 Jeodezik Çalışmalar.....	27
2.1.2 Geçmiş Yıllara Ait İklim Verileri	29
2.2 KIYI ÇİZGİSİ İLERİ TAHMİNİNDE KULLANILACAK YÖNTEM	30

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.1 Makine Öğrenme.....	30
2.2.1.1 Makine Öğrenme Türleri	30
2.2.1.2 Yaygın Olarak Kullanılan Makine Öğrenimi Algoritmaları	31
2.2.2 XGboost Algoritması	32
2.2.3 Model Oluşturma	33
 BÖLÜM 3 BULGULAR.....	 37
3.1 ÇALIŞMA ALANINDA YILLAR İÇİNDEKİ KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİ	37
3.2 KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİ İLERİ TAHMİNİ	45
 BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	 47
 KAYNAKLAR.....	 49
ÖZGEÇMİŞ	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Kıyı çizgisi, kıyı, kıyı kenar çizgisi, tanımlarını gösterir kroki	3
Şekil 1.2 Karasu yerbulduru haritası.	19
Şekil 1.3 Çalışma alanı.....	20
Şekil 1.4 Erozyon sonucu 2. Dünya savaşında askeri savunma amaçlı yapılan koruganlar ..	21
Şekil 1.5 Erozyon sonucu karasu görselleri.	21
Şekil 1.6 Sakarya nehri kum alımı.	22
Şekil 1.7 Sakarya nehri boy kesiti.	23
Şekil 1.8 Liman yakınındaki mahmuzlar.	24
Şekil 1.9 Liman yakınındaki mahmuzlar ve erozyon durumu.	25
Şekil 1.10 Mendirekler ve inşaatlarından görünüm.	25
Şekil 2.1 Karasu sahil şeridinde daha önce gerçekleştirilen GNSS Gözlemleri ve 2024 Ölçümü.	27
Şekil 2.2 2014, 2016, 2018, 2020, 2022 ve 2024 yıllarına ait kıyı çizgileri.	28
Şekil 2.3 Xgboost algoritması kullanılan modelin oluşum şeması.	34
Şekil 3.1 38 adet referans noktası.....	37
Şekil 3.2 Sakarya nehri ve Karasu limanı arasında kalan, 1 ile 5. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.	38
Şekil 3.3 Sakarya nehri ve Karasu limanı arasında kalan, 5 ile 9. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.	38
Şekil 3.4 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 10 ile 14. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.....	39
Şekil 3.5 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 14 ile 18. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.....	39
Şekil 3.6 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 18 ile 22. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.....	40
Şekil 3.8 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 26 ile 30. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.....	41
Şekil 3.9 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 30 ile 34. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.....	41
Şekil 3.10 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 34 ile 38. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No

Sayfa

Şekil 3.11 Yıllara ait kıyı çizgilerinin 38 referans noktadaki erozyon ve birikme değerleri. ..	43
Şekil 3.12 Yıllara göre erozyon ve birikme mesafeleri.....	44
Şekil 3.13 Yıllara göre erozyon ve birikme alanları.	45



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 Çalışma yıllarına ve referans noktalarına göre hesaplanmış erozyon/birikme mesafeleri.....	43
Çizelge 3.2 Çalışma yıllarına ve referans noktalarına göre hesaplanmış erozyon/birikme alanları.....	44
Çizelge 3.3 Referans noktalarına göre 2024 yılı tahmin kıyı çizgisinin hata ve doğruluk yüzdeleri.....	46



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

cm	: santimetre
km	: kilometre
km ²	: kilometrekare
m	: metre
m ²	: metrekare
mm	: milimetre
'	: dakika
"	: saniye
°	: derece

KISALTMALAR

ALOS	: Advanced Land Observing Satellite
ANN	: Approximate Nearest Neighbors
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CPU	: Central Processing Unit
DSAS	: Digital Shoreline Analysis System
ECMWF	: Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi
ENSO	: El Nino Güney Salınımı
ENVI	: Extract Timely, Reliable, and Accurate Information From Geospatial Data
GMAO	: Küresel Modelleme ve Asimilasyon Ofisi
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GSWE	: Global Surface Water Explorer
HED	: Holistically-Nested Edge Detection
ICUD	: Kıyı Şeridi Kullanım Derecesi İndeksi
kNN	: k-Nearest Neighbors

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

LDA	: Latent Dirichlet Allocation
LDCM	: Linear Dimming Control Module
MLP	: Multilayer perceptron
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NOAA	: Fen Bilimleri Enstitüsü
NSM	: Net Shoreline Movement
RCF	: Richer Convolutional Features
ReLU	: Rectified Linear Unit
SVMs	: support vector machines
USGS	: United States Geological Survey
YSA	: Yapay Sinir Ağları
TUSAGA	: Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Deniz, okyanus gibi büyük su kütleleri ile kara parçası arası bir sınır alan olan veya kısaca kara ile suyun birleştiği yer olarak tanımlanan kıyı alanları, insanlara tarih boyunca doğal, ekonomik ve kültürel özellikleri hep cezbedici gelmiştir. Kıyılar geçmiş çağlardan günümüze kadar insanların yerleşim yeri olarak kullandığı en önemli coğrafi alanlardan birisidir. Üç tarafı denizlerle çevrili bir yarımada görünümünde olan ülkemiz kıyıları bakımından önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde de yürürlükte olan 1/7/1992 tarih ve 3830 sayılı Kanun ile değişik 4/4/1990 tarih ve 3621 sayılı Kıyı Kanunu yönetmeliğinde kıyı çizgisi; deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, taşkın durumları dışında, suyun kara parçasına değdiği noktaların birleşmesinden oluşan meteorolojik olaylara göre değişen doğal çizgi olarak tanımlanmıştır. 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 sınırına kıyı kenar çizgisi denir. Kıyı ise, kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki alandır. Şekil 1.1’de tanımların krokisi gösterilmiştir (URL-1).

Kıyı erozyonu, kıyı çizgisinin kıyı alan kaybı olarak değişmesi veya kıyıdaki toprak ve kayaların aşınması sürecidir. Kıyılar genellikle dalga etkisi, akıntılar, gelgitler ve rüzgar gibi doğal faktörler tarafından tetiklenir. Kıyı erozyonu, birçok faktörün bir araya gelmesiyle de oluşabilir, ancak temel faktörler arasında deniz seviyesindeki değişiklikler, kum ve kayaların doğal hareketi, insan müdahalesi ve iklim değişiklikleri yer alır. Deniz tabanındaki kum, çakıl, kayalar vb. katı maddeler dalgalar ve akıntılarının etkisiyle sürekli hareket eder haldedir. Bu hareketliliğe, kıyıya paralel veya kıyıya dik katı madde taşınimleri denilmektedir. Kıyıya dik

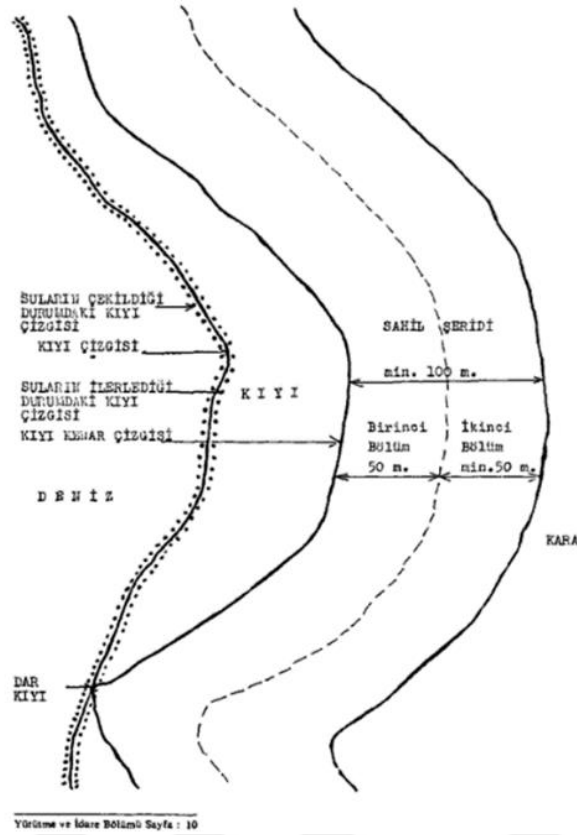
veya paralel katı maddelerin taşınımı sonrası kıyıda erozyon veya yığılmalar oluşumu sonucunda kıyı çizgisi değişmektedir (Açikkol 2023).

Doğal bir durum olan bu değişim dışında dış etkenler, özellikle insan kaynaklı olanlar giderek büyüyen sorunlar meydana doğurmaktadır. Başlarda beslenme ve barınma alanları olarak kullanılan kıyılar, zamanla turizm, ulaşım, ticaret ve endüstriyel amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde özellikle turizm ve endüstriyel yatırımların kıyı kullanımı daha da yoğunlaşmıştır. Bu yüzden kıyı alanlarının herkes tarafından düzenli bir şekilde kullanılmasını, denizlerden optimum seviyede yararlanılmasını, kıyı ekosistemlerinin korunmasını ve sürdürülebilirliği sağlamak için kıyı mevzuatlarının güncellenmesi gerekir (Korkmaz vd. 2016).

Örneğin, deniz tabanında büyük çukurların oluşmasına ve dolayısı ile toprak kaybı ile birlikte erozyona sebep olan kum midye avcılığı, çalışma bölgesi yakınlarında sürekli kontrol altında tutulmalı ve gerekirse yasaklanmalıdır.

Ayrıca kıyı alana yapılan projelerde etkili olabilecek parametreler göz önüne alınarak hesapların yapılmaması veya kıyı alana yakın lokasyondaki projelerin kıyı ve kıyı alanları etkileyebileceği hesaba katılmaması, dinamik bir yapıya sahip olan kıyı alanların etkilenmesine neden olabilir (Görmüş vd. 2014). Bu durumu yaşamış olabileceği düşünülen Karasu Sahili'nde çalışma yapılacaktır.

KIYI ÇİZGİSİ, KIYI, KIYI KENAR ÇİZGİSİ, DAR KIYI,
SAHİL ŞERİDİ TANIMLARINI GÖSTERİR KROKİ



Şekil 1.1 Kıyı çizgisi, kıyı, kıyı kenar çizgisi, tanımlarını gösterir kroki (URL-1).

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada öncelikle kıyı çizgisi belirleme süreci ele alınarak mevcut kıyı çizgisinin yerinde ölçümü, zaman içinde değişimi, uydu görüntüleri yardımı ve makine öğrenme ile çıkarılan kıyı çizgisi arasında tutarlılığı değerlendirilecektir. Makine öğrenme ile ileri zamanlı kıyı çizgisi tahmininin yapılması ve kıyı çizgilerindeki değişimin takibini kolayca sürdürülebilir hale getirmek amaçlanmıştır. Ayrıca, kıyı çizgisinin sonuçlarına göre erozyona uğrayan alanlarda erozyon hızında azalma veya artma durumu , oluşum nedenleri ve kıyı alan için koruma önerileri sunulmuştur.

1.3 LİTERATÜR TARAMASI

1.3.1 Kıyı Çizgisi Değişimi Üzerine Yapılan Literatür Çalışmaları

Şili'nin Valparaíso Körfezi'ndeki dört kentsel plajda on yıllık ölçekte morfolojik değişikliklerin bir ön değerlendirmesi gerçekleştirilmiş. Analiz, Renaca Plajı'nda ortalama 12,6 m'lik bir birikim yaşandığını, Los Marineros ve Las Salinas'ın ise 1964 ile 2016 yılları arasında istikrarlı koşullarda olduğunu göstermiş. Los Marineros ve Las Salinas'taki kıyı şeridindeki hafif rotasyon, açık deniz dalga yönünde kısmen güneye doğru bir kayma ile açıklanmış. Caleta Portales ise 2004 ve 2016 yılları arasında kıyı şeridindeki 12,6 m'lik çekilmeden önemli ölçüde etkilenmiştir. Bu dört kumsalda, ENSO sıcak evreleri sırasında mevsimsel bir ayrım olmaksızın meydana gelen aşırı fırtınaların daha fazla tekrarlaması nedeniyle son on yılda erozyon eğilimi artmış. Ortalama dalga yüksekliğinde önemli bir tarihsel değişiklik tespit edilmemiş fakat fırtınaların sıklığı geçen yüzyılın ortasında yılda ortalama 5 iken, günümüzde yılda 20'ye çıkmış. Benzer şekilde, ortalama deniz seviyesi, morfolojik değişikliklerin arttığı ENSO sıcak evreleri sırasında küçük eğilim değişiklikleri ve ± 30 cm'ye kadar dalgalanmalar göstermiş. Mevcut bilgi düzeyi ve bu araştırma için toplanan mevcut verilerle, kıyı erozyonunun Orta Şili'de yeni bir tehlike olup olmadığını net bir şekilde belirlemek mümkün olmamış. Bununla birlikte, bu plajlar için son on yılda bulunan aşınma eğilimi, artan kentleşme, fırtına sıklığı ve yoğunluğunda artış, açık deniz dalga yönünün güneye doğru kayması ve deniz seviyesi değişimi aşınmanın süreceğini öngörülmüş. Kıyı erozyonu, mühendislik çözümleri ve entegre kıyı yönetimi önlemlerinin, özellikle de kıyı bölgesindeki kentleşme yoğunluğunun kontrol altına alınmasına odaklanan önlemlerin bir kombinasyonu ile ele alınmasını önerilmiş. Burada önerilen spesifik önlemlerin, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacıyla fiziksel faktörlerin (hidrodinamik, jeomorfolojik ve tektonik) yanı sıra mevcut ve gelecekteki arazi kullanımlarıyla ilişkili olarak analiz edilmesi ve anlaşılması gerektiğini vurgulamış (Martínez vd. 2018).

Endonezya'nın kıyılarında yapılan çalışmada temel veri kaynağı olarak 1990 ve 2018 yıllarında elde edilen uzaktan algılama görüntüleri kullanılmış. Ayrıca kıyı şeridi değişikliklerinin yol açabileceği potansiyel ekolojik ve çevresel sorunları daha ayrıntılı analiz etmek amacıyla, Endonezya bölgesinin yükseklik verilerini jeouyaysal veri bulutundan 90 metrelik mekânsal çözünürlükte toplamışlar. Kıyı şeridi erozyonu ve sedimantasyondaki değişiklikleri ortaya

çıkarmak amacıyla tahmin analizini gerçekleştirmek için ekonomik veriler ve nüfus verileri kullanılmış. Çıkarılan kıyı şeridinin doğruluğunu değerlendirmek için rastgele noktaların manuel olarak seçilmesine ilişkin istatistiksel yöntem kullanılmış. Kıyı şeridinin uzun olması ve çok sayıda numune alma testi yapmanın maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle, doğruluk değerlendirmesi yaparken numunenin mümkün olduğunca tüm alanı kapsamasını sağlamak amacıyla, temsili incelemeler için Endonezya'nın batıdan doğuya üç bölgesini rastgele seçilmiş. 1990'dan 2018'e kadar ülkedeki çeşitli il ve bölgelerin arazi alanlarındaki değişiklikleri incelemişler ve son 28 yılda Endonezya kıyı şeridinin kara ve deniz düzenindeki uzay-zamansal değişiklikleri ayrıntılı olarak analiz edilmiş. Sonuçlar, Endonezya'nın kıyı şeridindeki değişim eğiliminin esas olarak denize doğru genişleme olduğunu ve karada daha az erozyon olduğunu göstermiş. Erozyon ve ıslah çalışmaları 33 kıyı ilinde dağıtılmış. 1990 yılında Endonezya'nın kıyı şeridinin toplam uzunluğu 90.586,25 km, doğal kıyı şeridinin toplam uzunluğu 72.895,98 km, yapay kıyı şeridinin uzunluğu 17.690,27 km ve ICUD (kıyı şeridi kullanım derecesi indeksi) ise 169,69 hesaplanmış. 2018 yılında Endonezya kıyı şeridinin toplam uzunluğu 91.363,65 km, doğal kıyı şeridinin toplam uzunluğu 66.901,46 km, yapay kıyı şeridinin toplam uzunluğu 24.462,19 km ve kıyı şeridinin ICUD değeri 186,43 olarak bulunmuş. Sonuç ve öneriler olarak; iklim değişikliğinin ve ekonomik kalkınmanın etkilerine yanıt veren çok adalı ülkelere faydalı yardımlar sağlayabileceği belirtilmiş. Bu çalışmanın sağladığı kıyı şeridi değişikliklerinin mekansal dinamikleri, kıyı yöneticileri ve planlamacıların afet riskinin azaltılmasına yönelik eylemleri önceliklendirmeleri açısından önemine değinilmiş. Yerel yönetimler kıyı şeridi değişikliklerinden etkilenmesi muhtemel alanları belirleyerek arazi kullanım planlarını değiştirebilir ve kıyı sakinlerini ve ekonomik faaliyetleri tehlikeli alanlardan uzak tutabilir olduğu vurgulanmış. Buna ek olarak, aşırı derecede erozyona uğramış alanlarda hükümet, kıyı şeridini istikrara kavuşturmak için sel önleme tesisleri inşa etmek ve azalmakta olan mangrov dikmek gibi karşı önlemler uygulanabileceğini belirtmişlerdir (Sui vd. 2020).

Hindistan'ın Karnataka eyaletinde bulunan ve bir liman kenti olan Mangalore'de yapılan çalışmada Arap Denizi kıyısında toplam uzunluğu 45,63 km olan sahil şeridi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Erozyon/yığılma modellerini, kıyı şeridi değişikliklerini, kirliliği ve antropojenik faaliyetlerin plaj morfolojisi üzerindeki etkisini anlamak için çalışma alanını dörde bölerek A, B, C ve D şeklinde isimlendirilmiştir. Plajlar ince ve kaba kumlardan oluşmakta olup genişlikleri 20 ile 230 m arasında değiştiği belirtilmiştir. Uzun vadeli ve kısa vadeli plaj morfolojisi ve kıyı şeridi değişikliklerini anlamak için çalışma alanının 1967 yılına

ait topomaplarından ve 1991, 2001, 2005, 2009 ve 2013 yılına ait uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla mevcut bulutsuz uzaktan algılama verileri dijital görüntü işleme teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir.

A, B, C ve D olarak sınıflandırılmış alanın belli dönem aralıklarında oluşan erozyon ve birikim miktarları belirtilmiştir. Ayrıca ek bilgi olarak, C bölgesinde 1960'ların sonlarında inşa edilen ve 1977'de 200 m daha uzatılan 570 m uzunluğundaki yığma dalgakıranlar, yaklaşma kanalının her iki tarafında sahil yüzeyinde hafif bir yapı oluşmasına ve kıyı şeridinin denize doğru kaymasına neden olmuştur. Çalışma, 1991-2001 yılları arasında tüm çalışma alanında büyük bir erozyonun görüldüğünü ortaya çıkarmıştır. Deniz duvarlarının inşası erozyon alanlarının bir yerden başka bir yere taşınmasına neden olurken, dalgakıranlar kıyısız sürüklenmeye karşı bariyer görevi gördüğü söylenilmiştir. Karnataka boyunca kıyı erozyonunun nedenleri olarak; güçlü dalgalar, uzun kıyı akıntılarındaki eğimler ve akarsu / nehir ağzı sistemi boyunca çökeltilerin toplanması gösterilmiştir (Shetty vd. 2015).

Yapılan başka bir çalışmada, kıyı çizgisi değişimlerinin dalga etkisiyle ve birkaç kıyı koruma yapısı varlığında sayısal olarak modellenmesi için orta ve uzun dönem kıyı çizgisi değişimleri için uygulanabilir yarı iki boyutlu bir sayısal model geliştirilmiştir. Model, enerji dengesi denklemini çözen bir spektral dalga modeli kullanmıştır. Kıyı boyunca kum taşınımı, toplu kum taşınımı formülüyle çözülür ve sörf bölgesi boyunca dağıtılmış. Amaç, hesaplama süresini uzatmadan, spektral dalga modelini doğrudan hesaplanan sedimen taşıma ifadeleriyle birleştiren doğru bir sedimen taşıma modeli geliştirmektir. Geliştirilen yarı-2 boyutlu sayısal model teorik durumlarla karşılaştırılmış ve Gravens Wang'ın laboratuvar deneyleriyle doğrulanmıştır. Ayrıca, laboratuvar sonuçları ile açık deniz dalgakıranının çevresinde oluşan kum taşınimleri karşılaştırılmış. Laboratuvar deneylerinin ilk durumlarında, model hem kıyı şeridini hem de dalgakıran çevresindeki alan değişikliklerini başarılı bir şekilde temsil ettiğini gözlemlemiştir. Ancak kıyı çizgisi açıkdeniz dalgakıranına doğru ilerlemeye başladığı ve tombolo oluştuğu durumlarda ise sonuçlarının birbirinden uzaklaşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Yüksek gelen dalga açıları model topoğrafyadaki alan değişimini doğru bir şekilde tahmin edemeyeceğini belirtmiştir. Model test edilmeye başladıktan sonra ve zaman ilerledikçe sediman taşınım büyüklüklerinde ve taban topoğrafyasında düzensizlikler fark edilebilir hale gelmiştir. Böylece stabil olmayan değerlerde sediman taşınım miktarlarına neden olmuş. Bu sorunla başa çıkmak için; daha fazla filtre veya algoritmanın geliştirilmesi, bunların düzensizlikler ve kıyı şeridi değişimi üzerindeki etkileri araştırılabilineceğini ve modele uygulanabilineceğini

önermiş. Ayrıca bir yapının bulunduğu kavisli kıyı şeritleri, kum kaynakları, gelgitler ve akıntılar da (Q-2DH) yarı iki boyutlu model ile incelenebileceğine değinmiş. Bahsedilen dezavantajları çözen Q-2DH modeli, sedimen taşıma sorunları için geniş çapta uygulanabilir, hızlı ve hassas bir hesaplama aracı için bir temel oluşturabilir olacağını savunmuştur (Özsoy 2021).

Yazarlar, derin öğrenmenin uzaktan algılama ve CBS analizine entegrasyonu, hem karada hem de denizde farklı özellikleri hızlı bir şekilde sınıflandırıp tespit edebilmesi ve jeomorfik profil grafiklerine dayalı olarak kıyı sınıflandırması için evrişimli bir sinir ağı (ConvNet) kullanmış. Öncelikli girdi verileri ALOS ve NOAA uydularından elde edilen dijital yükseklik ve derinlik modelleri olmuş. Normal bir Sinir Ağının aksine, bir ConvNet'in katman dizisi olarak katmanları genişlik, uzunluk ve derinlik olmak üzere 3 boyutta organize edilen nöronları içermiştir. Vietnam'daki kıyı şeridi boyunca alınan sekiz kıyı tipini temsil eden sekiz yüz kıyı örneği, çeşitli ConvNet'lerin eğitimi ve test edilmesi için kullanıldı. Sonuç olarak, yaklaşık %98 doğrulukla ve kayıp fonksiyonunun düşük değerleriyle üç farklı optimize edici fonksiyon kullanan ConvNet modeli geliştirilmiştir. Bu modeller Vietnam'daki 1150 kıyıdaki 1029'u (%89'a eşit) sınıflandırmak için kullanılmış. Bu kıyı türlerinden olan Birikimli kıyılar;sedimen akıntı ve dalgalardan çökelerek istikrarlı araziler ve uzun kum tepeleri oluşturabilir. Kumullardan kaynaklanan rüzgar erozyonu, tarımsal kalkınmadaki bozulmanın ana nedeni gösterilmiş. Diğer bir kıyı türü olan Dalga erozyonu nedeniyle aşındırıcı kıyılar Bu kıyıların yüksekliği, ana karadaki 300-400 m'den fazla yükseklikten kıyı şeridinde sıfır yüksekliğe kadar hızla değişmekte ve Phan Thiet şehrinde 200 metre yükseklikte gözlenen en eski kırmızı kum tepeleri de son yüzyılda deniz dalgalarının etkisiyle aşındırıcı kıyılar olarak değerlendiriliyor. Eski kıyı sınıflandırma sistemlerine göre Vietnam'da on ana kıyı türü tespit edilmiş. Ancak bu kıyı tipleri jeomorfik özellikleri arasındaki farklılıklara göre sekiz tipte gruplandırılabilir. Bunlar delta, alüvyon, birikimli, aşındırıcı, kumlu, lagün, tektonik ve karstik kıyıları içerir. Jeomorfik özelliklere dayalı olarak kıyı sınıflandırması için evrişimsel sinir ağlarının uygulanması mümkün ve etkili olduğunu savunmuş ve yüksek doğruluk ve düşük kayıp fonksiyonu ile kıyı sınıflandırması için eğitilmiş ConvNet modelinden sekiz kıyı tipinin jeomorfik özellikleri kaydedilmiş. Vietnam'daki kıyıları sınıflandırmak için üç eğitimli model kullanılmış ve bu model küresel kıyıları sınıflandırmak için kullanılabileceğini vurgulamışlardır (Dang vd. 2020).

Başka bir çalışmada, yaklaşık 7,5 km uzunluğunda, Antalya ilinde önemli bir sahili olan Konyaaltı'nda aynı koordinat sistemine sahip 1934 yılı haritası ve 2016 uydu görüntüsü üst üste karşılaştırılarak kıyı morfolojisindeki değişim incelenmiştir. Limanın doğu kesiminde erozyon belirgin iken, batısında 50m'ye yakın birikme görülmüştür.. Bu değişim liman büyük mendireği önemli rol oynasa erozyonun birikimeden fazla oluşu başka nedenlerin varlığını göstermiştir. Plajı besleyen sediman kaynağı Boğaçay olduğundan, Boğaçay ve kollarındaki sediman azalması nın gerekçeleri araştırılmıştır. Boğaçay çıkış ağzı civarında ve zorunlu olarak kıyı duvarı inşa edilen Gürsu sahilinde ise erozyon ölçülmüştür. Antalya-Kemer karayolunun deniz tarafı, erozyon nedenli gerilemesi kaynaklı kıyı duvarları ve anroşmanda fırtına dönemlerinde hasarlar oluşmuştur. Kıyı erozyonunun nedenleri arasında Antalya Limanı büyük mendireğinden dolayı sediman taşınmasına set olması ve plajı besleyen Boğaçay'da uzun yıllar sürdürülen agrega alımı sediman kaynağını azaltarak kıyı dengesini koruyamaması gösterilmiştir. Öneri olarak; Boğaçay'ın sahile kum-çakıl taşınmasına engel olacak baraj ve gölet yapımı gibi uygulamalar düşünülmemesi ve kum çakıl malzemesi alımına izin verilmemesi gerektiğini belirtmiştir. Kıyı koruma yapısı dahi olsa projelendirilirken bölgesel kıyı erozyonuna neden olacağı ve kıyı morfolojisinin bozulabileceği hesaba katılması ve kıyı erozyonuna neden olacak faaliyetlerden uzak durarak koruyucu önlemler alınması önerilmiştir (Dipova 2016).

Ordu ili sınırları içerisinde yer alan Çam Burnu ile Giresun ili sınırları içinde kalan Gül Burnu arasındaki uzunluğu 150 km'lik alanın bu çalışmada kıyı çizgisi değişimi incelenmiştir. 1956 ve 1975 yılına ait koordinatlandırılmış analog hava fotoğrafları, 2013 ortofoto görüntüler ve Google Earth Pro ile yüksek çözünürlüklü 2020 yılı uydu görüntüsü üzerinden sayısallaştırılarak kıyı çizgileri üretilmiştir. Tüm yıllara ait kıyı çizgileri karşılaştırılmış, kıyı çizgisinde erozyon ve birikim yaşanan alanlar tespit edilip alanları hesaplanmıştır. Daha sonra dönemler halinde kıyı çizgisi değişim haritaları oluşturulmuştur. Koordinatlandırma, sayısallaştırma, haritalama ve alan hesaplama işlemleri ArcGIS 10.8.1 yazılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kıyıları önceleri doğal kıyı özelliği taşıırken zamanla yapay kıyılara dönüşmüştür. Hala doğal kıyı olma özelliğini gösteren alanların çoğunluğu yüksek seviyede ve bahsedilen alanlar çalışma alanında sınırlı olmasına rağmen yakın zamanda bu alanların çevrelerinde de beşeri faaliyetler görünmeye başlanmıştır. Günümüz kıyı çizgisi yapılan beşeri müdahaleler sonrası 1956 yılına göre uzamıştır. Her ne kadar zaman içinde kıyıdaki birçok koy doldurularak kıyıdaki girinti ve çıkıntılar azalmış gibi görünse de dalgakıranlar, mendirekler, "T" şekilli mahmuzlar, limanlar, balıkçı barınakları vb. yerlerinin yapımıyla kıyı çizgisi daha

da girintili ve çıkıntılı bir hal almıştır. Araştırma alanı kıyıların büyük bir bölümünde kıyı dolgusu yapılmak suretiyle denizden alan kazanılmış ve kıyı çizgisi deniz yönünde ilerletilmiştir. Kıyıda gerçekleştirilen dolgu faaliyetleriyle 1956-2020 yılları arasında 5,2 km² 'lık alan kara haline dönüştürülmüştür. dolgu faaliyetleri farklı problemleri de beraberinde getirmiştir. Örneğin, balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin ağız kısımlarında kum birikimi, sığlaşma sorunu ve verimli kullanılamamasına neden olmuştur (Aktaş ve Bahadır 2022).

Bu çalışmada Çoruh Deltası kıyı şeridindeki erozyon ve birikim hızlarının temel veri seti uydu görüntülerinden yararlanılarak ArcGIS 10.5 programı ile hazırlanmıştır. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile kıyı çizgileri DSAS yardımıyla analiz edilerek güncel değişim hızı, eğilimi ve Batum şehrinde kıyı erozyonuna bağlı güncel durumu tespiti amaçlanmıştır. Hesaplama ve analizler akarsuyun denize döküldüğü nokta referans alınmış ve iki grup altında gerçekleştirilmiştir. I. grup, akarsu ağzının solu ve Türkiye sınırına doğru uzanan kıyı alan, II. grup ise akarsu ağzının sağ ve Batum Limanı'na doğru uzanan kıyı alan olarak ayrılmıştır. Her iki grup içinde 1984-2020 yılları arası üç farklı kıyı çizgisi dikkate alınarak hesaplama ve analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulguları akarsu ağzı ile Türkiye sınırı arasında erozyonun baskın olduğunu ve birikim olmadığı gözlenmiştir. Erozyon akarsu ağzından, Türkiye sınırına doğru azalarak devam etmiştir. Kıyı çizgisinde 85,81 m'lik ortalama ve 2,37 m/yıl hızla erozyon/gerileme yaşandığı hesaplanmıştır. Akarsu ağzı ve Batum Limanı arasında ise erozyon ve birikimin birlikte gerçekleştiği tespit edilmiştir. Akarsu ağzı yakınlarında birikim, arıtma tesisi-havalimanı-plaj bölgesinde erozyon ve liman bölgesine yaklaştıkça tekrar birikimin egemen olduğu belirlenmiştir. Kıyı çizgisi değişiminin akarsu ağzı yakınlarında 0,22 m/yıl, plaj bölgesinde -1,53 m/yıl ve liman bölgesine yaklaştıkça 1,19 m/yıl olarak hesaplanmıştır. Çalışma bulguları Batum şehrinin kıyı çizgisine yakın farklı bölgeleri için kıyı erozyonu riskinin güncel bir sorun olduğunu göstermiştir. Akarsu ağzının sol tarafında turizm açısından yükelişte Gonio plajı kıyı erozyonuna maruz sahaların başında gelmiş ve sahadaki doğal plaj tehlike altında olduğunu belirtilmiş. Akarsu diğer ağzız tarafında ise turizm, ulaşım ve altyapı tesisleri kıyı erozyonu tehlikesi ile karşı karşıyadır. Şehre ait arıtma tesisi ve uluslararası havalimanı ise erozyona bağlı çevre sorunları ile karşı karşıya kalma potansiyeli en yüksek yerlerden olduğunu belirtmiştir (Kale ve Koç 2023).

Göksu nehrinin taşımış olduğu kil, silt, kum, çakıl ebatlarında sedimanlarla oluşmuş olan Göksu deltası çalışma alanı olarak belirlenmiş çalışmada, Göksu deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracı ile belirlenmesini amaçlanmış ve farklı tarihlere ait Landsat uydu görüntülerinden

faydalanılmıştır. DSAS aracı geçmiş zamana ait kıyı çizgilerinin değişim oranını hesaplamak için geliştirilmiş ve ArcGIS programının eklentisi olarak çalışır. Göksu deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracında değerlendirilmesi sonucunda; Altinkum mevki, İncekum burnu, akarsu ağzı ve çevresi ile Paradeniz Lagünü kıyı kordonu kıyı çizgisi değişimlerinin daha dikkat çekici olduğu gözlemlenmiştir. Altinkum mevki, İncekum burnu uç kısımları ve Paradeniz Lagünü kıyı kordonunda erozyona bağlı kıyı çizgisi gerilemesi; akarsu ağzı ve çevresi ile İncekum burnunun yan kısımlarında birikmeye bağlı kıyı çizgisi ilerlemesi gözlemlenmiştir. Göksu deltası kıyı çizgisi değişiminin yoğun olarak gözlemlendiği bu alanlar aynı zamanda delta morfolojisinin de değişmesine neden olmuştur. Kıyı çizgisi değişimlerinin olumsuz etkilerinin minimum olması için deltadaki kıyı çizgisi değişimlerinin daha sık aralıklarla incelenmesi ve mevcut durumlara sebebiyet veren olumsuzlukların tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması önerilmiştir., Göksu deltası kıyı risk haritalarının üretilmesi ve arazi kullanımının yeniden değerlendirilmesi gereğini vurgulamıştır (Kılar ve Çiçek 2018).

Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesinin hidroelektrik enerji üretimi ve sulama amaçlı en önemli barajlarından biri olan Yamula Baraj Göl'ünde mevsimsel değişim bilgisi elde edilmek istenmiştir. 2016 yılı ilkbahar, yaz ve sonbahar sezonlarına ait Landsat 8 LDCM Mart, Ağustos ve Kasım uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yapay sinir ağları ile sınıflandırılmış Landsat-8 LDCM uydu görüntüleri üzerinde sınıflandırma sonrası karşılaştırma yöntemi kullanılarak mevsimsel kıyı çizgisindeki değişim bilgisi elde edilmiştir. Tüm yapay sinir hücreleri bir araya gelerek Şekil'de görüldüğü gibi girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanından oluşan üç katmandan oluşan YSA'ları oluşturur (Kesikoğlu vd. 2017).

Bu çalışmada kullanılan yöntemin farklı aylara ait uydu görüntülerinde anlamlı değişim sonuçları ürettiği görülmüş. Çalışma sonuçları Yamula Baraj Gölü'nde hem artış hem de azalma olduğunu gözlemlenmişler. Yapılan araştırmalara göre Yamula barajındaki suyun ağustos ayına kadar artması o aya kadar yağışların artmasından, ağustos ayından sonraki düşüş ise yağışların azalmasından ve hava sıcaklığının yüksek olmasından kaynaklanabileceği sonucuna varmışlar (Kesikoğlu vd. 2017).

Mentaschi vd., 2018, uydu gözlemlerine dayanarak kıyı morfodinamiğinin 32 yıllık (1984–2015) küresel bir değerlendirmesini yapmışlar. Bu çalışmada, 32 yıl boyunca su varlığının haritasını çıkaran 3 milyondan fazla uydu görüntüsünün analizinden elde edilen küresel bir veri tabanı olan Global Surface Water Explorer (GSWE) veri setinden yararlanılmış. 2 milyondan

fazla sanal kesit su varlığındaki değişiklikler açısından analiz edilmiş. Küresel ölçekte, 1984 ile 2015 yılları arasında kıyı bölgelerindeki kalıcı arazi kaybı yaklaşık 28.000 km²'ye ve aynı dönemde kazanılan arazinin yaklaşık 14.000 km² ulaşmakta olduğunu belirlemişler. Ancak kazanılan aktif bölgenin toplam yüzeyini yaklaşık 25.000 km², kaybedilen aktif bölgenin yüzeyini yaklaşık 11.500 km² olarak hesaplamışlar. Bu sonuçlarla, aktif bölgenin kazanımı kabaca arazi kaybını ve arazi kazancı da aktif bölgenin kaybını dengelediğini belirtmişler. Bu, insan yerleşimleri ve karasal ekosistemler için yaklaşık 14.000 km²'lik net yüzey kaybı anlamına geldiğini vurgulamışlar. Kıyı kaynaklarının kullanımı, kıyı yapılarının, baraj ve sulama sistemlerinin inşası vb. insan faaliyetlerinin öngörülemeyen yan etkileri sonucu sediman akışını değiştirmesi veya mangrov ormanları gibi kıyı ekosistemlerinin zarar görmesi gibi antropojenik faktörlerin açıkça kıyı değişimin en büyük nedeni olarak gösterilmiş. Bir diğer önemli etken ise tsunamiler ve aşırı fırtınalar gibi doğal afetlerin meydana gelmesini eklemişler ve kıyı erozyonunda gözlemlenen bu küresel eğilimde, deniz seviyesi yükselişi ve değişen iklim koşullarında daha sık görülen değişimler nedeniyle daha da artabileceğini öngörmüşlerdir.

1.3.2 Kıyı Çizgisi Değişimi Makine Öğrenme ile Tahmini Üzerine Yapılan Literatür Çalışmaları

Çalışma alanı Apulian bölgesinin (İtalya) güneydoğu kıyısında, Adriyatik Denizi boyunca, yani Manfredonia Körfezi'nde yer almaktadır. Toplam uzunluğu yaklaşık 18 km olan sahil genellikle kum tepeleri, sulak alanlar ve tuzlu bataklıkların bulunduğu alçak kumlu bir plajdır. Kıyıda yaklaşık 2 km açıkta derinlik 13 m civarındadır. Bu kumlu kıyı, yıllar içinde körfeze akan çeşitli nehirlerin sağladığı çökeltilerden oluşmuştur. Dışbükey bir plajla ayrılmış iki içbükey plajı gösteren (Hücre I, II (Dışbükey) ve III olarak bölünmüş) güney Adriyatik kıyısının yaklaşık 18 kilometrelik kısmı 1992-2013 döneminde incelenmiştir. Kıyı şeridi değişiminin CBS uygulaması aracılığıyla zamansal analizi, birikim ve erozyon alanlarının konumunu açıkça göstermiştir. Hücre I ve Hücre III'te kıyı şeridinin içbükey şeklini koruyarak ancak dönerek geliştiği kanıtlanmıştır. Hücre I'de saat yönünde bir dönüş gözlemlenmiş; kuzeyde çökelti birikintisi alanı ve güneyde erozyon alanı oluşmuş. Hücre III'te kıyı şeridinin saat yönünün tersine dönmesi, güney bölgede kumsalın ilerlemesine ve kuzey bölgesinde geri çekilmesine neden olmuş. Hücre II, ilerleyen bir erozyonla karakterize edilmiştir, dolayısıyla dışbükey şekilli plaj profili yıllar içinde azalmıştır. Bu sonuçlar aynı zamanda her hücrede doğrusal regresyon modelinin uygulanması ve Pearson matrisinin hesaplanmasıyla da kanıtlanmış; bu

bize kuzey, orta ve güney kıyı şeridi konumları arasındaki korelasyonları kapsamlı bir şekilde araştırmaya olanak tanımış. Özellikle 2005–2008, 2008–2011 ve 2011–2013 dönemlerindeki kıyı şeridi analizinde, sayısal tek hatlı LITPACK modelini doğrulamak için kullanılmıştır. Modelin, hafif kavisli olması durumunda kıyı şeridi gelişimini tatmin edici bir doğrulukla yeniden üretmeye uygun olduğunu belirtmiştir. Model 2013-2018 dönemi için bir tahminde bulunmak amacıyla kullanılmış. Sonuç, kıyı şeridinin henüz bir dengeye ulaşmadığı ve Hücre I ve Hücre III'te belirtilen eğilimin (yani sırasıyla saat yönünde ve saat yönünün tersine dönüş) tahmin açısından da doğrulandığını göstermiş (Armenio vd. 2019).

Çalışma bölgesi olarak Türkiye'nin Güneyinde yer alan Antalya'nın Demre İlçesi tercih edilmiştir ve Sentinel-2A Çok Bantlı Algılayıcı yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılmış. Çalışma kapsamında incelenen Makine Öğrenmesi Sınıflandırıcıları, Destek Vektör Makineleri, Yapay Sinir Ağları (MLP) ve Kolektif Öğrenme Sınıflandırıcıları olarak 3 başlıkta toplanmıştır. Destek Vektör Makineleri için 4 çekirdek fonksiyonu, MLP için 4 aktivasyon fonksiyonu ve 4 farklı Kolektif öğrenme sınıflandırıcısı ile toplamda 12 adet kıyı çizgisi oluşturulmuş ve kıyı tiplerine göre isabetlilikleri değerlendirilmiştir.

Çalışma Görüntü İşleme, Veri İşleme, Sınıflandırıcı İşlemleri ve İsbetlilik Değerlendirmesi olarak dört temel bölümden oluşmuştur. MLP özellikle gölge alan içeren falezler ve yapay kıyılarıdaki çıktılar karşılaştırma yapılırken isabetlilik yüksek ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Sadece kumlu-çakıllı sahillerde SVMs-L sınıflandırıcısının küçük bir farkla uzağında kalmış. Destek Vektör Makinelerinden SVMs-S dışında diğer çekirdek fonksiyonlar için kıyı tipleri genelinde aralarında yakın ve anlamlı sonuçlar elde edilmiş. Lineer çekirdek fonksiyonun kullandığı SVMs-L sınıflandırıcısı sahil kıyı tipinde en büyük isabetlilik değerlerini elde etmiştir. Kolektif Öğrenme sınıflandırıcıları, kıyı tipleri genelinde beklenen isabetliliği gösterememişlerdir. Uydu görüntülerinde en çok görülen falez, sahil ve yapay kıyıları ile Makine Öğrenmesi Sınıflandırıcıları kullanılmış ve Uydu görüntülerinden kıyı çizgisi çıkartma işleminde Makine Öğrenmesi Modelleri için kıyı tiplerine bağlı olarak isabetlilikler elde edilmiştir.

Gelecek çalışmalarda farklı model ve kıyı tiplerinin eklenmesi ile alanda daha önemli bulguların elde edilebilmesinin mümkün olduğunu ve çalışmada kullanılmayan spektral bantların da eklendiğinde farklı sonuçların elde edilmesinde fayda sağlayabileceğini savunmuştur.

Kıyı çizgisi çıkartma işleminde diğer yöntemler ve tekniklerle karşılaştırıldığında, kolaylık ve isabetlilik sağlayan Makine Öğrenmesi Algoritmaları için kıyı tiplerine bağlı olarak isabetlilik değerlendirmesi konusunda eksiklikler çalışma kapsamında giderilmeye çalışılmış. Sonuçlara bakıldığında, kıyı çizgisi çıkartma işleminin kullanıldığı bir çok alanda kıyı tiplerine bağlı olarak sınıflandırıcı seçiminde bir rehber oluşturulmaya çalışılmıştır. Çıkarılan kıyı çizgilerinde isabetlilik ve güvenilirlik olabildiğince yüksek olması, kıyı bölgesinin izlenmesi ve sürdürülebilirliği için önemli olduğu vurgulanmış. Kıyı çizgisi çıkartma işlemine sağlanan katkıyla beraber, tüm canlılar için değerli olan ve erozyon vb. risk altındaki kıyı alanlarının korunmasına da katkı sağlanması çalışmasının temel hedefleri arasında olduğunu belirtmiştir (Çelik 2020).

Göksu Deltasının 1984 ve 2017 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri ENVI programının “band orantılama” tekniğiyle ve Göksu deltasının kıyı çizgisi haritaları çıkarılmıştır. DSAS aracının veri tabanına uygun olarak düzenlenmiş ve NSM istatistiğine göre değerlendirilerek çalışma sahasının kıyı çizgisi ilerleme ve gerileme değerleri hesaplanmıştır. Kıyı çizgisi değişim değerlerinin hesaplanmasında Landsat uydu görüntüleri için uygun görülen $\pm 5m$ hata payı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, NSM istatistiğinden elde edilen Göksu deltasının geçmiş yıllara ait kıyı çizgisi değişim değerlerinden yola çıkarak 25 ve 50 yıl sonraki konumları belirlenmiştir. Göksu deltasının 25 yıl sonraki kıyı çizgisinin konumunun değerlendirilmesi sonucunda 97 ha erozyon ve 95 ha alanda genişleme meydana gelmesi beklenmektedir, Göksu deltasının 50 yıl sonraki kıyı çizgisinin değerlendirilmesi sonucunda ise 196 ha alanda erozyon; 200 ha alanda genişleme beklenmektedir. Örneğin, Paradeniz lagünü kıyı kordonunun morfolojik açıdan 25 ve 50 yıl sonra büyük ölçüde gerilemesi ve önemli büyüklükte parça ayrılımlarının meydana gelmesi daha fazla deniz suyunun lagün içerisinde girmesine neden olacaktır. Bu durum, Paradeniz Lagününün ve bağlı bulunduğu diğer su kaynaklarının su kalitesinin azalması ve lagün ekolojisinin sürdürülebilirliğinin sağlanamamasına neden olacaktır. Çalışma sahasında, morfolojik kıyı gerilemelerinin yoğun olduğu bir diğer alan Altinkum mevki, Göksu deltasında rekreasyon faaliyetlerinin yoğun olduğu alanlardan biridir. Bu nedenle, Altinkum mevkiinde meydana gelecek morfolojik kıyı gerilemeleri bölgede rekreasyon faaliyetlerinin sekteye uğramasına neden olacaktır (Kılar ve Çiçek 2019).

Kızılırmak Deltası Uydu Görüntüleri çalışma alanı için 38 yıllık bir süreyi 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022 olmak üzere yedi adet Collection 2 Level-2 Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır. Collection 2 Level-2 Landsat görüntüleri USGS web sitesinden indirilmiştir.

1984–2022 zaman diliminde kıyı çizgisi değişimlerinin analizleri ve 2030 yılı için tahmininde Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin tarihleri mümkün olduğunca eşit aralıklı ve deltadaki kıyı koruma yapılarının yapım tarihleri dikkate alınarak elde edilmiştir. 1984–2022 zaman aralığında erozyon nedeniyle kaybedilen alan 201,40 ha olarak hesaplanmıştır. Genel periyot altışar yıllık aralıklara bölünerek incelendiğinde barajların etkisiyle oluşan erozyonu durdurmak amacıyla inşa edilen mahmuzların olduğu bölgede etkili iken, erozyonun doğuya kaydığı ve tam bir koruma sağlamadığını gözlemlenmiştir. Çalışma alanı boyunca koruma ve tedbir gereken alanları öncelikli değerlendirmek için incelenen 8 km uzunluğundaki kıyının EPR yöntemine göre %57'si, LRR yöntemine göre %50'si yüksek erozyon derecesi belirlenmiştir. Kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmini, kıyının erozyon nedeniyle zarar görebilecek yapay kıyı beslemesi gibi acil koruma sağlamak için alan yönetiminde rehberlik edebilir. Bununla birlikte EPR yöntemiyle model bazlı yapılan tahmin, daha sonra ileri bir aşama olarak tehlike alanlarında sayısal modeller uygulanabileceğini öngörmüşler (Öztürk ve Uzun 2023).

Bu çalışmada, Orissa kıyı şeridi değişimini analiz etmek için çalışma bölgesi olarak kullanılmış ve kıyı şeridi altı bölgeye bölünmüştür. Kıyı şeridi geri çekilmesi, kenar algılama filtreleri kullanılarak Orissa kıyı şeridinin iki uydu görüntüsünün üst üste bindirilmesiyle hesaplanmış. Orissa'nın kıyı şeridi kaymasını belirlemek için görüntü farklılaştırma tekniği kullanılmış. Kayma, bir birim pikselin 200 metreye karşılık geldiği bir satırdaki ardışık iki beyaz piksel arasındaki siyah piksel sayısı bulunarak tahmin edilmiş. Nisan 2015'te Landsat görüntüleri, Nisan 1986'ya Landsat görüntüleri kıyasla Orissa kıyı şeridinde önemli bir kayma gözlemlenmiş. Daha sonra, MERRA-2 ve ERA-Interim'den gelen diğer girdi parametreleriyle birlikte Orissa kıyı şeridinin kaymasını modellemek için makine öğrenme yöntemlerinden KNN, ANN ve SVM teknikleri kullanılmış. İki gizli katmana sahip (100.100) nörondan oluşan bir ANN (Yapay Sinir Ağı) modeli, en yüksek test doğruluğunu sergilemiş. ANN modeli kıyı şeridi kaymasını Tabloda sunulduğu gibi %86,2 doğrulukla tahmin etmektedir. Sonuçlarda kıyı boyunca referans olarak 2018 kıyı şeridi dikkate alındığında doğu kıyısı Orissa'nın kıyı şeridinde 2,61 m/yıl oranında bir azalma yaşanacağını belirtmişler. Çalışmanın sonuçları gelecekte kayıpları önlemek amacıyla kıyı şeritlerinin korunmasına yönelik yönetim araçları olarak kullanılabileceğini savunulmuş. Kıyı şeridinde deniz kıyısının korunması için bitki örtüsü, kıyı koruma yapıları ile çözüm sağlanabileceğini ve gelecekteki kayıpları azaltmak için kıyı boyunca deniz seviyesinin yükselmesi, kasırgalar ve su baskını gibi durumların sürekli olarak gözlemlenmesi önerilmiştir (Kumar vd. 2020).

Tayvan’da yapılan çalışmada, orada bulunan Baisha (BS), Nanwan (Kuzeybatı), Büyük körfez (DW), Küçük körfez (SW) ve Chuanfanshi (TFS) 5 plajdan toplanan kıyı şeridi verileri kullanılmış. Her kumsaldaki mekansal bilgiler, Orman Bürosu Hava Ofisinden 1982, 2002, 2006 yıllarına ait havadan araştırma haritaları kullanılmış ve insansız hava aracı (İHA modeli Phantom 4RTK) 2019’un incelenen verilerini tahmin edici olarak belirlemişler. Yapay sinir ağlarından olan 3-3-1 katmanlı bir MLP (Multi-Layer Perceptron) mimarisi kullanmışlardır. Aktivasyon fonksiyonları, önceki katmanların nöronlarından gelen girdi sinyallerini bir sinir ağı modelinin genel performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilecek matematiksel fonksiyonlar yoluyla dönüştürür. Aktivasyon fonksiyonları; Identity Function, Hyperbolic Tan Function (Tanh), Logistic Function (Logistic), Exponential Function ve Sine function olarak 5 farklı fonksiyon kullanılmıştır. Kıyı çizgisindeki değişimler hakkında elde edilen bilgiler Tayvan gibi fırtınaya yatkın bölgelerde kıyı bölgelerinin yönetiminde çok önemli bir rol oynayabileceğini söylemişler. Bu tür değişikliklerin doğru tahmin edilmesinin de önemini vurgulamışlar. Ek olarak, çıkan sonuçlar bu tür modellerin uygulanmasında aktivasyon fonksiyonlarının önemli rolünü olduğunu göstermişler. Kıyı şeridi değişimini modellemek için farklı aktivasyon fonksiyonları dikkate alınmıştır. Logistic ve Tahn fonksiyonlarının Identity, Exponential ve Sine Fonksiyonlarından daha iyi performans gösterdiği gösterilmiştir. En iyi fonksiyonu seçmek için kullandıkları kriterler en yüksek R^2 ve en düşük RMSE (Kök ortalama kara hatası) olarak belirlenmiş. Bulgular kıyı şeritlerinin tahmini için değerli bir referans görevi gördüğünü savunmuşlar (Chen and Wang 2020).

Çalışma alanlarını Malezya Yarımadası’nın Kuzey Batı kıyısında yer alan Langkawi Adası olarak belirlemişler ve Landsat-5 TM (Tematik Haritacılık) uydu görüntüsünden alınan verileri kullanmışlar. 11 tane makine öğrenme tekniğini içeren bir dizi deney gerçekleştirilmiş ve kıyaslamaları yapılmış. MLP en yüksek genel doğruluğu elde eden en etkili görüntü sınıflandırma yöntemi olduğunu, ama eğitim süresi ve test süresi açısından orta derecede başarılı olduğunu belirtmişler. Sonuçlar LDA’nın genel doğruluk, eğitim süresi ve test süresi bir arada değerlendirildiğinde en uygun yöntem olduğunu, kısaca LDA son derece doğru ve son derece hızlı olduğunu göstermişler. Sonuçlar ile kıyı şeridi çıkarımı için belirli bir görüntü sınıflandırma yönteminin seçilmesinin, başta ağ topolojisi ve genel doğruluk, eğitim süresi ve test süresi gibi performans parametreleri olmak üzere bir dizi faktöre bağlı olduğunu göstermek istemişler. Kıyı şeridi çıkarımına yönelik mevcut yöntemleri daha da geliştirmek için birleştirilmiş makine öğrenimi yaklaşımını veya derin öğrenme sinir ağını içeren nesne tabanlı sınıflandırmayı içeren bir yöntem kullanılabileceğini savunmuşlar (Manaf vd. 2020).

Geleneksel kenar tespitiye dayalı kıyı şeridi çıkarma yöntemi yerine bu çalışmada evrişimli sinir ağlarına dayalı bir kıyı şeridi çıkarma yöntemi önermişlerdir. Qingdao'daki Jiaozhou Körfezi'nde yapılan çalışmada farklı yöntemlerle kıyaslama yapılarak ve yapay sinir ağlarını geliştirme ve eğitimi ile giderek daha iyi sonuçlar elde edebileceklerini savunmuşlardır. İlk olarak, nesnenin çok ölçekli özelliklerini çıkarmak için standart evrişimi Backbone Network'ü Mini-Inception yapısıyla değiştiriyorlar ve tüm çok ölçekli özellikleri bir araya getiriliyor. Daha sonra ölü nöronların uzaktan algılama görüntülerinin etkili özelliklerini öğrenememesi sorununu önlemek için ReLU aktivasyon fonksiyonu yerine leaky-ReLU aktivasyon fonksiyonunu kullanmışlar. Son olarak ağ, görüntüden görüntüye tahmin gerçekleştirmek için nesnelerin çok düzeyli bilgisinden tamamen yararlanır yapıda olduğu bilgisini vermişler. Kıyı şeridinin çıkarılmasında Sobel, Canny, HED, RCF ve kendi yöntemlerini kullanmış olup, kıyı şeridi çıkarma sonuçları niteliksel olarak değerlendirmişler. Karşılaştırıldığında elde edilen kıyı şeridi sonuçları arasında en sürekli ve pürüzsüz olan kendi yöntemleri olduğunu ve sonuçlarda, yöntemlerinin kıyı şeridini etkili bir şekilde doğru ve otomatik olarak çıkarabildiğini göstermişler (Liu vd. 2019).

1.3.3 Karasu Sahili Üzerine Yapılan Literatür Çalışmaları

TMMOB tarafından yapılan çalışmada Karasu Limanı'nın doğu kesiminde yer alan sahilde kıyı daralmasının şehri olumsuz etkilemesi üzerine çalışma yapılmıştır. Sakarya Nehri'nin sedimanlarının birikmesi sonucu oluşan ve devamlılığı için de Sakarya Nehri'nin getireceği sedimana ihtiyacı olan Karasu kıyı kesimindeki kıyı erozyonu incelenmiştir. Kıyı erozyonunun somut göstergelerinden birisi kinci Dünya Savaşı'ndan kalan koruganlardan birisinin denize 95 m olan uzaklığının 10 m'ye inmesi, giderek deniz içinde kalmasıdır. İkinci Dünya Savaşından kalan koruganlardan birisinin kıyıya 95 metre uzaklıktayken 10 metreye düşmesi somut bir örnek olarak gösterilmiştir. Nehirler üzerinde yapılan barajlar, düzensiz, kontrolsüz kum alım ile liman, dalgakıran vb. kıyı yapılarının beklenen sonucu olarak kıyı erozyonu gösterilmiştir. Ortaya çıkan çevre felaketi, yanlış yapılaşma ile birlikte maddi kayplara ve telafisi olmayan insanlığın ortak mirası doğal alanların kaybına neden olacağı vurgulanmıştır. Bu nedenle, kıyı kesiminin oluşumu ve sürekliliğin sağlanma için önemli rol oynayan Sakarya Nehri'nin havza bütününde ele alınması gerektiğine değinmişlerdir.

Ayrıca, Karasu kıyılarında çıkarılan kum midyeleri, deniz dibinde hacimleri azımsanmayacak kadar büyük çukurlarının oluşmasına sebebiyet verdiği ve bu oluşan çukurlar yüzünden nehrin

taşıdığı alüvyonun denizde kaldığı ve kıyıya ulaşmadığı belirtilmiştir. Kum midye avcılığının kıyı çizgisinde negatif yönde değişim hızını artmakta ve erozyonun etkenleri arasında olduğu belirtilmektedir (TMMOB 2012).

Çalışma alanı Karasu Limanının doğusundaki sahilin yaklaşık 6,3 km'lik kısmını uzaktan algılama yöntemi ile 1990-2021 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi incelenmiştir. CoastSat açık kaynaklı yazılım araç takımı kullanılarak kıyı çizgisi değişiminin ve burada inşa edilen yapıların bu değişime etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Farklı yıllar ve yıllar içinde aynı döneme ait görüntülerden yararlanılarak kıyıda oluşan erozyon ve birikme durumu belirlenmiştir. Sonuçta ise sahilde önemli ölçüde erozyon olduğu ve erozyona en büyük neden olarak liman inşası gösterilmiştir. Bu erozyonu önlemek için yapılan 12 adet kıyıya dik mahmuz yeterli olmamış. Kıyı erozyonunun önlenmesi ve kum toplaması için mahmuzlar sonrası kıyıya paralel inşa edilen 27 adet ayrıık dalgakıran sonrası sahilin önemli ölçüde kum tutmaya başladığı ancak buna rağmen bazı kıyı kesimlerinde kıyı çizgisinin hala 30 yıl önceki halinden uzak kaldığı belirtilmiştir (Kılıç 2021).

Sakarya nehrinin karadenize döküldüğü ağzın batısında kalan Karasu kıyı çizgisinin son 40 yıllık değişimleri, ilerleyen yıllar için dalga iklimi ve deniz seviyesindeki değişimlerin etkisi göz önüne alınarak modellenmesi amaçlanmıştır. Bölgeye ait kıyı çizgisi değişiminin tahmini için tek boyutlu bir kıyı gelişim modeli olan_GenCade sayısal modeli kullanılmıştır. Karasu kıyısının batimetrik ve jeolojik yapısı, dalga ve rüzgâr iklimi verilerinin nasıl elde edildiği anlatılmıştır. GenCade sayısal modelin çalışma performansını ve doğruluğunu BSS ve NMSE istatistiksel yöntemlere göre belirlendiğine değinilmiştir. Geçmiş 40 yıllık dönemi kapsayan katı madde taşınımı ve kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler nasıl modellenmiş gösterilmiştir ve sonuçlara göre Sakarya Nehir ağzının batı tarafında yığılmanın olduğu sonucuna varılmıştır. Bölgede yapılan kum taramaları, nehir üstündeki HES, barajlar vb. mühendislik faaliyetleri ve yapıları insan etkileri model tahminlerinde gözlemlenen, nehir ağzının batısında meydana geleceği düşünülen yığılmayı engelleyen etkenler olarak düşünülmektedir. Daha sonra yakın (2021-2060) ve orta (2061- 2100) gelecek olarak kıyı çizgisi değişimi iki iklim senaryosunda tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuca göre Karasu kıyısı hem iklim senaryolarında, hemde gelecek dönemlerin ikisinde de erozyon açısından stabil bir halde olduğu tahmini çıkarılmıştır. Her iki senaryoda da gelecek (2061-2100) dönemde daha çok stabil bir yapıya geçtiği, kıyı boyu katı madde taşınımı ve kıyı çizgisi değişiminin azaldığı belirtilmiştir (Açıkkol 2023).

Bu araştırmada 2205 yılına kadar 1 m, 2 m ve 3 m deniz seviyesi yükselişi olmak üzere üç deniz seviyesi yükselme senaryosunu dikkate alarak Karasu bölgesindeki deniz seviyesi yükselişinin etkilerini belirlemek istenmiştir. İlk amaç olarak, Türkiye'nin Karasu bölgesinde gelecekte meydana gelebilecek deniz seviyesi yükselmesi senaryo tahminleri, su taşkını seviyeleri Coğrafi Bilgi Sistemi aracılığıyla Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak görselleştirilmiştir. İkincisi ise değişikliklerin kıyı üzerindeki potansiyel fiziksel etkilerinin belirlenmesidir. Kıyı bölgesinin su baskını dönemindeki hassasiyeti, arazi örtüsü kaybı tehlike ve risk haritaları ile birlikte gösterilmiştir. Öngörülen kayıp senaryosuna dayalı olarak CBS tabanlı su baskını haritaları, 1 metrede toplam arazi alanının %1,43'ünü veya 0,79 km²'sini, 2 metrede toplam alanın %6,16'sını veya 3,4 km²'sini ve 3 metrede toplam arazi alanının %30,08'ini kaybedeceği sonuçlarını göstermiştir. Böyle bir toprak kaybı sebebiyle bölgede yaşayan nüfusun gelecekte bir önlem alınmazsa Karasu'yu terk etmek zorunda kalacakları öngörölmüştür. Yakın senaryo olarak 1 metrede sadece sahil alanları ve şehrin karayolunda su baskını tahmini yapılmıştır. 3 m'lik senaryo için ise kentsel alanların daha yüksek risk taşıdığını göstermiştir. Zaafiyet verilileri ile birleştirilmiş afet haritasından, Karasu bölgesinin batı ve doğu nehir ağzı bölgelerinin orta dereceli bir zaafiyet, kıyı bölgelerinin iç kesiminde ise düşük bir zaafiyetinin olduğu belirtilmiştir (Ali 2018).

1.4 ÇALIşMA BÖLGESİNİN TANITIMI

Sakarya iline bağlı bir ilçe olan Karasu, 41⁰ 06' 55" Kuzey enlem ve 30⁰ 42' 10" Doğu boylam çizgileri arasında yer alır. Doğusunda Kocaali ilçesi, batısında Kaynarca ilçesi, güneyinde Hendek ilçesi ve kuzeyinde Karadeniz bulunmaktadır.



Şekil 1.2 Karasu yerbulduru haritası.

Karasu İlçesi Batı Karadeniz bölgesinin bitişi, Marmara bölgesinin başlama noktasındadır. İki bölgenin kesiştiği noktada yer almasına rağmen Karasu’da daha çok, Karadeniz’in iklimi baskındır. Yani genel olarak yaz ayları sıcak ve kurak geçerken, kış ayları soğuk ve yağışlıdır. Kış mevsiminde yağış türü genellikle yağmur şeklindedir. Bölgenin yıllık yağış ortalaması 1.200 mm'dir. Denizden yüksekliği 31 metredir. 477 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. İlçe topraklarını Sakarya nehri, Efteni (Melen) Gölünden çıkan Büyük Melen Çayı sulamaktadır. Bu akarsuların taşıdığı alüvyonlarla vadi tabanlarında ve denize ulaştıkları kesimlerde verimli düzlükler oluşturur. Acarlar, Akgöl ve Küçükboğaz Gölleri ilçedeki belli başlı göllerdir (URL-2).



Şekil 1.3 Çalışma alanı (URL-2).

1.4.1 Karasu Kıyı Kullanımı ve Erozyonu

Karasu ilçesi binlerce yılda oluşan sahili 35 km uzunluğundadır. Kıyı içine doğru derinliği 1 km'ye ulaşan bazı kesimleri de vardır. Karasu sahilinde yapılan çalışma alanı, Şekil 1.2.'de gösterilmektedir. Çalışma bölgesinin doğu sınırı olan Küçükboğaz Gölü, Karasu ilçesinde Karadeniz kıyısında yer alan küçük bir lagün gölüdür. Göle Kırmancı, Beydağ, Kavakgöl, Lömek ve Topçu derelerinin suları boşalır. Gölün denizle bağlantısı hava şartlarına göre bazen kapandığı ve bu duruma özellikle fırtına, şiddetli rüzgâr olduğunda dalgaların yığıldığı kumlar neden olduğu belirtilmiştir. Göl sularının denize boşalmasına engel bir set oluşturduğundan gölden taşan sularında çevre arsa ve tarlalara zarar verdiği görülmüş. Genelde köylülerin çalışmasıyla ağzın yeniden açıldığı belirtilmiştir.

Karasu'da başta turizm olmak üzere sanayi ve tarım alanlarında önemli bir bölgedir. Sakarya nehri, Maden deresi, Darıçayırı deresi, Okçu deresi belli başlı akarsulardır. Sakarya Nehri'nin ilçe sınırlarındaki uzunluğu 43 km'dir. Sakarya Nehri, Karasu kent merkezine oldukça yakın bir noktadan denize dökülmektedir. Kıyı yapıları olarak 1996'da, Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü noktanın 1 km doğusunda bir balıkçı barınağı inşaatı ve ilerleyen safhalarda proje, 1.5 km uzunluğa sahip dalgakıranı olan büyük bir liman inşaatına evrilmiş ve 2008 yılında

tamamlanmıştır. Liman inşaatı devam ederken geçen zaman içinde kıyı çizgisinin zamanla gerilemeye ve deniz kıyıda bulunan yapılara doğru ilerlemeye başlamış, şekil 1.4 ve 1.5'te erozyon sonucu sahildeki durum gösterilmiştir. 2008 yılından itibaren liman inşası ile hasarlar oluşmaya başlamış ve 2010 yılı başlarında meydana gelen bir fırtına hasarların katlanmasına sebebiyet vermiştir (Görmüş vd. 2014).



Şekil 1.4 Erozyon sonucu 2. Dünya savaşında askeri savunma amaçlı yapılan koruganlar.



Şekil 1.5 Erozyon sonucu karasu görselleri.

Ayrıca, Sakarya Nehri üzerindeki geçmişte devreye giren baraj gibi yapılar ve kontrolsüz kum, çakıl alımları gibi faaliyetler Karasu kıyı bölgesinde son 20 yıldır erozyona sebebiyet vermektedir. Havza içerisinde yer alan ruhsatlı kum-çakıl ocağı sayısı toplam 161 adettir. (TMOBB 2012).

Kum alımları hem nehir yatağını oymakta hem de tabandaki malzemeyi nehir akışı ile oyulmaya elverişli hale getirmektedir. Ancak kum alımlarının kontrolsüz yapılması nedeniyle gerçek etkisini belirlemek de mümkün olmamaktadır



Şekil 1.6 Sakarya nehri kum alımı.

Sakarya Nehri deltasında denetimsiz kum alımı, kıyı yapıları nedeniyle kıyı şeridinde son 30 yılda yaşanan ve halen devam eden kıyı erozyonu yerleşim birimindeki yapıları da tehdit eder boyuta ulaşmıştır. Bu nedenle kontrolsüz kum-çakıl çıkarımının önlenmesi hidrodinamik denge için önem arz etmektedir. Nehir çevresindeki, kum ve çakıl ocakları deniz kıyısına ulaşan sediment miktarını azalmıştır. 1984 yılından beri Nehir ağzının her iki tarafında 180 - 407 m arasında değişen oranda gerileme tespit edilmiştir.

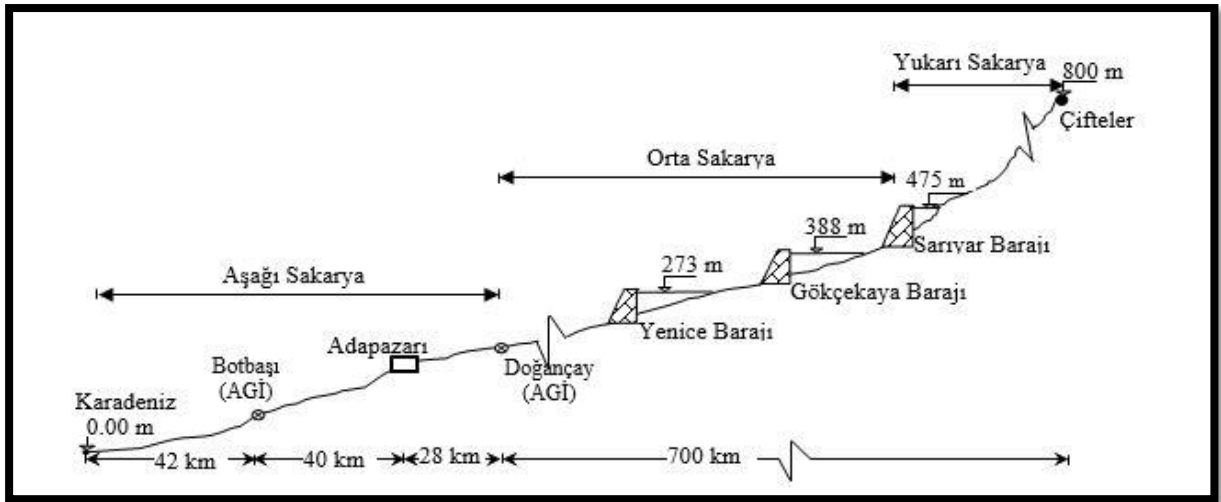
Sakarya ili, Karasu sahilinde meydana gelen kıyı erozyonunun önlenmesi amacıyla raporlar hazırlanmış. Öncelikle 2009 yılında 12 adet 25 m uzunluğunda, kıyıya dik mahmuzlar ve sonra 2010 yılında yapımına başlanan ve sonuncusunun 2016 yılında tamamlanan kıyıya paralel 27 adet ayırık dalgakıran inşa edilmiştir. Bu dalgakıranlar; 120 m uzunlukta, 75 m'lik aralıklara sahip ve kıyıdan uzaklıkları 110 metredir (Aydın ve Uysal 2013).

Bazı hidrolik faktörlerin değişmesi sonucunda, nehrin konumu ve kesitlerinde değişimler meydana gelir. Bu değişimler doğal olarak veya insani etkilerle; ani, yavaş ve uzun vadede olabilir. Nehrin herhangi bir noktasında yapılan yersel bir müdahale o noktanın hem memba hem de mansabında etkiler meydana getirecektir.

Barajların yapımından sonra, nehrin mansabındaki kesimde morfolojik, hidrolojik ve katı madde taşınım miktarı özelliklerinde bazı değişimlere neden olmuştur.

Karasu bölgesinde erozyon sebepleri arasında baraj yapımları sonucu Sakarya nehrinde sediment taşınımında meydana gelen azalmanın da etkili olduğu düşünülmektedir. Karasu bölgesindeki erozyonun sebepleri ve sonuçları bu çalışmada araştırılmış ve kıyı çizgisi değişimleri zamanla ölçülerek oluşan farklar gözlemlenmiş ve kıyı yapılarının durumu incelenmiştir.

Sakarya Nehri'nin Aladağ ve Kirmir sularını aldığı yerde Türkiye'nin en büyük santrallerinden olan Sarıyar Hidroelektrik Santrali ile Gökçekaya Hidroelektrik Santrali ve Yenice Barajı bulunmaktadır.



Şekil 1.7 Sakarya nehri boy kesiti.

Barajlar, diğer su yapılarıyla birlikte değerlendirildiğinde sisteme giren malzemenin tutulması oranı daha da artmaktadır. Barajlar ya da diğer su yapıları ile tutulan malzemenin giderek artacak olması kıyı erozyonunun çözümünü de aynı oranda zorlaştıracaktır (Işık vd. 2006).

1.4.2 Kıyı Erozyonunu Önlemek İçin Alınan Önlemler

Sahilde oluşan bu erozyonu önlemek için Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü (DLH) tarafından, Karasu sahillerinde boyu kısa (yaklaşık 20 m) ve dar aralıklara sahip 12 adet düz mahmuz yapılmıştır. Ancak hızlı olarak, yeterince detaylı inceleme yapılmadan ve oldukça kısa olarak inşa edilen bu mahmuzlar beklenen sonucu vermemiştir. Doğu kısımlarındaki erozyonu da artırdığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında ülkemizde yapılmış ve uygulaması olan çalışmalar bu konuda yapılması gerekenleri açıkça ortaya koymaktadırlar (Görmüş vd. 2014).



Şekil 1.8 Liman yakınındaki mahmuzlar.

Bunun üzerine DLH yeni bir proje hazırlayarak, kıyıya paralel olarak 27 adet açık deniz mendireği yapımına karar vermiştir. Bu mendireklerin sahilde 120 metre içeride, 100 metre uzunluğunda ve yaklaşık 75 metre aralıklarla projelendirilmiş ve 3 adet mendirek yapımı bitirilmiştir. Diğer mendireklerin yapımı devam etmektedir. İlk mendirekte mahmuz yapımlarına göre daha fazla kum birikimi olmuştur. Ancak diğer tüm mendireklerde aynı miktarda kum birikimi olması fazlaca beklenmemelidir. Yapılacak mahmuz ve açık deniz mendireği yapılarının soruna tam çözüm getiremeyeceği de ortadadır. Bu bölge turizm açısından önemli ve değerli bir sahil olduğu için kaybolan kumların yerine konulması da gerekmektedir. Bu açıdan mendireklerle beraber dünyada ve Türkiye de de örnekleri görülen ve çalışmaları gerçekleştirilen suni kum beslemesinin de yapılması düşünülmelidir. (Karasu vd. 2008).



Şekil 1.9 Liman yakınındaki mahmuzlar ve erozyon durumu.

Sorunun çözümü için daha geniş kapsamlı bir çalışma yapılması, daha önce yapılmış olan çalışmalardan faydalanılması ve çalışma ile birlikte kaybolan sahilin yeniden oluşturulması açısından suni besleme alternatifinin de değerlendirilmesi gerekmektedir (Karasu vd. 2008).



Şekil 1.10 Mendirekler ve inşaatlarından görünüm.



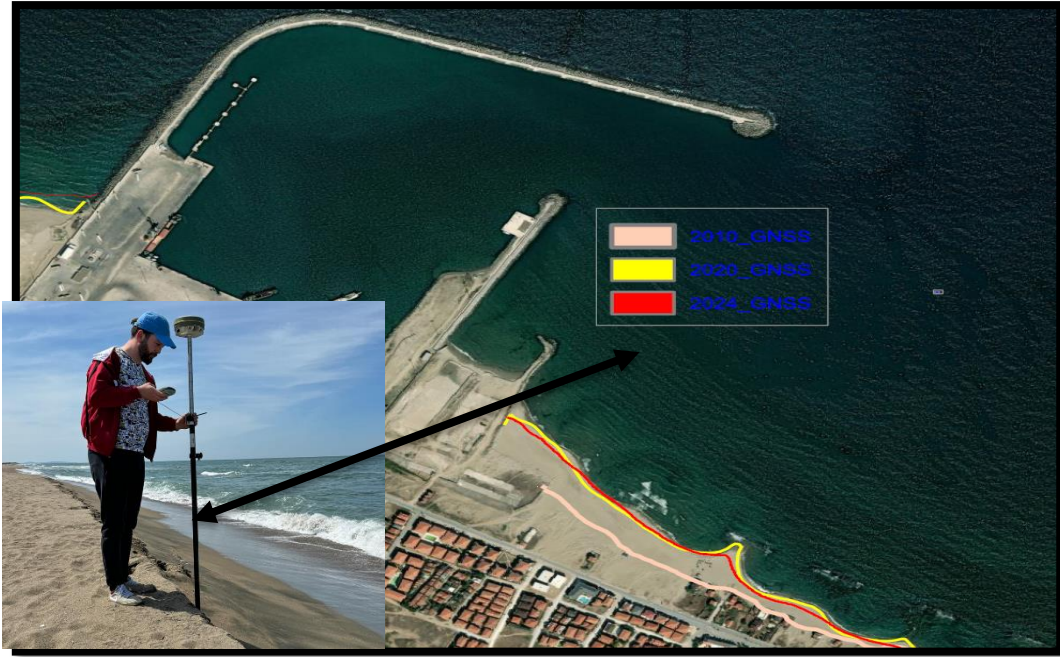
BÖLÜM 2

MATERYAL METOT

2.1 VERİLERİN TOPLANMASI

2.1.1 Jeodezik Çalışmalar

Kıyı çizgisini belirlemek amacı ile veri toplama işlemi, yaklaşık 8 km gelen Sakarya nehrinin Karadeniz'e döküldüğü yerin doğusundan Karasu limanı batı sınırına ve doğu sınırından Küçükboğaz gölüne kadar olan kıyı çizgisi bölgede Jeodezik ölçümler yapılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Navigation Satellite Systems-GNSS) teknolojisi kullanılarak 2024 yılında kıyı çizgisi belirlenmiştir. Ölçüm yapılacak zamanın belirlenmesinde diğer ölçümlerle aynı mevsimsel dönemde (ilkbahar) olmasına dikkat edilmiştir. Şekil 2.1.'de ölçüm yapılan çalışma alanına ait görüntüler yer almaktadır.



Şekil 2.1 Karasu sahil şeridinde daha önce gerçekleştirilen GNSS Gözlemleri ve 2024 Ölçümü.

Kıyı çizgisi ölçmelerinde Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı – Aktif (TUSAGA) uyumlu GNSS alıcısı kullanılmıştır. ile Satlab SL600 cihaz ile 3 metrede bir nokta koordinatlarını kaydederek ölçümler yapılmıştır. Satlab SL600 cihazı yeni iş klasörü oluşturulup akıllı telefon modem cihazı olarak kullanılmış ve internet bağlantısı Wi-fi ile yapılmıştır. Windows mobil cihazı ile SL600 GNSS alıcısının bluetooth bağlantısı yapılmış anten yüksekliği jalonu ayarladığımız yükseklikle aynı girilmiştir. Tüm bağlantılar bittikten sonra ölçüm menüsünden alım seçilerek Nk satırına istenilen bir nokta adı girilerek ölçüme başlanılmıştır. Şekil 2.1.'de Mayıs 2024 yılında yapılan ölçüme ait bir noktanın kayıt işlemi gösterilmiştir. Nokta ölçüm kayıtları yapılırken jalonun terazide olmasına dikkat edilmiştir (URL-5).

Elde edilen koordinat noktaları Netcad 8 GIS programına aktarılmış ve noktalar arası çizgi ile kıyı çizgisi ortaya çıkmıştır. Önceki yıllara ait GNSS ölçmeleri 2014 2018 ve 2020 yıllarında yapıldığı için, 2016 ve 2022 yıllarına ait uydu görüntüleri çıkarılmış ve çalışmaya eklenmiştir. Netcad 8 GIS programında uydu görüntüleri aynı koordinat sisteminde düzeltilmiş ve 2016 ile 2022 yıllarına ait kıyı çizgileri sayısallaştırılmıştır. 1.Derece afın dönüşümü kullanılarak uydu verilerinin geometrik dönüşümü yapılmıştır. Tüm çalışma yıllarına ait kıyı çizgileri Şekil 2.2'te gösterilmiştir.



Şekil 2.2 2014, 2016, 2018, 2020, 2022 ve 2024 yıllarına ait kıyı çizgileri.

2.1.2 Geçmiş Yıllara Ait İklim Verileri

Bu çalışma kapsamında Sakarya ili Karasu ilçesinde kıyı çizgisi belirleme çalışması yapılmıştır. Mevcut kıyı çizgisinin yerinde ölçümü, zaman içinde değişimi, uydu görüntüleri yardımı ve makine öğrenme ile çıkarılan kıyı çizgisi arasında tutarlılığı değerlendirilmiştir. Makine öğrenme ile ileri zamanlı kıyı çizgisi tahmininin yapılarak, kıyı çizgilerindeki değişimin takibini kolayca sürdürülebilir hale getirmek amaçlanmıştır. Ayrıca, kıyı çizgisinin sonuçlarına göre erozyona uğrayan alanlarda erozyon hızında azalma veya artma durumu, oluşum nedenleri ve kıyı alan için koruma önerileri sunulmuştur. Çalışmamızda kullanmamız gereken bazı verileri, NASA' ya ait POWER Data Access Viewer (DAV) Web Haritalama Uygulaması aracılığıyla kolayca elde edilmiştir (URL-3).

Modern Dönem Araştırma ve Uygulamalar için Retrospektif Analiz- sürüm 2 (MERRA-2), NASA Küresel Modelleme ve Asimilasyon Ofisi (GMAO) tarafından üretilen küresel bir atmosfer yeniden analizidir. 1980'lerden bugüne kadar uzanan uydu gözlem dönemini kapsamaktadır. MERRA-2 ile hedeflenen, küresel atmosferin düzenli olarak ızgaralanmış, homojen bir kaydını sağlamak ve eser gaz bileşenleri, geliştirilmiş kara yüzeyi temsili de olmak üzere iklim sisteminin ek bileşenlerini de dahil etmektir. MERRA-2 uzay tabanlı iklim sistemindeki diğer fiziksel süreçlerle etkileşimlerini temsil eden ilk uydu dönemi küresel yeniden analizi olarak tanımlanmaktadır (URL-4).

ERA5, ECMWF tarafından üretilen küresel hava ve ikliminin yeniden analizidir ve belirsizlik tahminleriyle birlikte birçok atmosferik, kara yüzeyi ve deniz durumu parametresi hakkında saatlik veriler sağlamaktadır. ERA5, 2006 yılında başlayan ve 1979'dan günümüze kadar olan ve oldukça başarılı olan ERA-Interim yeniden değerlendirmesinin yerini almıştır. ERA-Interim'den ERA5'e geçiş, genel kalite ve ayrıntı düzeyinde ileri bir adım atma olarak görülmüştür.

Bu çalışmada ERA5 veri setlerinden Karasu bölgesinde 2014 ile 2024 arası çift yıllara ait yağış miktarı, özgül nem ve deniz seviyesi basıncı verileri kullanılmıştır. Kullanılan bu veriler ERA5 veri setinden aylık ve 0.25°x0.25°'lik çözünürlüğe sahip olacak şekilde alınmıştır.

2.2 KIYI ÇİZGİSİ İLERİ TAHMİNİNDE KULLANILACAK YÖNTEM

2.2.1 Makine Öğrenme

Veri biliminde makine öğreniminin temel kavramı, bilgisayarların veri kümelerini analiz etmesine ve kalıpları belirlemesine olanak tanıyan istatistiksel öğrenme ve optimizasyon yöntemlerinin kullanılmasını içerir (URL-6). Makine öğrenimi teknikleri, geçmiş eğilimleri belirlemek ve gelecekteki modelleri bilgilendirmek için veri madenciliğinden yararlanır.

Makine öğrenimi öncüsü olarak kabul edilen Arthur Samuel, IBM 701’de yapmış olduğu dama oynama programı ile makine öğrenimi için bu yöntemi kullanan ilk IBM bilim adamıydı. Arthur Lee Samuel makine öğrenimi terimini bilgisayarlara açık bir şekilde programlanmadan öğrenme yeteneği veren bir çalışma alanı şeklinde tanımlamıştır (Samuel 1959).

Makine öğreniminin amacı, verileri analiz etmek için makine öğrenimi algoritmalarını kullanmaktır. Bir yazılım geliştirici, makine öğreniminden yararlanarak, büyük miktarda veri içeren bir görevin verimliliğini, manuel girdiyee gerek kalmadan artırabilir. Veri bilimi, bilgisayar bilimi ve birçok alanda insanlar tarafından üretkenliği artırmak için makine öğrenimi algoritmaları kullanılabilir.

2.2.1.1 Makine Öğrenme Türleri

- **Denetimli öğrenme:** Kullanılan veri kümesi, algoritmanın performansının ne kadar doğru olduğunu görmesine olanak sağlamak için kullanıcılar tarafından önceden etiketlenir ve sınıflandırılır. Denetimli öğrenmede, bir algoritmayı eğitirken tam bir etiketli veri setine sahip olmak anlamına gelir (URL-7).
- **Denetimsiz öğrenme:** Denetimsiz öğrenmenin kapsamı, geçmiş veriler içinde benzer örnek gruplarını bulmak veya keşfetmektir. Denetimsiz öğrenme yaklaşımının bir diğer amacı, yoğunluk tahmini adı verilen bir işlemde, bir giriş alanı içindeki verilerin dağılımını belirlemek olabilir (Jahnke 2015).
- **Yarı denetimli öğrenme:** Veri seti, algoritmanın bağımsız sonuçlara ulaşma yolunda rehberlik eden yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veriler içerir. Bir eğitim veri setinde iki veri türünün birleşimi, makine öğrenimi algoritmalarının etiketsiz verileri etiketlemeyi öğrenmesini sağlar.

- **Takviyeli öğrenme:** Veri seti, algoritmaya deneme yanılma yoluyla kendi deneyimlerinden öğrenmesi için geri bildirim sunan bir "ödülleri/cezalar" sistemi uygular (URL-7).

2.2.1.2 Yaygın Olarak Kullanılan Makine Öğrenimi Algoritmaları

Yaygın olarak kullanılan bir dizi makine öğrenimi algoritması vardır. Bu makine öğrenimi algoritmalarının bazıları;

- **Doğrusal Regresyon:** Doğrusal regresyon, bağımsız girdi değişkenleri ile en az bir hedef değişken arasındaki ilişkiyi analiz eder. Bu tür bir regresyon, sürekli sonuçları (herhangi bir sayısal sonucu alabilen değişkenler) tahmin etmek için kullanılır. Örneğin araba markası ve model verileri göz önüne alındığında bir model bir arabanın satış değerini tahmin edebilir mi? Bu model, bir veri noktasının zaman gibi bazı bağımsız değişkenlere göre artma azalma veya aynı kaldığını gözlemlemek için kullanılabilir. Doğrusal regresyon özellikleri ve davranışları çok iyi saptama, çok kapsamlı ve karmaşık problemlerin çözülmesinde kolaylık sağlama ve spesifik veriler için tahminlerin büyük olasılıkla çözümleyebilme gibi avantajlara sahiptir (Calayır ve Kabak 2021).

Doğrusal regresyonları gözlemlemek ve haritalamak amacıyla verileri analiz etmek için makine öğrenimi modelleri kullanılabilir. Bağımsız değişkenler ve hedef değişkenler, doğrusal regresyon makine öğrenimi modeline girilebilir ve daha sonra model, verilere en uygun çizginin katsayılarını eşler. Başka bir deyişle, doğrusal regresyon modelinde veri kümesi aracılığıyla doğrusal bir ilişkiyi haritalandırmaya çalışarak çözüm yoluna gidilir.

- **Lojistik regresyon:** Lojistik Regresyon sınıflandırma işlemi yapılabilen bir regresyon yöntemidir. Bağımlı değişkenin iki değer alması ile sınırlı durumlarda kullanılmaktadır (Kara / Deniz vs.). Kategorik sonuçları belirlemek ve sayısal verilerin işlenmesinin yanı sıra doğrusal sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Calayır ve Kabak 2021).

Makine öğrenimi algoritmaları, kategorik sonuçları belirlemek için lojistik regresyon modellerini kullanabilir. Bir veri kümesi verildiğinde, lojistik regresyon modeli tüm ağırlık parametresi ve bias değerleri kontrol edebilir ve ardından bu veri kümesinin nasıl doğru şekilde kategorize edileceğini anlamak için verilen bağımlı kategorik hedef değişkenleri kullanabilir.

- **Yapay Sinir ağıları:** Sinir ağıları, verileri anlamak ve mantıklı bir şekilde sınıflandırmak için insan beyninin bilgiyi işleme şeklini benimsemeye çalışan yapay zeka algoritmalarıdır. Bu sinir ağı öğrenme algoritmaları, sayısızca birbirine bağlı işlem düğümü aracılığıyla veri ve konuşmadaki kalıpları tanımak, farklı dilleri tercüme etmek, finansal anlamda tahminler vb. yapmak için kullanılır. Veriler, sonraki düğüm katmanına gönderilmeden önce ağırlıklar değerleri işleyen ve atayan katmanlar aracılığıyla "ileri beslenir". Sinir ağı algoritmaları, kendi yeterliliğini ve verimliliğini artırmak amacıyla girdi eğitim verilerinden hızlı bir şekilde öğrenecek şekilde tasarlanmıştır. Bu özellikleri sinir ağlarının, makine öğrenimi modellerinin gücü ve potansiyelinin ne denli önemli olduğunu göstermektedir (URL-7).

- **Karar ağaçları:** Karar ağaçları, bazı girdi verilerine karşı test yapmak için kullanılan düğümlere sahip veri yapılarıdır. Hem sınıflandırma hem de regresyon analizinde kullanılabilir. Bu algoritmanın amacı, yaprak düğümün bir sınıf etiketine karşılık geldiği ve öznelitliklerin iç düğümde temsil edildiği problemi çözmek için karar ağacının ağaç temsilini kullandığı bir hedef değişkenin değerini tahmin eden bir model oluşturmaktır (Atasoy ve Kara 2023). Başka bir ifadeyle; girdi verileri, doğru ve istenen çıktıyı üretmeye çalışmak için ağaçtaki yaprak düğümlere karşı test edilir. Ağaç benzeri yapıları nedeniyle görsel olarak anlaşılması kolaydır ve verileri bazı sınıflandırma şemalarına göre kategorilere ayıracak şekilde tasarlanabilirler.

- **Rastgele Orman:** Rastgele orman modelleri, çeşitli karar ağacı modellerini bir arada kullanarak verileri sınıflandırma yeteneğine sahiptir. Karar ağaçları gibi rastgele ormanlar da sürekli değişkenlerin regresyonunu belirlemek veya kategorik değişkenlerin sınıflandırılması için kullanılabilir. Rastgele orman modelleri, belirlenen sayıda karar ağacı oluşturduktan sonra her ağaç, bazı girdi verilerine dayanarak kendi tahminini yapar ve ardından rastgele orman makine öğrenimi algoritması, topluluktaki her karar ağacının tahminlerini birleştirerek bir tahmin yapar. Rastgele orman ile karar ağacı yöntem olarak birbirlerine benzer ancak aradaki temel fark rastgele orman da düğümlerin ve dalların oluşması isminden de anlaşılacağı üzere rastgele meydana gelmesidir (Arıkan ve Yıldız 2023).

2.2.2 XGboost Algoritması

XGBoost (Extreme Gradient Boosting), ilk olarak 2011 yılında Tianqi Chen ve Carlos Guestrin tarafından önerilmiş ve algoritmanın başarısının ardındaki en önemli faktör, tüm senaryolarda ölçeklenebilirliği ve tüm senaryolarda yüksek doğruluğu olarak belirtilmiştir. XGBoost'un

ölçeklenebilirliği, algoritmanın seyrek verileri işleme biçiminden kaynaklı olduğu vurgulanmıştır. XGBoost, birçok sınıflandırma ile regresyon ağacı kullandığı ve bunları gradyan artırma yöntemini kullanarak entegre edebildiğini belirtmişlerdir. XGBoost'un üç önemli özelliği; daha iyi genelleme için düzenli bir hedef fonksiyonu, ilave eğitim için gradyan ağacı güçlendirme ve aşırı uyumu önlemek için küçültme ve sütun alt örnekleme olarak bahsedilmiştir (Chen and Guestrin 2016).

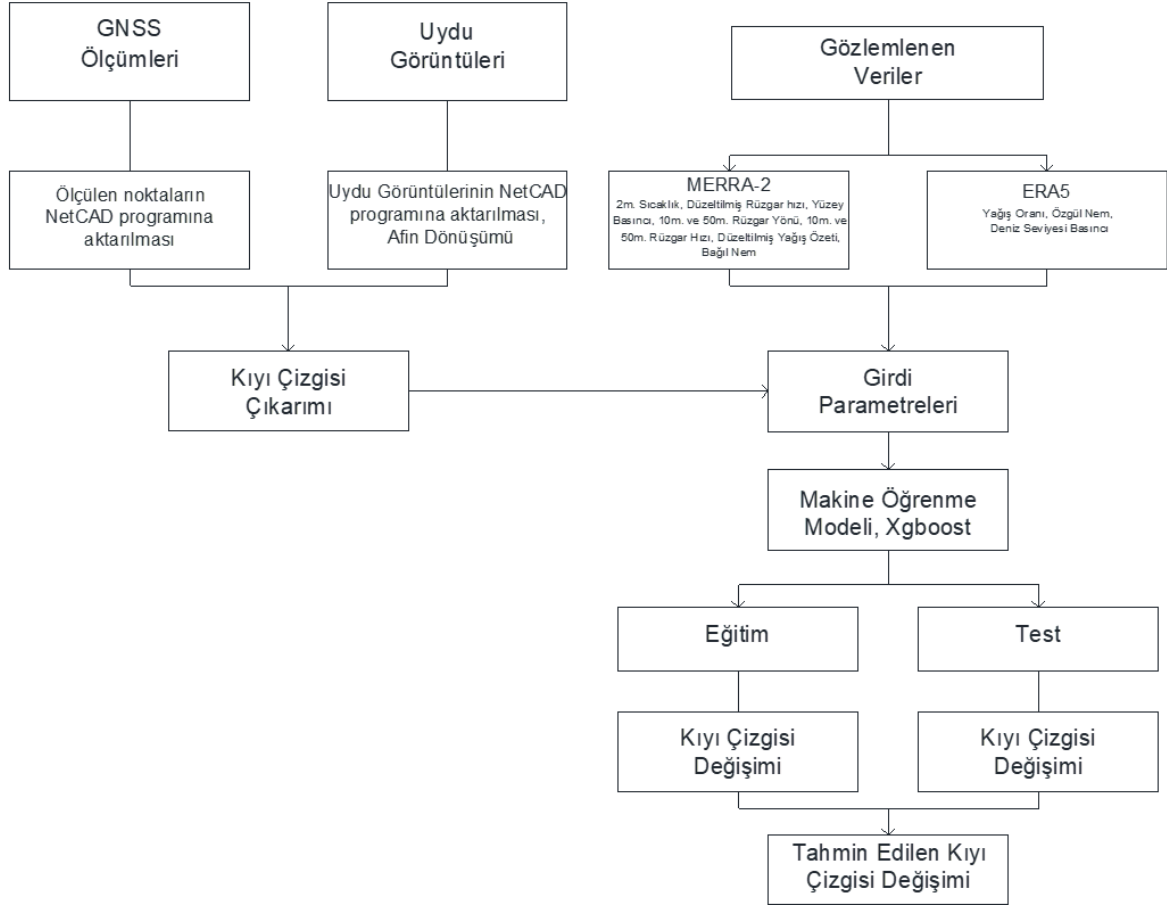
XGBoost Modeli, Boosting Tree modellerine dayanan bir öğrenme çerçevesi olsa da Geleneksel Boosting Tree modellerinden üstün olduğu belirtilmiştir. Geleneksel Boosting Tree yalnızca ilk türev bilgisini kullanır ve n'inci ağacı eğitirken, önceki n-1 ağaçlarının kalıntıları kullanıldığından geniş bir alana yayılmış eğitimi uygulamak zor olduğunu, ancak XGBoost'un kayıp fonksiyonu üzerinde ikinci dereceden bir Taylor genişletmesi gerçekleştirir ve paralel hesaplama için CPU'nun çoklu iş parçacığını otomatik olarak kullanabildiğini belirtmişlerdir (Li vd. 2019).

XGBoost'un sınıflandırma, regresyon ve tahmine dayalı modelleme problemlerinde yapılandırılmış veya tablo şeklindeki veri kümelerine hakim olduğu görülmüştür. Eksik veri değerlerinin otomatik olarak işlenmesini, ardından ağaç yapısının paralel hale getirilmesini desteklemek için blok yapısını ve yeni veriler üzerinde önceden ayarlanmış bir modeli daha da artırabilmek için sürekli eğitim sürecini de içeren seyrek farkındalıklı uygulamasının var olduğu belirtilmiştir (Santhanam vd. 2017).

2.2.3 Model Oluşturma

Eğitim verisini hazırladıktan sonra, bir öğrenme algoritması seçilerek öğrenme modelini oluşturmaya başlamak gerekir. Xgboost algoritması Python programlama dili kullanılarak model oluşturulmuştur. Python; yazılım geliştirme, web uygulamaları, veri bilimi ve makine öğreniminde sıklıkla kullanılan bir programlama dilidir. Python arayüzündeki kütüphanelerin birçoğu makine öğrenimi ve veri bilimi üzerine elverişlidir. Bu alanlardaki kütüphanelerdeki yüksek kaliteli komutları, makine öğrenimi kütüphanelerinin ve diğer nümerik algoritma kütüphanelerinin sürekli gelişmesine çok yardımcı olmuştur (URL-8). Bu çalışmada pandas, numpy ve sklearn gibi kütüphaneler kullanılmıştır. Pandas; adı “panel data” teriminden gelmiş ve özellikle tablo benzeri verileri işlemek için tasarlanmıştır. Pandas makine öğrenmesi gibi alanlarda oldukça fazla kullanılan bir python modülüdür (URL-9).

Numpy, Python'daki dizilerden farklı olarak her bir elemanın aynı türde olduğu sayısal dizileri içermekte ve Numpy dizileri vektör veya matris olabilmektedir (URL-10). Sklearn (Scikit-learn) ise en başından beri Python ile yapılan çalışmalarda, basit arayüzü ve geniş algoritma yelpazesi ile makine öğrenme çalışmalarında en yaygın kullanılan kütüphanelerdendir. Makine öğrenimi modelleri, günümüzde birçok alanda veri analizinin ve tahminlerin temelini oluşturmaktadır (URL-11).



Şekil 2.3 Xgboost algoritması kullanılan modelin oluşum şeması.

Çalışmada 12 bağımsız değişken ve 38 bağımlı değişken veri seti kullanılmıştır. Makine öğrenmesi modelleri genellikle verimizi eğitim/test olarak bölünür. Genellikle veriler 70:30 yada 80:20 olacak şekilde bölünmektedir. Çalışmada kullanılan verilerin %70'i eğitim %30'u test için ayrılmıştır. Algoritma kurulup veriler eğitildikten sonra tahmini yapılacak 2024 yılı kıyı çizgisi verileri girilmektedir. Modelin bize verdiği çıktı ile girdi arasındaki farklılığa bakılarak çıktı hata veya doğruluğu hesaplanmaktadır. Şekil 2.3'te Xgboost algoritması

kullanıldığını, çalışmada kullanılan girdi parametrelerinin neler olduğunu ve eğitim -test sonrası tamini kıyı çizgisinin elde edildiği şematize edilmiştir.



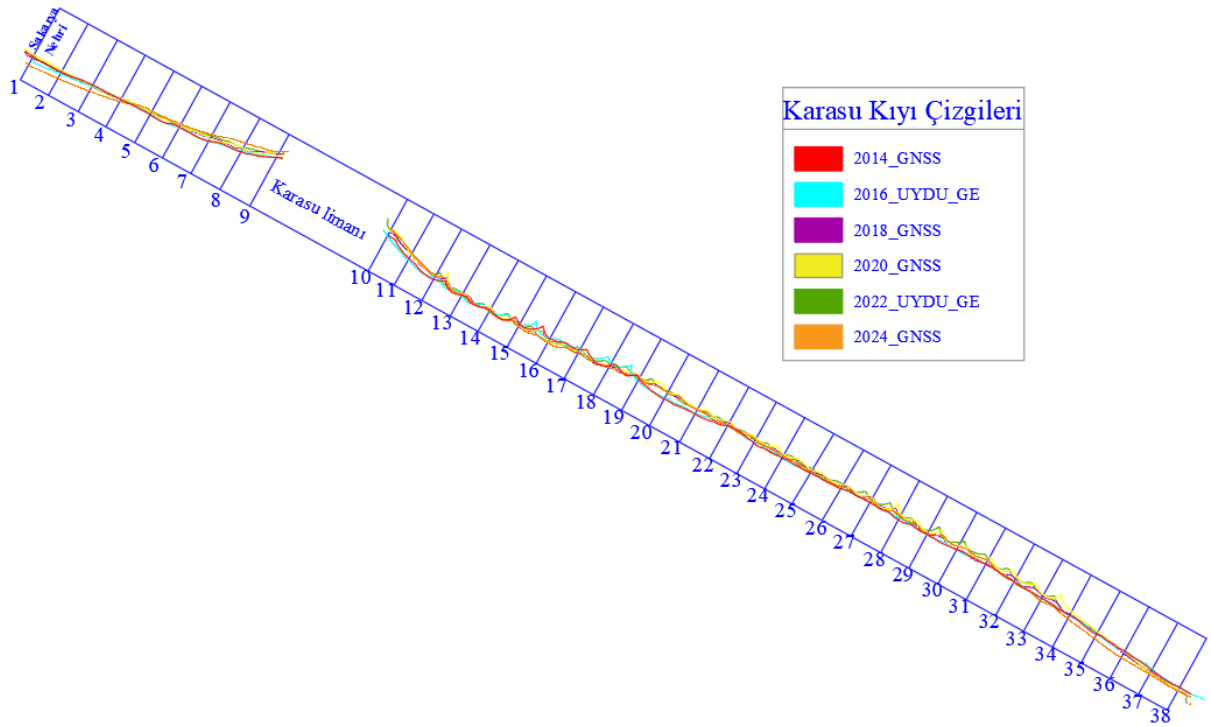


BÖLÜM 3

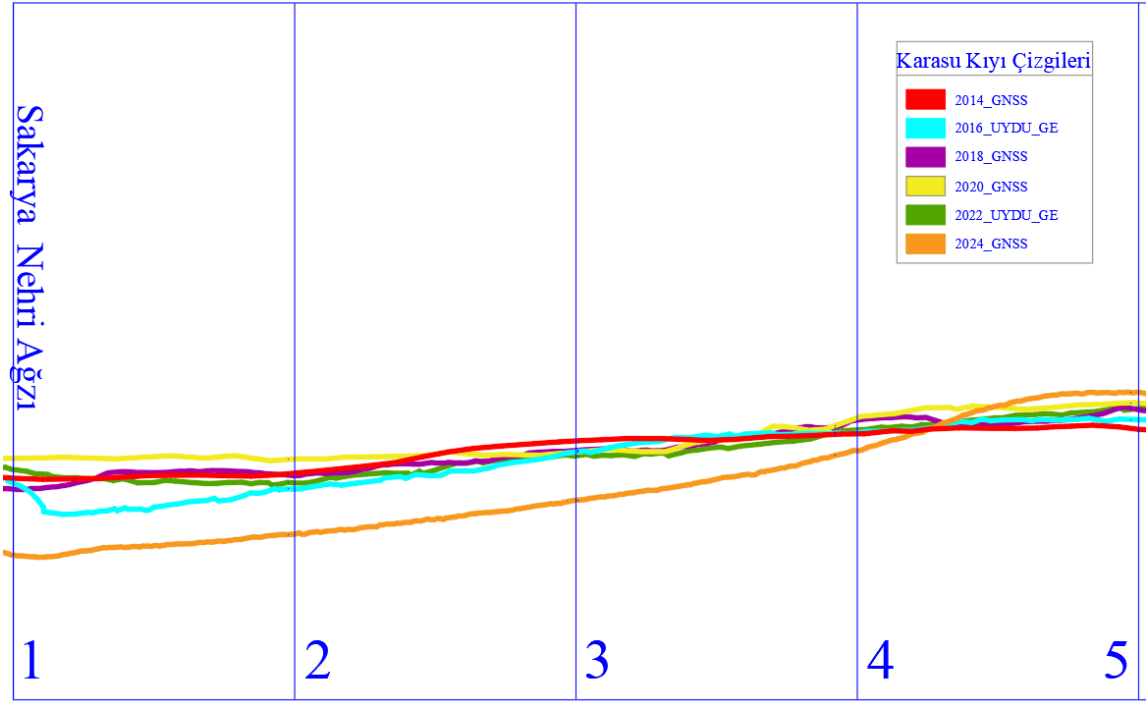
BULGULAR

3.1 ÇALIŞMA ALANINDA YILLAR İÇİNDEKİ KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİ

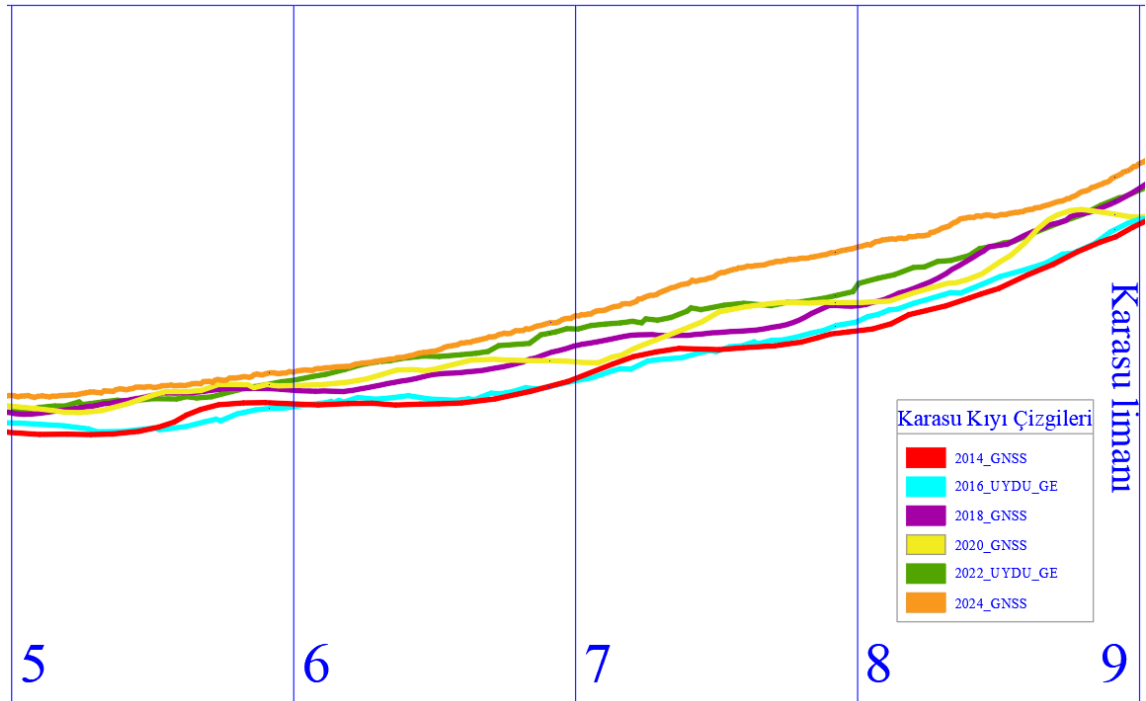
Karasu Sahili'nde meydana gelen kıyı erozyonunun önlenmesi ve kum birikimini sağlamak amacıyla 2010 yılında yapımına başlanan ve 2016 yılında tamamlanan kıyıya paralel 27 ayrı dalgakıran inşa edilmiştir. Bu çalışmada, yapılan dalgakıranların sayesinde 2014 ile 2020 yılları arasında sahilin kum tutmaya başladığı ve önemli miktarda kum tutmanın gerçekleşmiş olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, 2020 ile 2022 yılına ait kıyı çizgisi arasındaki incelemede erozyonun yeniden birikimin önüne geçtiği ve ivmelenerek günümüze kadar arttığı yapılan ölçümlerle ortaya çıkmıştır.



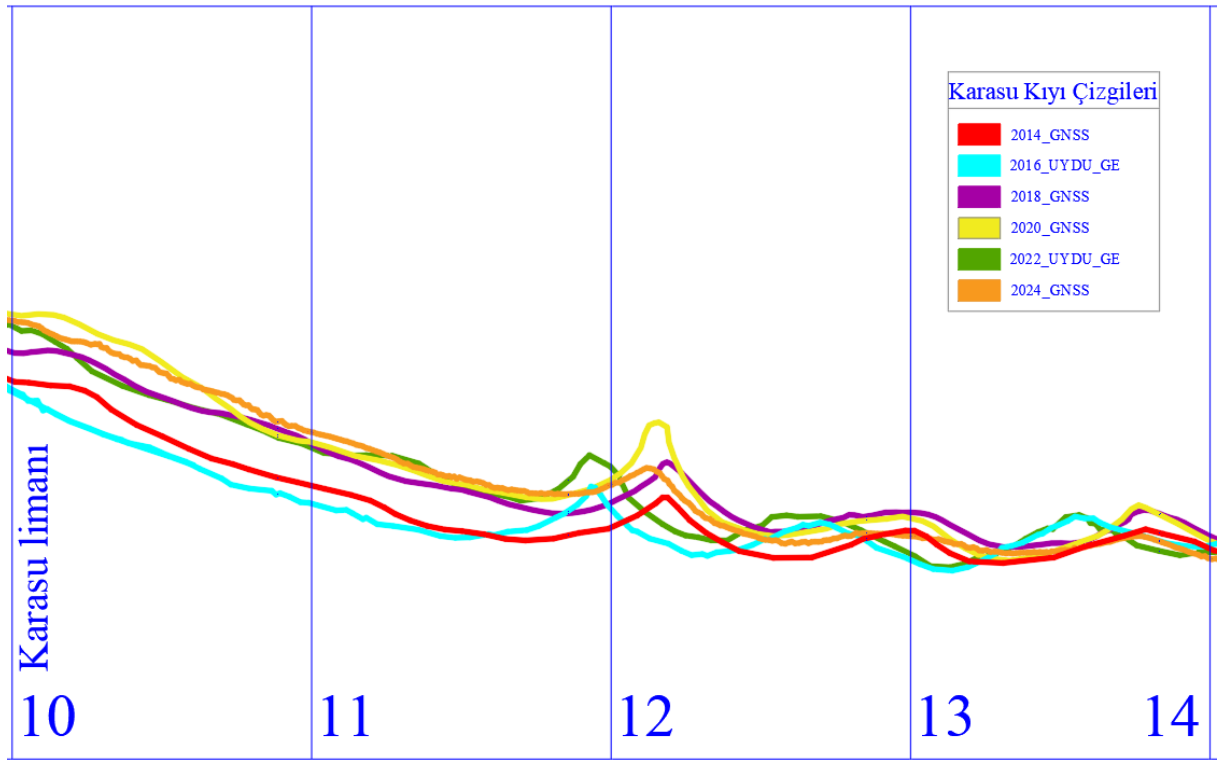
Şekil 3.1 38 adet referans noktası.



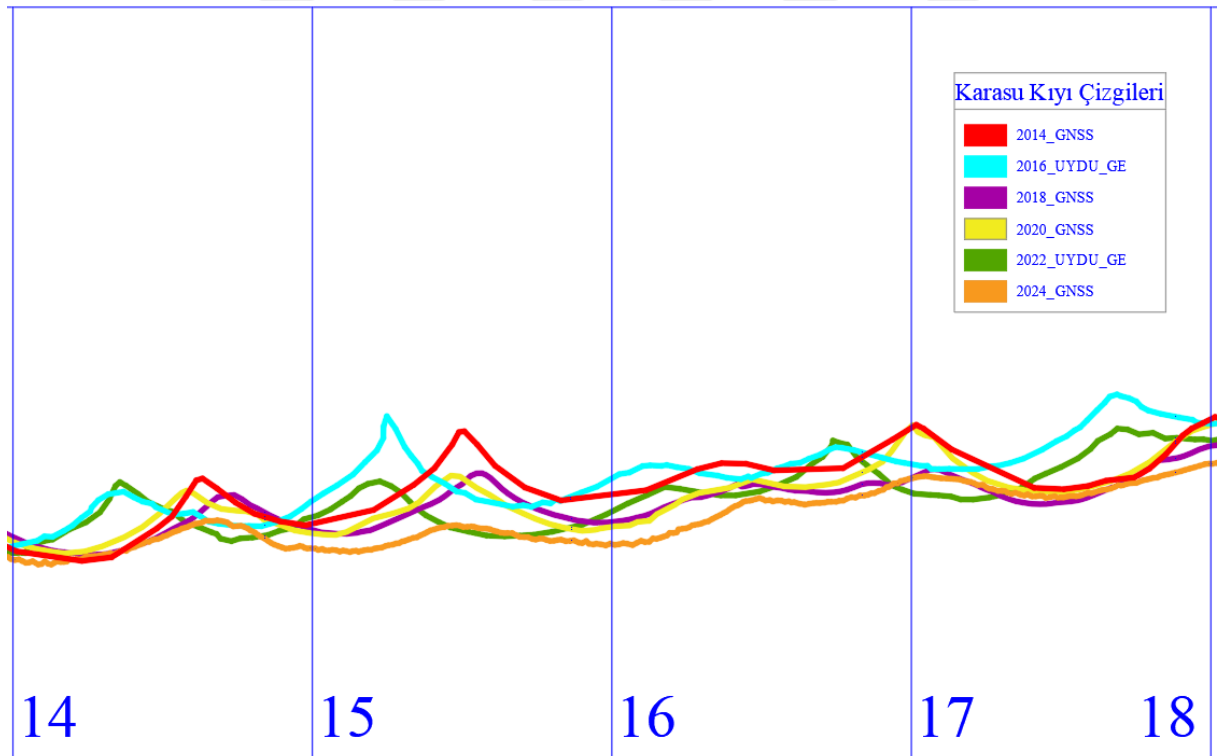
Şekil 3.2 Sakarya nehri ve Karasu limanı arasında kalan, 1 ile 5. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



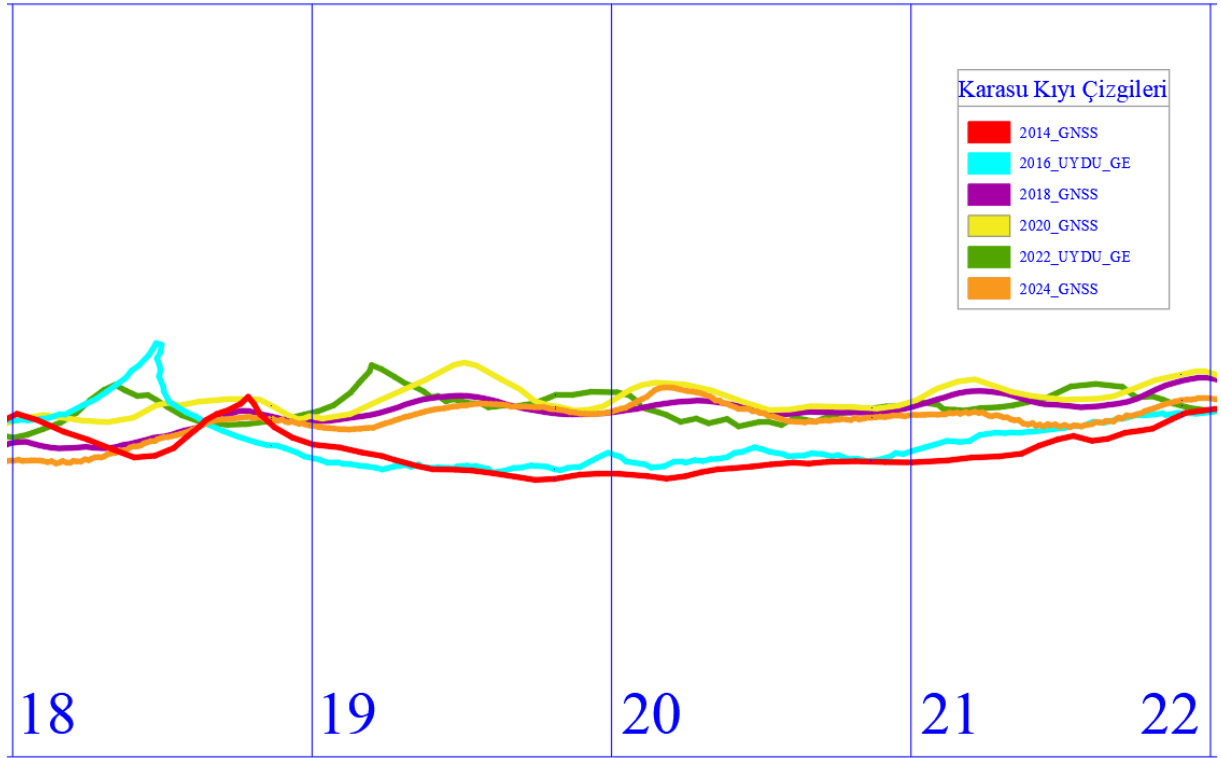
Şekil 3.3 Sakarya nehri ve Karasu limanı arasında kalan, 5 ile 9. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



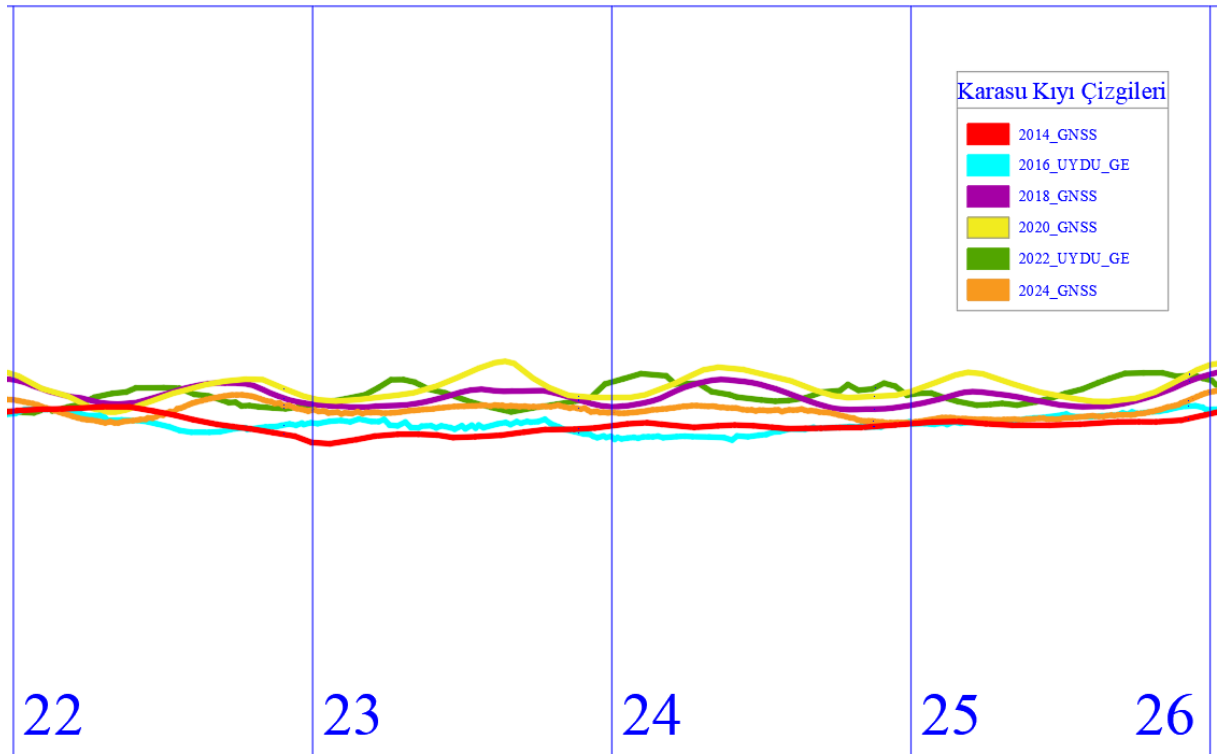
Şekil 3.4 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 10 ile 14. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



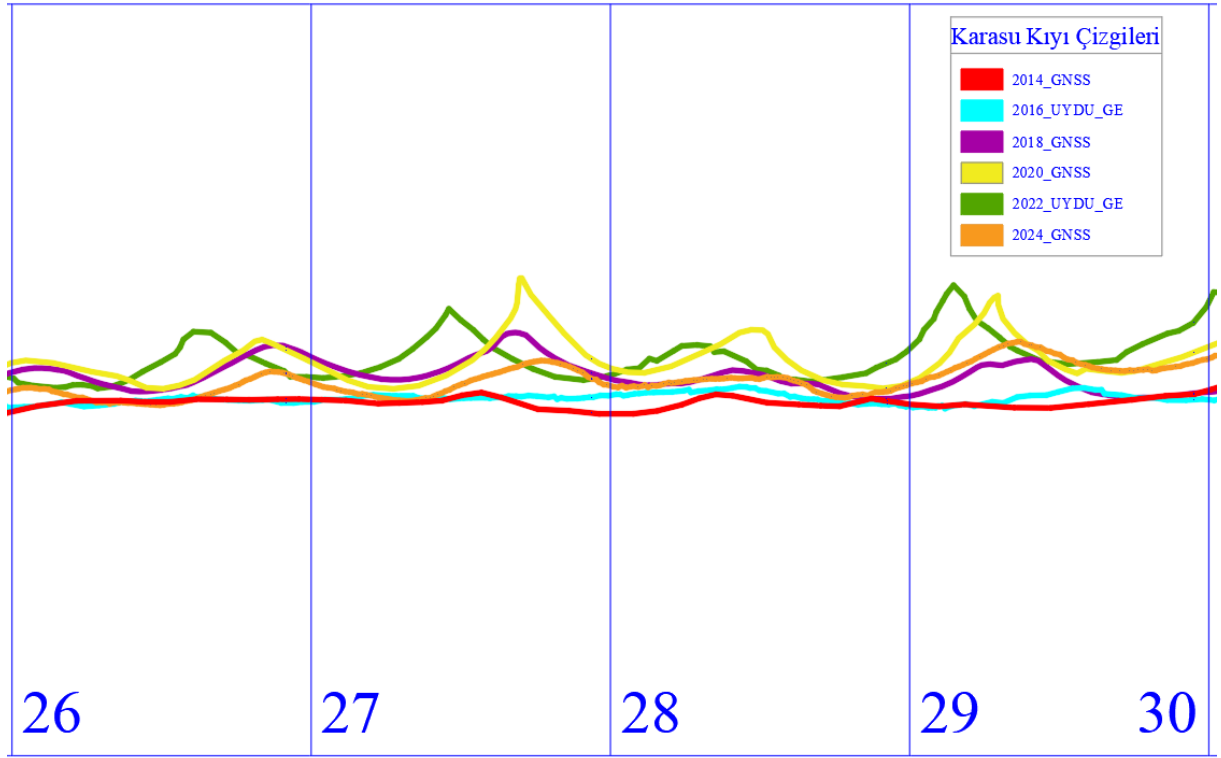
Şekil 3.5 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 14 ile 18. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



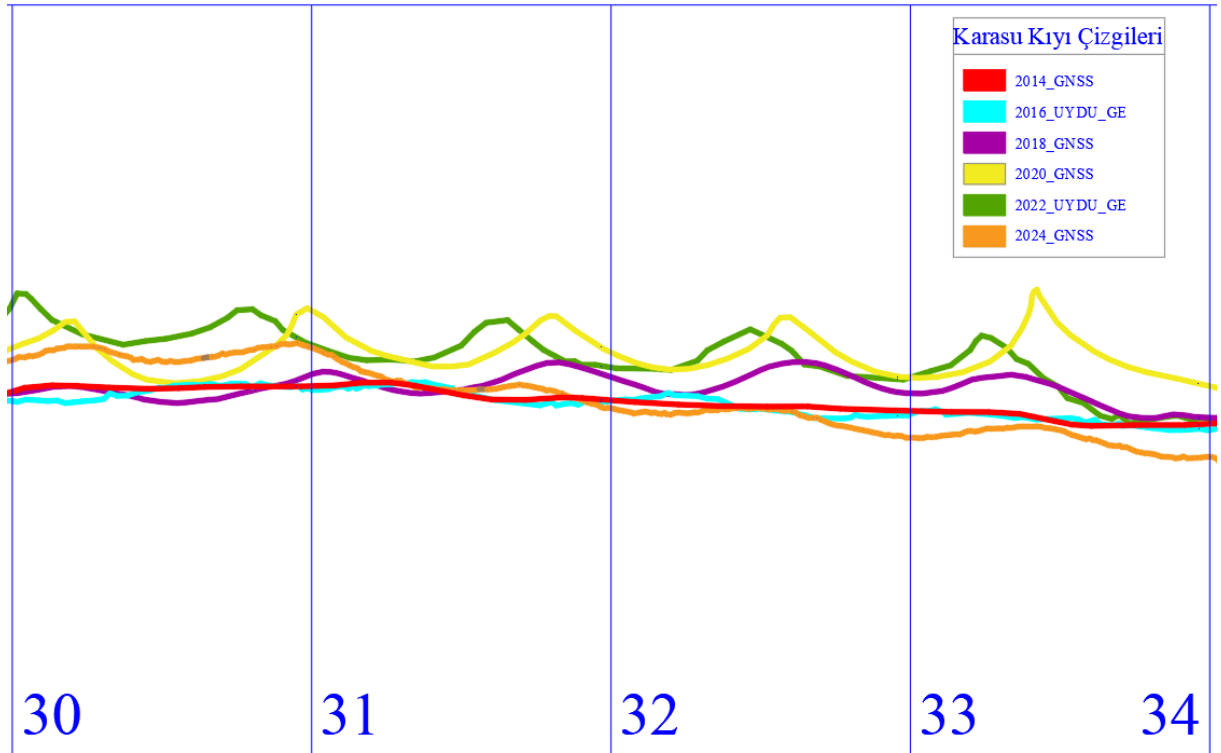
Şekil 3.6 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 18 ile 22. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



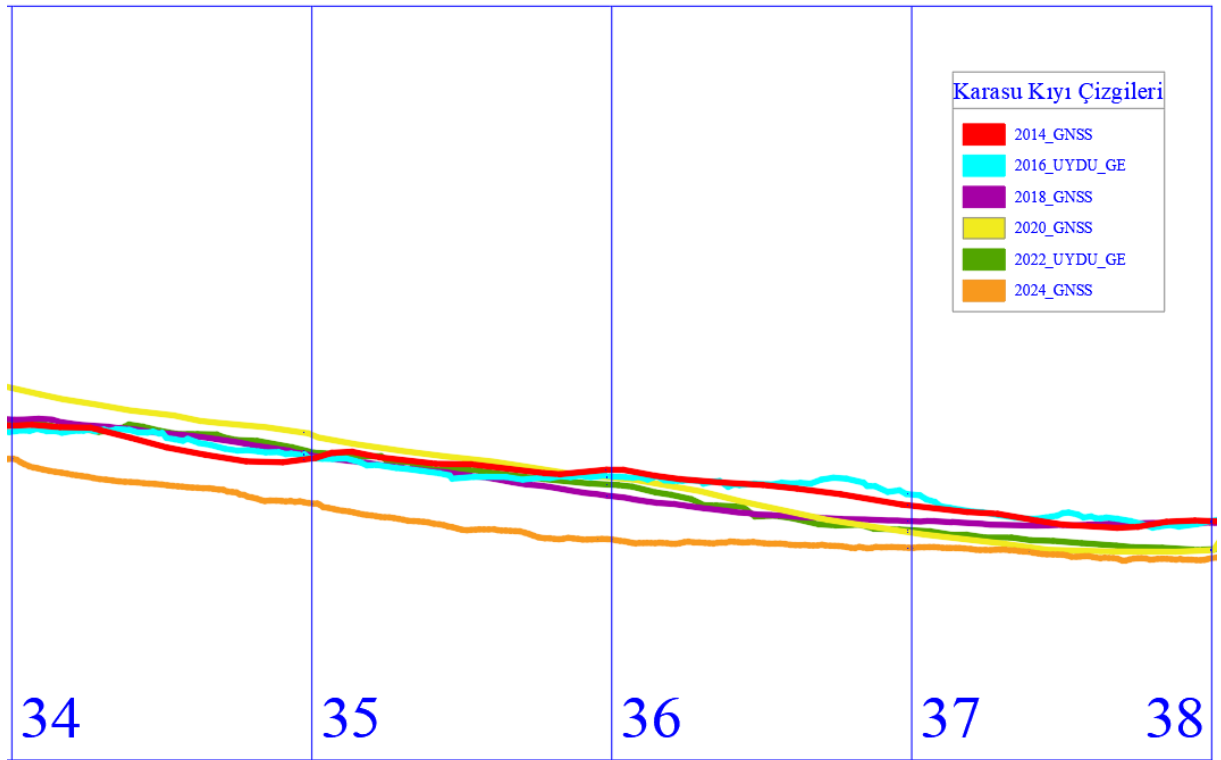
Şekil 3.7 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 22 ile 26. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



Şekil 3.8 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 26 ile 30. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.

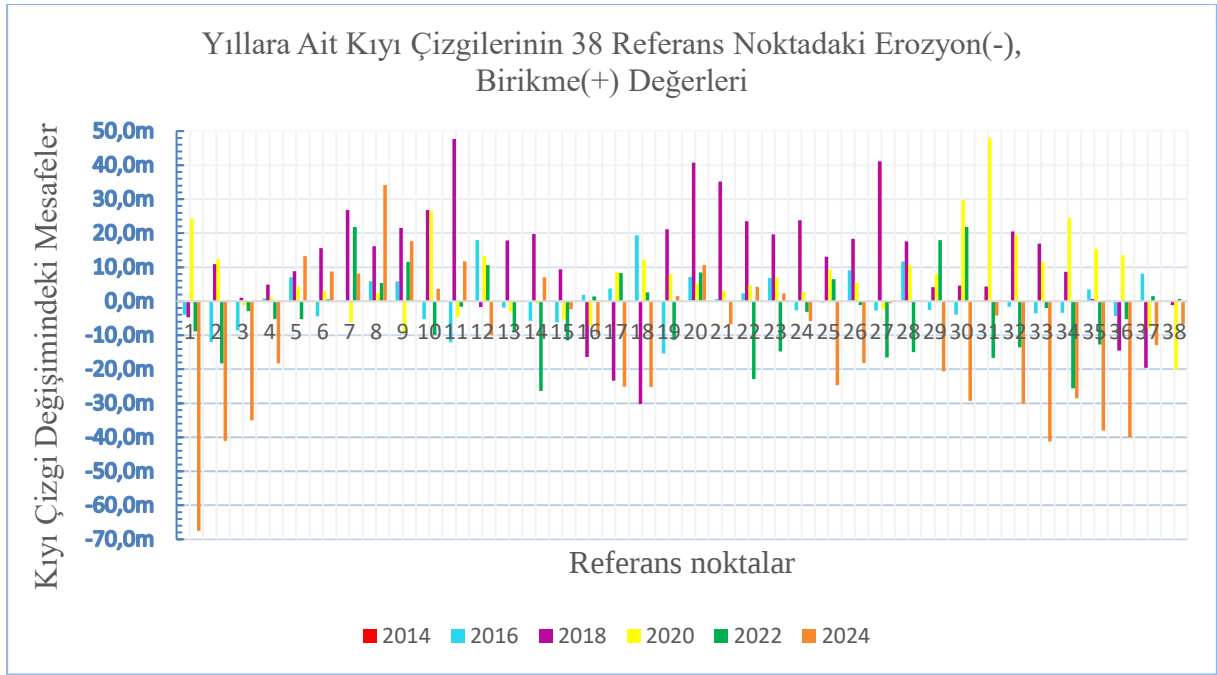


Şekil 3.9 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 30 ile 34. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.



Şekil 3.10 Karasu limanı ve Küçükboğaz gölü arasında kalan, 34 ile 38. referans noktaları arası kıyı çizgisinin detaylı görünümü.

Yaklaşık 8 km uzunlukta olan çalışma alanında 38 adet 220 m’lik eşit aralıklı referans noktasına bölünerek ölçüm yılları arasında kıyı çizgisinin bu 38 noktada ne kadarlık bir değişime uğradığı hesaplanmıştır. Şekil 3.1’de her bir referans noktasında çalışma yıllarına ait kıyı çizgisi değişimleri kronolojik şekilde aralarındaki farklar (- erozyon, + birikme) hesaplanmıştır. Şekil 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10 ‘da kıyı çizgilerindeki değişimler anlaşılabilmesi adına kıyı çizgisi verileri, Netcad 8 GIS programından Autocad programına aktarılıp görsel olarak hazırlanmış ve detaylı görüntüleri eklenmiştir. 2014 yılı ilk ölçüm olarak orjin sayılmıştır. Şekil 3.11’de erozyon ve birikme mesafeleri grafikte gösterilmiştir.



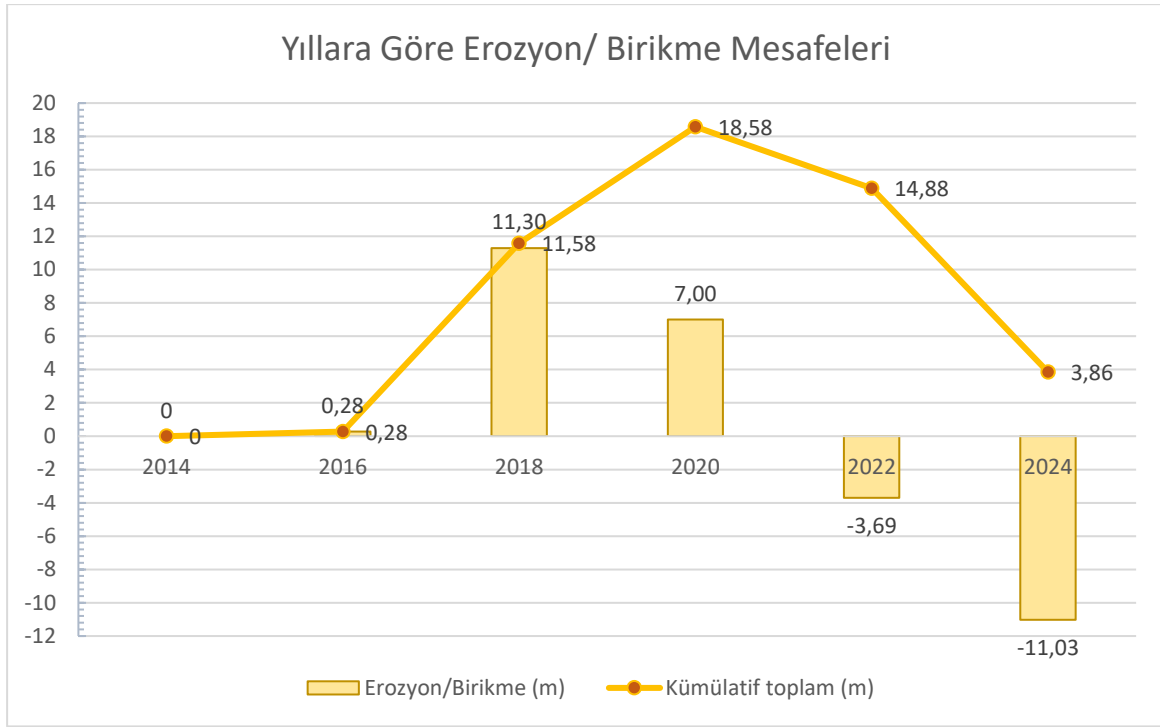
Şekil 3.11 Yıllara ait kıyı çizgilerinin 38 referans noktadaki erozyon ve birikme değerleri.

Referans noktaları 220 m’lik eşit aralıklara sahip olduğundan kabaca değişen mesafe değerleri ile kazanılan ve kaybedilen alan hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1 Çalışma yıllarına ve referans noktalarına göre hesaplanmış erozyon/birikme mesafeleri.

Yıllar	2014	2016	2018	2020	2022	2024
Erozyon/Birikme (m)	0	0,28	11,30	7,00	-3,69	-11,03
Kümülatif toplam (m)	0	0,28	11,58	18,58	14,88	3,86

Yaklaşık 8 km yi kapsayan çalışma bölgesinde, 38 referans noktasında elde edilen değerlerin ortalaması baz alınmıştır. 2014-2016 yılları arasındaki kıyı çizgileri arası mesafelerin 38 referans nokta ortalaması 0,28 m birikme olarak hesaplanmıştır. 2016-2018 arası 11,30 m ve 2018-2020 arası 7,00 m’lik birikme olmuştur. 2020-2022 arası 3,69 m ve 2022-2024 arası 11,03 m erozyon olarak hesaplanmıştır ve şekil 3.12’de görselleştirilmiştir.



Şekil 3.12 Yıllara göre erozyon ve birikme mesafeleri.

Çizelge 3.2 Çalışma yıllarına ve referans noktalarına göre hesaplanmış erozyon/birikme alanları.

Yıllar	2014	2016	2018	2020	2022	2024
Erozyon/Birikme						
(m ²)	0	2.215,52	89.496,00	55.406,65	-29.237,31	-87.347,18
Kümülatif toplam						
(m ²)	0	2.215,52	91.711,52	147.118,17	117.880,86	30.533,68

2014-2016 yılları arasında, 38 referans nokta ortalama mesafelerinden elde edilen alan 2.215,52 m²'lik birikme olarak hesaplanmıştır. 2016-2018 arası 89.496,00 m²'lik ve 2018-2020 arası 55.406,65 m²'lik birikme olmuştur. 2020-2022 arası 29.237,31 m²'lik ve 2022-2024 arası 87.347,18 m²'lik erozyon olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.13.'te erozyon ve birikme alanları hem yıllara göre hemde kümülatif toplamılarına göre gösterilmiştir. 2014 ile 2024 yılları arası toplamda 3,86 m'lik ortalama mesafe ve alan olarak ise 30.533,68 m²'lik birikme olmuştur.



Şekil 3.13 Yıllara göre erozyon ve birikme alanları.

2022 ile 2024 yılı kıyı çizgisi arasında Sakarya nehri ağzından başlayan 1,2,3,4 numaralı referans noktalarında erozyonun en fazla olduğu bölgelerden biri olarak dikkat çekmektedir. Doğuya doğru bir hareket ile Karasu limanı sol tarafında 6,7,8 referans numaralı noktalarda birikim gözlemlenmiştir. Bir diğer erozyon açısından dikkat edilmesi gereken nokta, çalışma alanının doğusunda dalgakıranların bittiği bölgeden Küçükboğaz gölüne kadar olan ve 33-38 referans noktaları arası kalan kısımda erozyonun ciddi boyutlarda olduğu görülmüştür.

3.2 KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİ İLERİ TAHMİNİ

XGBoost algoritması kullanılarak yapılan tahminde 38 referans noktası ile 2024 yılı kıyı çizgisinin kesiştiği noktaların koordinat verileri ile tahmin sonucu çıktı verileri kıyaslanmıştır. Tahmin sonucu olarak, çok düşük bir hata oranı ile neredeyse %100'lük bir tahmin doğruluğu elde edilmiştir. Her nokta için ve ortalama hata/doğruluk yüzdeleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Referans noktalarına göre 2024 yılı tahmin kıyı çizgisinin hata ve doğruluk yüzdeleri.

Referans Noktalar	Enlem		Boylam	
	Hata Yüzdesi	Doğruluk Yüzdesi	Hata Yüzdesi	Doğruluk Yüzdesi
1	0.013	99.987	0.206	99.794
2	0.013	99.987	0.203	99.797
3	0.013	99.987	0.226	99.774
4	0.014	99.986	0.206	99.794
5	0.013	99.987	0.204	99.796
6	0.014	99.986	0.206	99.794
7	0.014	99.986	0.218	99.782
8	0.015	99.985	0.207	99.793
9	0.013	99.987	0.205	99.795
10	0.014	99.986	0.203	99.797
11	0.015	99.985	0.207	99.793
12	0.014	99.986	0.202	99.798
13	0.014	99.986	0.200	99.800
14	0.014	99.986	0.207	99.793
15	0.014	99.986	0.214	99.786
16	0.013	99.987	0.208	99.792
17	0.014	99.986	0.194	99.806
18	0.015	99.985	0.210	99.790
19	0.013	99.987	0.211	99.789
20	0.014	99.986	0.206	99.794
21	0.013	99.987	0.201	99.799
22	0.015	99.985	0.212	99.788
23	0.015	99.985	0.222	99.778
24	0.014	99.986	0.233	99.767
25	0.014	99.986	0.215	99.785
26	0.014	99.986	0.213	99.787
27	0.014	99.986	0.215	99.785
28	0.014	99.986	0.198	99.802
29	0.014	99.986	0.214	99.786
30	0.014	99.986	0.218	99.782
31	0.015	99.985	0.204	99.796
32	0.014	99.986	0.214	99.786
33	0.015	99.985	0.207	99.793
34	0.014	99.986	0.203	99.797
35	0.014	99.986	0.210	99.790
36	0.014	99.986	0.225	99.775
37	0.013	99.987	0.225	99.775
38	0.013	99.987	0.217	99.783
Ortalama	0.014	99.986	0.210	99.790

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yapımı 2010 ile 2016 yılları arasında süren 27 dalgakıran sayesinde 2014 ile 2020 yılları arasında sahilin kum tutmaya başladığı ve önemli miktarda kum birikmesi gerçekleştiği, ancak 2020 yılında başlayan erozyonun giderek şiddetlenerek arttığı yapılan ölçümlerle ortaya çıkmıştır. Karasu sahiline yapılan dalgakıranların ilk günlerdeki kadar sahili koruyamadığını gösterdiği için dalgakıranların işlevselliğinin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Dalgakıranların konumlandırıldığı alana ait tasarım derinliği, tasarım dalgası vb. geoteknik özellikler yeniden incelemeye alınabilir. Zeminin de taşıma kapasitesinde oluşan bir değişim oturmaları veya tamamen göçmelere neden olabilir. Dalgakıranda meydana gelebilecek oturma, çekirdek malzeme kaybı veya koruyucu tabaka alt üst seviye kaybı vb. hasarlardan biri olmuş ise buna karşı önlem alınabilir. Karasu sahil kesimine yakın bölgelerde kum midye çıkarımının sınırlandırılması ve sürekli kontrol altında tutulması gereklidir. İklim koşullarında oluşan değişiklikler de dalgakıranların hasar görmesine neden olabilir. Örneğin 2023 yılı Kasım ayında Batı Karadeniz Bölgesi'nde şiddetli fırtına sebebiyle meydana gelen doğal afet, bölgede ciddi ve üzücü hasarlar oluşturmuştur.

Çalışma alanının doğusunda, Mevcut dalgakıranların bitişi ile Küçükboğaz gölü arasında kalan kısım için benzer şekilde dalgakıranlar yapılması çözüm olabilir. Mevcut dalgakıranlar henüz yapılmadan önce o alanda mahmuzlar yapılmış ancak yeterli sonuç alınmadığı için dalgakıranlar inşa edilmiştir. Kısacası, turizm, ticaret ve birçok açıdan önemli bir konuma sahip Karasu sahili için yeniden yetkililer tarafından raporlar hazırlanması gerekmektedir.

Xgboost algoritması kullanılarak yapılan tahmin değerleri, ilerisi için makine öğrenme modellerinin daha çok kullanılmasının faydalı olacağını göstermiştir. Ülkemizde ve dünyada Karasu sahili gibi gözlem altında olması gereken sahiller için ileri tahmin modellerinin kullanılması hem yapıyı koruma ve erken önlemler almak gibi faydalar sağlar hem de sahilleri iş yükünü azaltarak takibini yapma gibi olanakları bize sunar.



KAYNAKLAR

- Açikkol A** (2023) İklim Değişikliği Etkisinde Kıyı Çizgisi Gelişiminin İncelenmesi: Karasu Kıyı Alanı Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 113.
- Akengin H, Dölek İ ve Özdemir Y** (2023) Türkiye'nin Denizleri ve Kıyıları, *Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası*, 5. Baskı, ISBN 978-605-318-064-7, Sonçağ, Ankara, 287-310.
- Aktaş C ve Bahadır M** (2022) Çam Burnu (Ordu) İle Gül Burnu (Giresun) Arası Kıyı Çizgisinin Zamansal Değişimi Ve Kıyı Kullanımı. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 45(2): 320-348.
- Ali E** (2018) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Modellemesi Kullanılarak Karasu Kıyı Alanı İçin Deniz Seviyesi Yükselmesinin (DSY) Etki Değerlendirmesi, *Mühendislik Sistemlerinin Modellenmesi ve Tasarımı Doktora Programı (MODES)*, Atılım Üniversitesi, Fen Bilimleri Ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, 124.
- Arıkan D ve Yıldız F** (2023) Sentinel-2 Uydu Görüntülerinde Destek Vektör Makinesi ve Rastgele Orman Algoritmaları Kullanılarak Piksel Tabanlı Arazi Sınıflandırması, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2): 1243-1260.
- Armenio E, Serio F D, Mossa M and Petrillo A F** (2019) Coastline evolution based on statistical analysis and modeling, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9: 1937-1953.
- Atasoy D ve Kara H** (2023). Karar Ağacı Optimizasyon Algoritması üzerine Bir Çalışma, Iğdır Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2): 1247-1255.
- Aydın M ve Uysal M** (2013) Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla İzlenmesi: Sakarya-Karasu, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3): 24-32.
- Calayır G N ve Kabak M** (2021) Bakım İçin Makine Öğrenme Tekniklerinin Analizi Ve Bir Uygulama, *Journal of Turkish Operations Management, JTOM*, 5(1): 664-665.
- Chen J-C and Wang Y-M** (2020) Comparing Activation Functions in Modeling Shoreline Variation Using Multilayer Perceptron Neural Network, *MDPI*, 12(5).
- Chen T Q and Guestrin C** (2016) Xgboost: A Scalable Tree Boosting System, *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 3: 785-794.
- Çelik O İ** (2020) Uydu Görüntülerinden Kıyı Çizgisi Tespitinde Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Performanslarının DeneySEL Olarak Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri Ve İşletmeciliği Enstitüsü, Denizel Çevre Ana Bilim Dalı, İstanbul, 43.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Dang K B, Dang V B, Bui Q T, Nguyen V V, Pham T P N and Ngo V L** (2020) A Convolutional Neural Network for Coastal Classification Based on ALOS and NOAA Satellite Data, *IEEE Access*, 8: 11824-11839.
- Dipova N** (2016) Antalya Konyaaltı Sahilinde Kıyı Erozyonu Tehlikesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7: 223-231.
- Görmüş K S, Kutoğlu Ş H, Şeker, D Z, Özölçer İ H, Oruç M ve Aksoy B** (2014) Temporal Analysis Of Coastal Erosion In Turkey: A Case Study Karasu Coastal Region, *Journal of Coastal Conversation*, 18: 399-414.
- Işık S, Şaşal M ve Doğan E** (2006) Sakarya Nehrinde Barajların Mansap Etkisinin Araştırılması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(3): 401-408.
- Jahnke P** (2015) Machine Learning Approaches for Failure Type Detection and Predictive Maintenance, *Yüksek Lisans Tezi*, Technische Universität Darmstadt, Department of Computer Science, 83.
- Kale M ve Koç Ş** (2023) Çoruh Deltası (Gürcistan) Kıyı Aşınım ve Birikim Hızlarının DSAS Kullanılarak Analizi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 13(3): 1192-1212.
- Karasu S, Work P A, Cambazoğlu M K and Yüksek Ö** (2008) Coupled Longshore and Cross-shore Models for Beach Nourishment Evolution at Laboratory Scale, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 134(1): 30-39.
- Kesikoglu M H, Kaynak T, Cicekli S Y ve Özkan C** (2017) The determination of coastline changes using artificial neural networks in Yamula Dam Lake, *Turkish Journal of Engineering (TUJE)*, 4(1): 47-56.
- Kılar H ve Çiçek İ** (2018) Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin DSAS Aracı ile Belirlenmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi CBD*, 16(1): 89- 104.
- Kılar H ve Çiçek İ** (2019) Kıyı Çizgisinin Gelecekteki Konumunun Belirlenmesinin Önemi: Göksu Deltası Örneği, *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 17(1):193-216.
- Kılıç M** (2021) Sakarya İli Karasu İlçesi Kıyı Yapılarının Kıyı Çizgisine Etkisinin Coastsat Uygulamasıyla İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 59.
- Korkmaz H, Geçen R ve Kuşçu V** (2016) Asi Deltası (Samandağ) Kıyı Kenar Çizgisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (Fırat University Journal of Social Science)*, 26(1): 21-35.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kumar L, Afzal M S and Afzal M M** (2020) Mapping shoreline change using machine learning: a case study from the eastern Indian coast, *Acta Geophysica*, 68: 1127–1143.
- Liu X-Y, Zhao C-Y, Jia R-S, Liu Q-M and Sun A-M** (2019) Coastline Extraction Method Based on Convolutional Neural Networks A Case Study of Jiaozhou Bay in Qingdao, China, *IEEE Access*, 7: 180281-180291.
- Li W, Yin Y, Quan X and Zhang H** (2019) Gene Expression Value Prediction Based on XGBoost Algorithm, *Frontiers in Genetics*, 10:1077.
- Manaf S A, Mustapha N, Sulaiman M N and Husin N A** (2018) Artificial Neural Networks for Satellite Image Classification of Shoreline Extraction for Land and Water Classes of the North West Coast of Peninsular Malaysia, *Advanced Science Letters*, 24:1382–1387.
- Martínez C, Contreras-Lopez M, Winckler P, Hidalgo H, Godoy E and Agredano R** (2018) Coastal erosion in central Chile: A new hazard?, *Ocean & Coastal Management*, 156: 141-155.
- Mentaschi L, Vousdoukas M I, Pekel J F, Voukouvalas E and Feyen L** (2018) Global long-term observations of coastal erosion and accretion, *Scientific Reports*, 8: 12876.
- Özsoy C** (2021) Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Sayısal Modellenmesi İçin Yarı İki Boyutlu Model Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 105.
- Öztürk D, Uzun S** (2023) Kızılırmak Deltası kıyı çizgisinin EPR ve LRR yöntemleriyle 1984–2022 periyodunda değişim analizi ve 2030 yılı tahmini, *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 21(2): 306-339.
- Samuel A L**, (1959) Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM J Res Dev*. 3(3): 210-229.
- Santhanam R, Uzir N, Raman S and Banerjee S** (2017) Experimenting XGBoost Algorithm for Prediction and Classification of Different Datasets, *International Journal of Control Theory and Applications*, 9(40): 651-662.
- Shetty A, Jayappaa K S, Mitrab D** (2015) Shoreline Change Analysis of Mangalore Coast and Morphometric Analysis of Netravathi-Gurupur and Mulky-Pavanje Spits, *Aquatic Procedia*, 4: 182-189.
- Sui L, Wang J, Yang X and Wang Z** (2020) Spatial-Temporal Characteristics of Coastline Changes in Indonesia from 1990 to 2018, *Sustainability*, 12(8).
- TMMOB** (2012) Karasu Kıyı Alanı Kıyı Daralması Raporu, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Mattek, Ankara, 144.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-1** <<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4897&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>>, Ziyaret Tarihi: 03.02.2024
- URL-10** <https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2707/mod_resource/content/1/JF_M2_12_11_Numpy.pdf>, Ziyaret Tarihi: 04.06.2024
- URL-11** <<https://www.veribilimiokulu.com/scikit-learn-spark-deployment/>>, Ziyaret Tarihi: 12.06.2024
- URL-2** <<https://karasu.bel.tr/cografi-durumu>>, Ziyaret Tarihi: 12.02.2024
- URL-3** <<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>>, Ziyaret Tarihi: 17.03.2024
- URL-4** <<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>>, Ziyaret Tarihi: 17.03.2024
- URL-5** <https://satlab.com.tr/wp-content/uploads/2021/06/SurvCE_KullanimKilavuzu_SL600_TR.pdf>, Ziyaret Tarihi: 27.05.2024
- URL-6** <<http://www.r2d3.us/visual-intro-to-machine-learning-part-1/>>, Ziyaret Tarihi: 14.03.2024
- URL-7** <<https://ischoolonline.berkeley.edu/blog/what-is-machine-learning/>>, Ziyaret Tarihi: 15.03.2024
- URL-8** <<https://bilginc.com/tr/blog/python-nedir-259/>>, Ziyaret Tarihi: 07.05.2024
- URL-9** <<https://www.veribilimiokulu.com/python-ile-makine-ogrenmesine-giris-pandas-kutuphanesi/>>, Ziyaret Tarihi: 12.06.2024

ÖZGEÇMİŞ

Ömer Burkay ÇİFTÇİ, ilk öğrenimini Ankara ilinde ve liseyi Ankara Prof. Dr. Ragıp Üner Sağlık Meslek Lisesinde tamamlamıştır. 2008-2010 yılları arası Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Anestezi bölümünden önlisans eğitimini tamamladı. 2012-2014 yılları arası Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi bölümünde önlisans eğitimini tamamladı.

2010-2014 Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme bölümünde Lisans eğitimini tamamladı. 2017-2021 Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini tamamladı. 2019-2021 Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Sağlık Yönetimi bölümünde lisans eğitimini tamamladı.

2021 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında Tezli Yüksek Lisansa başladı.

2010 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezinde Anestezi teknikeri olarak çalışmaya başlamış ve 2023 yılı Ağustos ayından itibaren Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığında İnşaat mühendisi olarak çalışmaktadır.