



KIZILIRMAK DELTASINDA (SAMSUN) KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMLERİNİN BRUUN KURALINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ*

ASSESSMENT OF COASTLINE CHANGES ACCORDING TO BRUUN RULE IN KIZILIRMAK DELTA (SAMSUN)

Halil İbrahim ZEYBEK *

Harun Reşit BAĞCI **

Muhammet BAHADIR ***

Öz

Bu çalışmada Kızılırmak Deltasında küresel iklim değişimleri ve kıyı erozyonu gibi nedenlerle gerçekleşen kıyı çizgisi değişimleri Bruun Kuralına göre değerlendirilmiş, mevcut verilerden faydalanılarak öngörülerde bulunulmuştur. Kızılırmak Deltası, Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümünde, Samsun şehir merkezinin batısında yer almaktadır. Deltayı doğudan Engiz Çayı, batıdan Alaçam Deresi güneyden ise Derbent Barajı sınırlandırırken, Karadeniz'e 69 km kıyısı bulunmaktadır. Çalışmanın amacı, Kızılırmak Deltasındaki mevcut ve muhtemel deniz seviyesi değişikliklerinin, delta kıyılarındaki etkilerini belirlemektir. Bu kapsamda deniz seviyesinde yaşanacak değişimlerin deltada kıyı kumulları, lagünler gibi doğal ortam unsurları ile tarım alanları, ağaçlandırma sahaları gibi arazi kullanım sınıflarında meydana getirebileceği değişikliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın amacına yönelik olarak; öncelikle Google Earth Pro programıyla 2017-2018 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden Kızılırmak Deltası kıyılarındaki yer alan doğal ortam unsurları ve arazi kullanım şekilleri ayrı ayrı sayısallaştırılmış, alanları hesaplanmıştır. Daha sonra deniz seviyesi değişimleriyle ilgili senaryolar oluşturulup, Bruun kuralına göre delta kıyılarındaki yaşanacak arazi kayıpları tespit edilmiştir.

Bruun kuralına göre, kum, çakıl gibi pekişmemiş malzemelerle kaplı alçak kıyılarda deniz seviyesinde düşey yönde meydana gelebilecek 1 cm'lik yükselme, yatay olarak kıyı çizgisinin kara yönünde 100 cm yer değiştirmesine yol açmaktadır. Buna göre, deniz seviyesinde yaşanacak 50 cm'lik bir yükselmenin sonucunda Kızılırmak Deltası kıyılarındaki en az 3,6 km² kumul alanının deniz işgaline uğraması, kumulların iç kesimlere doğru ilerleyerek tarım alanlarını ve yerleşmeleri etkilemesi beklenmektedir. Bunun yanı sıra lagünlerin ekolojik özelliklerinin değişeceği, taban suyu seviyesinin yükselmesiyle birlikte yer altı sularında bozulmalar olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kızılırmak Deltası, İklim Değişimi, Kıyı Çizgisi Değişiklikleri, Bruun Kuralı.

Abstract

In this study, changes in the coastlines that occurred due to global climate change and coastal erosion in Kızılırmak Delta were evaluated according to Bruun Rule and predicted by using existing data. The Kızılırmak Delta is in the Central Black Sea Region, to the west of Samsun city center, The delta is located 69 km to the Black Sea coast and bordered by the Engiz Stream from the east, the Alaçam Stream from the west, and the Derbent Dam from the south. The purpose of this study is to determine the possible effects on the coastal zone of the Kızılırmak Delta due to sea level changes that might occur according to the Bruun Rule. In this context, it is aimed to determine changes that may be brought about in the natural environment elements of the delta such as sand dunes and lagoons due to changes that will experience sea level, and changes of land use classes such as agricultural areas, afforestation areas, meadows and pastures in the delta.

For the purpose of the study; Firstly, by using the computer program called Google Earth Pro, the natural environment elements and land use patterns on the Kızılırmak Delta coasts were digitized and their areas were calculated through the satellite images of 2017-2018 years. Then, scenarios related to sea level changes were created and land losses that will occur on the delta coasts according to the Bruun rule were identified.

According to Bruun's rule, the rise of 1 cm to be experienced in the vertical direction of sea level on the low shores zone with unconsolidated materials like sand and gravel, leads to a horizontal displacement of 100 cm in the shoreline of land direction. Accordingly, as a result of a 50 cm rise at sea level, a 3.6 km² sand dune area on the shores of Kızılırmak Delta is expected to be affected by sea invasion, by going to the inner parts of the sand dunes and affecting agricultural lands and settlements. Besides, it is expected that underground waters will be degraded due to the increase of the ground water level, which will change the ecological characteristics of the lagoons. Besides, it is expected that underground waters will be degraded due to the increase of the ground water level, which will change the ecological characteristics of the lagoons.

Keywords: The Kızılırmak Delta, Climate Change, Coastal Changes, Bruun Rule.

* Bu çalışma Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu 2017'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

* Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

** Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

*** Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.



1. Giriş

Kaynağını Sivas İli İmranlı İlçesinin doğusunda yer alan Kızıldağ'dan (3025m) alan, İç Anadolu Bölgesinde; Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale, Çankırı ve Çorum illerini kapsayan geniş bir yay çizdikten sonra Samsun'a ulaşan Kızılırmak, oluşturduğu delta ovası üzerinden menderesler çizerek Karadeniz'e dökülür. Kızılırmak, taşıdığı sediment miktarının yeterli olması ve denize ulaştığı kıyıda uygun koşullar nedeniyle Karadeniz kıyılarında, Çukurova (2939 km²) ve Yeşilirmak (1042 km²) deltalarından sonra Türkiye'nin üçüncü büyük delta ovası olan, Kızılırmak Deltası'nı (673 km²) oluşturmuştur.

Kızılırmak Deltasının sediment bütçesi son dönemde; Kızılırmak üzerinde inşa edilmiş barajlar, kıyı sahası ile deltayı besleyen akarsuların yataklarından malzeme alan çok sayıda kum, çakıl ocağı ve beton santralinin bulunması gibi nedenlerle açık vermeye başlamıştır. Buna bağlı olarak öncelikle deltanın büyümesi durmuş, sonra ise delta alan kaybetmeye başlamıştır. Bunun yanı sıra kıyıda inşaa edilmiş, mahmuz, mendirek, liman gibi yapılar nedeniyle doğal akıntı düzeninin bozulması kıyı çizgisinin şekil değiştirmesine neden olmuştur. Küresel iklim değişimleri nedeniyle deniz seviyesinde meydana gelen yükselmeler, delta ovalarının genelinde olduğu gibi Kızılırmak Deltasında da etkisini göstermektedir.

Uydu görüntüleri üzerinden yapılan ölçümlerle ulaşılan sonuçlara ve literatürden (Yılmaz, 2005; Uzun, 2006; Zeybek vd., 2010; Zeybek vd., 2011; Şahin ve Bağcı, 2016; Sertel vd., 2008; Beyazıt vd., 2014) elde edilen bilgilere göre Kızılırmak Deltası kıyılarında özellikle delta gerisindeki barajların inşasını takip eden son 30 yılda önemli değişimler yaşanmıştır.

Bu çalışmayla Kızılırmak Deltası kıyılarındaki mevcut ve olası değişimlerin Bruun Kuralına göre yorumlanması, deltada yaşanması muhtemel kıyı çizgisi değişikliklerinin doğal ortam özellikleri ile beşeri ve ekonomik faaliyetler üzerindeki etkilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

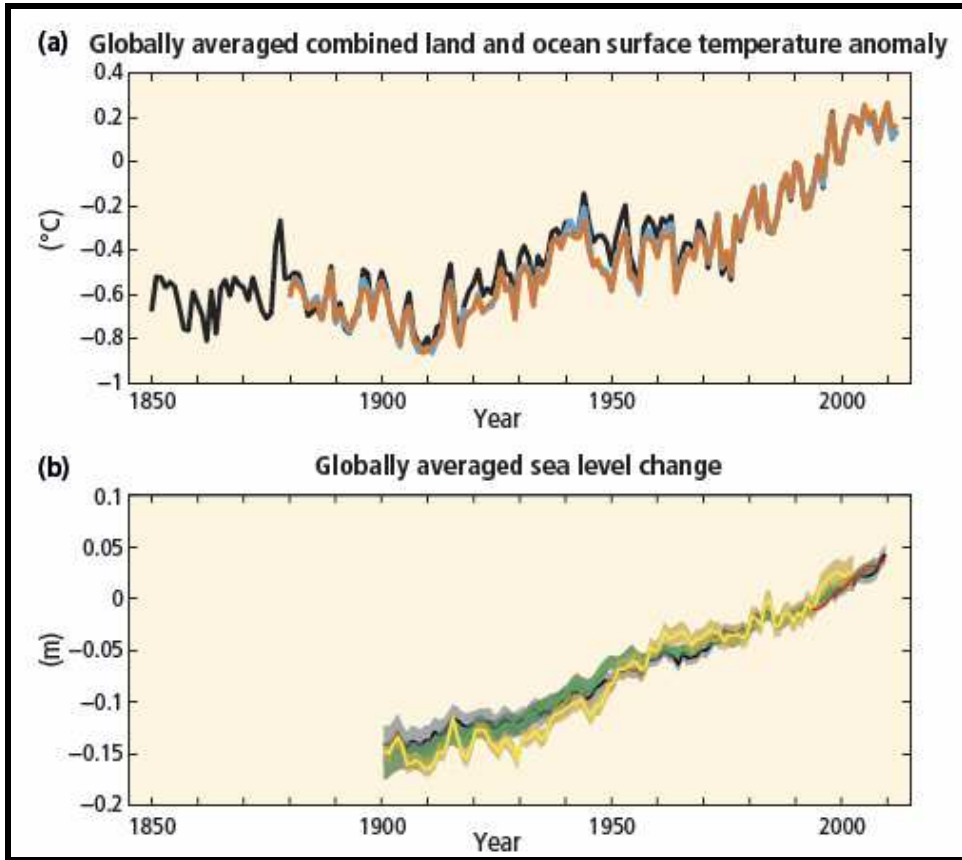
2. Veri ve Yöntemler

Araştırmanın temel veri kaynaklarını; arazi çalışmaları, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan materyaller ve yapılan uygulamalar özetle şöyledir;

- İlk aşamada Kızılırmak Deltası, Bruun Kuralı, iklim, kıyı değişimleri gibi anahtar kelimeler ile literatür taraması yapılmış, araştırma sahası ve konusuyla ilgili yerli ve yabancı yayınlara ulaşılmıştır.
- USGS'den (ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu) araştırma sahasının 30 metre çözünürlüklü DEM (Sayısal Yükseklik Modeli) verileri indirilmiş, ArcGIS 10.2.2. programıyla işlenerek lokasyon ve yükselti basamakları haritası üretilmiştir.
- Google Earth Pro programıyla 2017 ve 2018 yıllarının çeşitli dönemlerine ait uydu görüntülerinden Kızılırmak Deltasının kıyı çizgisinden karaya doğru 3-5 km'lik bölümündeki arazi örtüsü kumul, bataklık, lagün, tarla, yerleşme alanı, çayır şeklinde sayısallaştırılmıştır.
- Ulaşılan sonuçların güvenilirliğini artırmak amacıyla uydu görüntüleri üzerinden yapılan sınıflandırmalar 19 Mayıs ve Samsun Büyükşehir Belediyesinden alınan hava fotoğrafları ile arazi çalışmalarında çekilen fotoğraflarla kıyaslanmıştır.
- Elde edilen veriler ArcGIS 10.2.2 programına aktararak Kızılırmak Deltası kıyılarındaki arazi kullanım durumu en güncel ve en doğru haliyle ortaya konulmuştur.
- Kızılırmak Deltasında kıyı değişimlerini belirleyebilmek için Google Earth Pro programından 1984 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kıyaslanmıştır. Bu sayede son 32 yılda kıyı çizgisinde yaşanan değişimler tespit edilmiştir.
- IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli) verilerinden yola çıkılarak küresel iklim değişmelerine bağlı deniz seviyesi değişimlerinin geçen yüzyılda ve bu yüzyıldaki durumu, gelecekte nasıl olacağı açıklanmıştır. Deniz seviyesi değişimlerinin kıyıda meydana getireceği değişiklikler Bruun Kuralına göre yorumlanmıştır.
- Kızılırmak Deltasında kıyı gerilemesinin devam etmesi durumunda meydana gelebilecek arazi kayıplarının tespit edilmesi amacıyla kıyı çizgisi boyunca yaklaşık 750 m'de bir oluşturulmuş, kıyıda 50 m içeriye kadar uzanan referans çizgileri birleştirilerek deniz işgaline uğraması muhtemel sahadaki arazi varlığı belirlenmiştir.



Şekil 2. Su Basar Ormanlardan bir Görünüm (19 Mayıs - Yörükler Mahallesi).



Şekil 3. a) Küresel ortalama toprak ve okyanus yüzeyi sıcaklıklarının değişimi

b) Küresel ortalama deniz seviyesi değişimleri (IPCC, 2014).

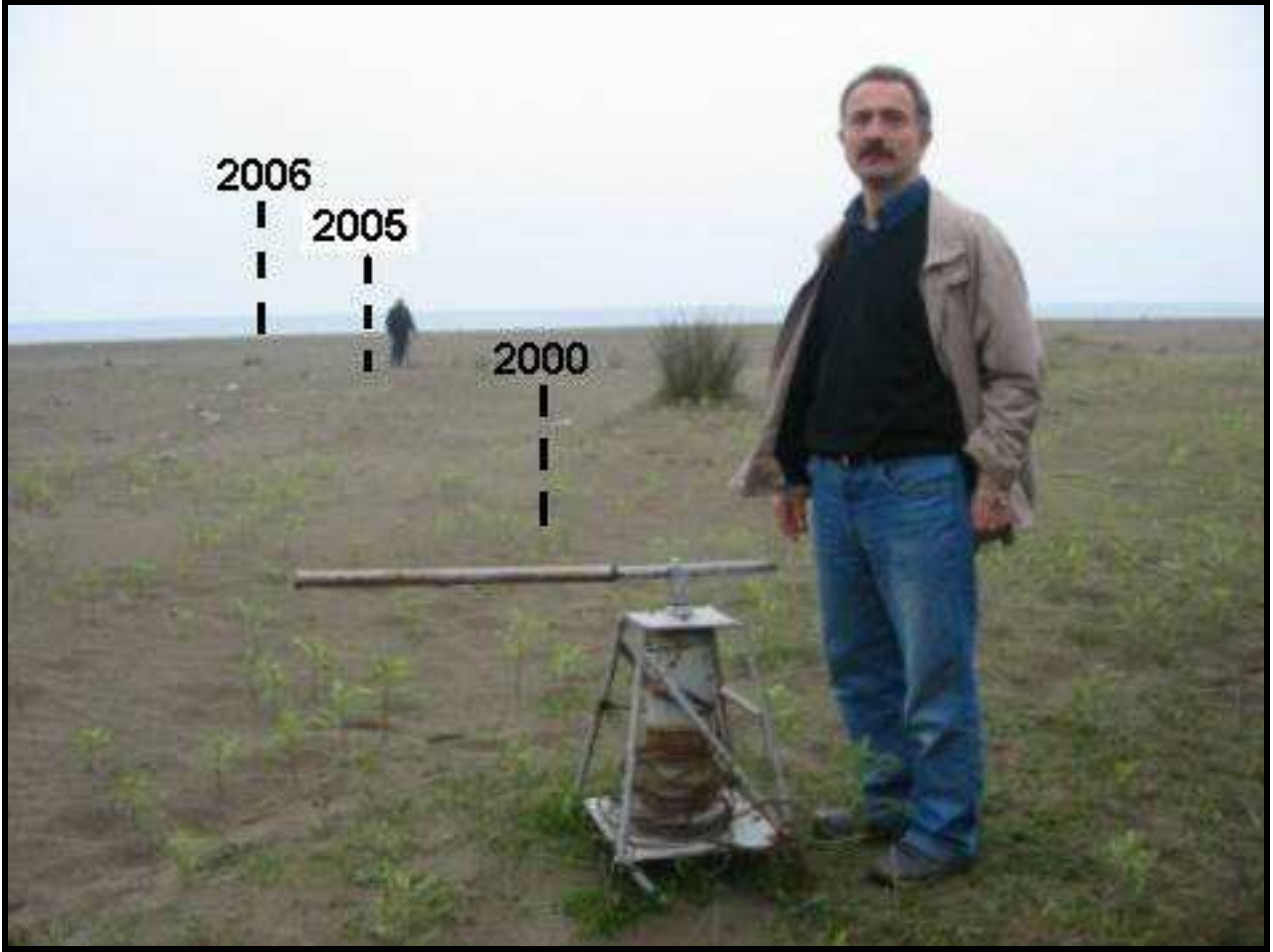
NASA tarafından yayınlanan verilere göre, 1993 ile 2017 yılları arasında deniz seviyesi yükselme trendindedir. 2003 yılından itibaren deniz seviyesindeki yükselme ortalamalarının üzerine çıkmış 21. yy'ın ilk

17 yılında deniz seviyesi 4 cm kadar yükselmiştir. Bruun Kuralına göre bu değişim alçak kıyılarda, kıyı çizgisinin kara yönünde 4 metre gerilemesine neden olmuştur.

Kızılırmak Deltasında kıyı çizgisi değişimleriyle ilgili daha önceden yapılmış çalışmalarla önemli sonuçlara ulaşılmıştır; Kuleli (2010), kıyı çizgisinin Kızılırmak'ın denize ulaştığı noktanın da bulunduğu 4 km'lik bölümde, -33 m/yıl hızla gerilediğinden, 1989 ile 2009 yılları arasında kıyı çizgisinin kara yönünde yaklaşık 660 m ilerlediğinden bahsetmektedir.

Beyazıt vd. (2014) delta kıyılarını bölümlere ayırarak incelemiş, 1987 ile 2011 yılları arasında en fazla değişimin Kızılırmak'ın denize ulaştığı noktada gerçekleştiğini burada kıyı çizgisinin 655 metre gerilediğini ortaya koymuştur.

Uzun (2006), Kızılırmak Deltası kıyı çizgisinde gerilemenin yanı sıra kıyıda inşaa edilmiş mahmuzların etkisiyle bazı noktalarda deniz yönünde yılda yaklaşık 30 metre ilerleme olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4).



Şekil 4: Kızılırmak Deltası, İncirburnu Mevkii (Uzun, 2006).

1984 yılı ve 2017 yılı uydu görüntüleri üzerinden yapılan ölçümlere göre, Kızılırmak Deltası kıyı çizgisinde son 30-35 yıllık zaman diliminde önemli değişiklikler söz konusudur. Kıyı çizgisi değişimi Kızılırmak'ın Karadeniz'e ulaştığı noktada ve doğusunda gerileme şeklinde iken kıyının diğer bölümlerinde yer yer mahmuz ve mendireklerin de etkisiyle ilerleme şeklindedir. Kızılırmak'ın ağız kısmındaki gerilemeyi yavaşlatabilmek amacıyla bu noktaya mahmuzlar inşaa edilmiştir (Şekil 5).



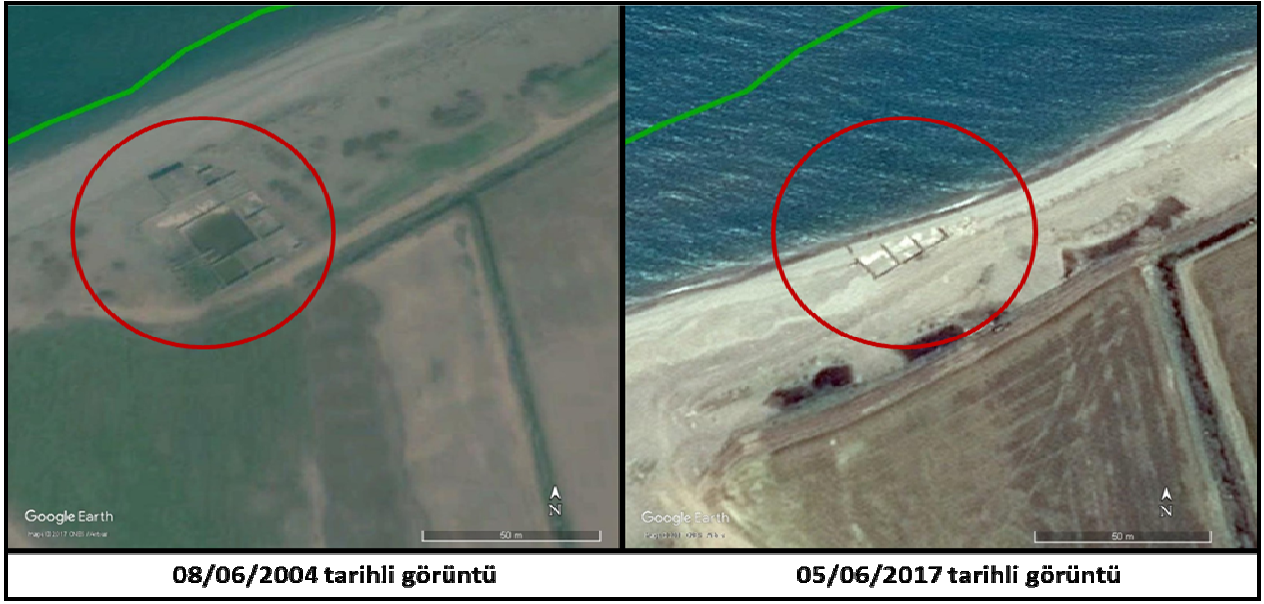
Şekil 5: Kızılırmak'ın ağız kısmındaki mahmuzlar (Samsun Büyükşehir Belediyesi, 2017).

Arazi çalışmaları esnasında Bafra Fener Mahallesinde, denizin hemen kenarında kumlarla örtülmüş, zaman zaman dalgalara maruz kalan bina kalıntıları olduğu dikkati çekmiştir. Yapılan araştırmalar neticesinde bu kalıntıların 1990'lı yıllarda faaliyet gösteren bir balık üretim tesisine ait olduğu öğrenilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Kıyı gerilemesiyle deniz ve kumullar tarafından yutulmuş yapının kalıntıları (Bafra, Fener Mah.).

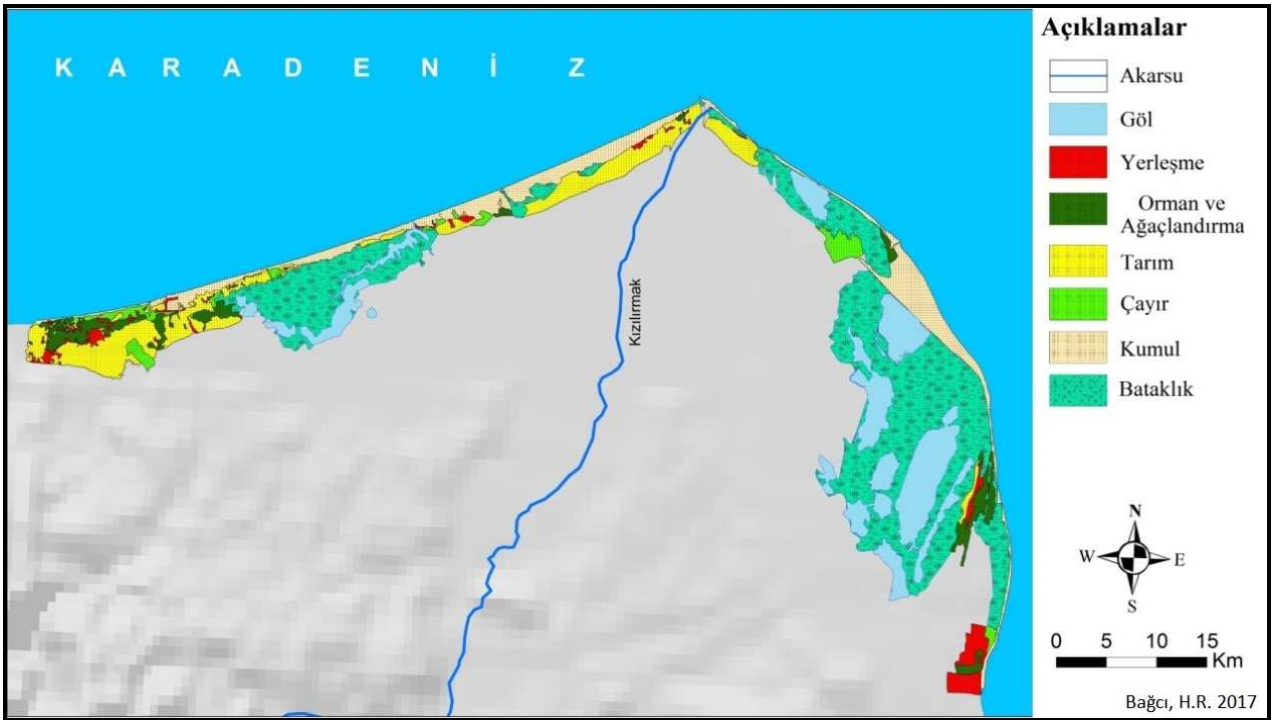
Kıyı gerilemesine bağlı olarak bu tesis dalgalar ve kumullar tarafından tahrip edilmiş hatta bir bölümü tamamen ortadan kalkmıştır. Bu durum yörede kıyı gerilemesinin boyutlarını göstermesi bakımından önemlidir (Şekil 7).



Şekil 7: 2004 ve 2017 yılı uydu görüntülerinin kıyaslanması.

Bruun Kuralı günümüzde kıyı çizgisi değişimlerini hesaplamak ve geleceğe yönelik öngörülerde bulunabilmek için kullanılan yaygın yöntemler arasındadır. Bu kurala göre, "Alçak kıyılarda deniz seviyesi dikey yönde 1 cm yükseldiğinde kıyı çizgisi kara yönünde yaklaşık 100 cm yer değiştirmektedir" (Uzun, 2006). IPCC (2014), verileri göz önüne alınarak içinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar deniz seviyesinin ortalama 50 - 60 cm yükseleceği düşünülürse bu durum kıyı çizgisinin kara yönünde 50 - 60 m gerilemesine neden olacaktır.

Kızılırmak Deltasında kıyı çizgisinden kara yönünde 3-5 km iç kısma kadar olan sahanın büyük bölümünü kumullar, bataklık ve lagünler oluştururken bu alanda az da olsa tarım ve yerleşme alanları da yer almaktadır (Şekil 8-9).



Şekil 8: Kızılırmak Deltası kıyılarındaki arazi sınıfları.



Şekil 9: Kızılırmak Deltası'nın kuzeydoğu kıyıları (19 Mayıs Belediyesi, 2017).

Bu durum Kızılırmak Deltasının uzun vadede önemli miktarda arazi kaybına uğrayacağını göstermektedir. Araştırmanın sonuçlarına göre delta kıyılarında yaşanacak 50 m'lik bir gerileme sonucunda en az 3.64 km² kumul alanı deniz işgaline uğrayacaktır. Bu rakam Kızılırmak Deltası kıyılarındaki mevcut kumul varlığının (22,1 km²) %17'sine karşılık gelmektedir. Bunun yanı sıra en az 0,89 km² bataklık ve 0,20 km² tarım alanının denize katılması beklenmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Delta kıyılarında ilk 50 metre içerisinde kalan arazilerin bir bölümü (Bafra, Koşu Mahallesi).



Kızılırmak Deltası kıyılarında yaşanacak gerilemenin arazi kayıpları dışında aşağıdaki problemleri de ortaya çıkaracağı düşünülmektedir.

- Delta düzlüğünde eğim değerlerinin düşük olmasının (% 0-2) yaşanacak kıyı gerilemelerinin etkisini daha da artıracığı düşünülmektedir. Kıyıda deniz sularının iç kesimlere yayılmasını engelleyecek bir reliefin olmamasına bağlı olarak deniz suları Bruun Kuralı doğrultusunda öngörülenden daha fazla alanı etkileyecektir.

- Delta kıyılarında yer alan Karaboğaz, Liman, Cernek, Uzungöl ve Balık lagünleri ve çevrelerindeki bataklıklar ekolojik açıdan büyük öneme sahiptir. Kıyı gerilemesinin devam etmesi durumunda lagünleri denizden ayıran kıyı setlerinin tahrip olacağı sulak alanların ve su basar ormanların deniz işgaline uğrayacağı düşünülmektedir. Bu durumda deltada sulak alanların genişlemesi ancak tuzluluk oranlarının artması nedeniyle doğal dengesinin bozulacağı ve turizm değerlerinin kaybolacağı düşünülmektedir.

- Rüzgar erozyonunun etkisiyle kıyıda tuzlu kumulların delta içlerine daha fazla sokularak tarım alanları ve yerleşmeler için önemli sorunlar oluşturacağı düşünülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye'nin önemli deltalarından biri olan, tarımsal ve ekolojik açıdan büyük önem taşıyan Kızılırmak Deltasında kıyı çizgisinin Kızılırmak'ın ağız kısmı ve buraya yakın kesimlerinde daha fazla olmak üzere kara yönünde ilerlediği, deltanın küçülmeye başladığı tespit edilmiştir. 1988 (Altunkaya) ve 1991 (Derbent) yıllarında Kızılırmak üzerine inşaa edilen barajların faaliyete geçmesiyle kıyıya taşınan sediment miktarı azalmış bu durum kıyı gerilemesine neden olmuştur. Bunun yanı sıra küresel iklim değişimleri alçak kıyıların genelinde olduğu gibi Kızılırmak Deltasında da etkisini göstermiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre;

- Deltanın sediment bütçesine yapılan müdahaleler, kıyıda doğal akıntı düzeninin bozulması ve küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak deniz seviyesinde yaşanan yükselmeler yaşanan kıyı gerilemesinin temel nedenleridir. Kıyı gerilemesine bağlı olarak kıyıda kumul ve bataklık sahaları deniz işgaline uğramakta, bazı yapılar dalgalar tarafından tahrip edilmektedir. Rüzgarın da etkisiyle tuzlu kumullar daha iç kesimlere doğru taşınmakta, tarım alanlarına zarar vermektedir.

- Kıyı çizgisinin gerilemesine neden olan faktörler kısa vadede ortadan kalkacak gibi görünmemektedir. Dolayısıyla Kızılırmak Deltasında kıyı gerilemesinin ve küçülmenin gelecekte de devam edeceği, buna bağlı olarak delta kıyılarında arazi kayıplarının ve doğal ortam özelliklerinde bozulmaların yaşanacağı öngörülmektedir.

- Deltada kıyı erozyonunun en şiddetli olduğu kısım Kızılırmak'ın denize ulaştığı yerdir. 1984 ve 2016 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden yapılan ölçümlere göre bu noktada kıyı çizgisi son 32 yılda yaklaşık 600 metre gerilemiştir. Buna karşın delta kıyılarının bazı kesimlerinde inşaa edilmiş mendirek, liman gibi yapıların etkisiyle kıyı çizgisi lokal olarak deniz yönünde ilerleyebilmektedir.

- Delta kıyılarında en geniş alanı kumullar kaplarken ikinci sırayı bataklıklar almaktadır. Deltada kıyı çizgisinin 50 metre gerilemesiyle 3,64 km² kumul, 0,89 km² bataklık, 0,20 km² tarım alanı deniz işgaline uğrayacak, delta yüz ölçümünde toplam 4.73 km² küçülme olacaktır. Bu rakamlar deltada sadece iklim değişimlerine bağlı olarak yaşanması muhtemel kıyı gerilemelerini göstermektedir. Deltanın küçülmesine neden olan baraj, kum ocakları gibi faktörler göz önüne alındığında arazi kaybının daha fazla olacağı düşünülmektedir.

- Bulgular bölümünde bahsedildiği üzere kıyı gerilemesi sadece arazi kayıplarına değil deltanın sulak alanları, flora ve fauna özellikleri, yer altı suyunda bozulmalara sebep olacaktır. Deltanın bazı bölümleri deniz işgaline uğrayacak, çok sayıda canlı türüne ev sahipliği yapan lagünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişecektir.

Kızılırmak Deltası'nın karşı karşıya olduğu tehditleri azaltmak için yapılması gerekenler özetle şöyledir;

- Dünya genelinde deniz seviyesi yükselmelerine neden olan unsurların başında küresel iklim değişimleri gelmektedir. Kıyıların korunabilmesi için iklim değişiklikleriyle etkin şekilde mücadele edilmelidir.



• Deltaların küçülmesini önleyebilmek için akarsular üzerine yeni inşaa edilecek barajlar taşınan alüvyonu engellemeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

• Özdemir (2010), Kızılırmak Deltasında akarsu kenarlarında ve kıyılarda kurulmuş kum ocaklarının bir yılda yaklaşık 3 milyon ton kum işlediğini belirtmektedir. Bu durum deltanın sediment bütçesinin açık vermesine neden olmaktadır. Bu nedenle kum ve çakıl ocaklarının malzeme alımı sınırlandırılmalı, kaçak olanlar çalıştırılmamalıdır.

• Kızılırmak Deltasında, kıyı erozyonunu azaltabilmek amacıyla kıyının bazı kesimlerine ve akarsuların ağız kısımlarına mendirek ve dalga kıranlar inşaa edilmiştir (Şekil 5). Bu yapıların işlevini yerine getirebilmesi için düzenli olarak bakımlarının yapılması ve yenilenmeleri gerekmektedir. Bunun yanı sıra liman, iskele, mendirek, mahmuz gibi yapılar doğal akıntı düzenini bozmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

• Kumulların iç kesimlere doğru yayılarak beşeri ve iktisadi faaliyetlere zarar vermesini engelleyebilmek amacıyla aktüel plajların bitiminden itibaren kıyıya paralel, rüzgâr yönüne dik olarak perde çitler oluşturulmalı, kumullar çalı ve ağaç formundaki bitkiler ile stabil hale getirilmelidir. Bu tedbirlerle kum istilalarından kısmen korunmak mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- Beyazıt, I., Öztürk D., Kılıç, F (2014). Kızılırmak Deltası Kıyı Çizgisinin Zamansal Değişimi. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 14-17 Ekim 2014, İstanbul.
- IPCC, 2014, Climate Change (2014). Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.), Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Özdemir, S (2010). Kızılırmak Deltasında Aktüel Kıyı Çizgisi Değişiklikleri ve Sonuçları. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Samsun.
- Sertel, E., Fındık, N., Seker, D.Z., Samsunlu, A (2008). Assesment of Landscape Changes in the Kizilirmak Delta Turkey Using Remotely Sensed Data and GIS. *Environmental Engineering Science*, Volume 25, Number 3, DOI: 10.1089/ees.2006.0149.
- Şahin, K., Bağcı, Harun R (2016). CBS ve UA Teknikleriyle Türkiye'nin Başlıca Deltalarının Morfometrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 42, Sayfa: 984-990.
- Uzun, Ali (2006). Samsun Deltaları ve Beklenen Değişmeler. Geçmişten Geleceğe Samsun 1. Kitap, Samsun Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Eğitim Hizmetleri Daire Başkanlığı Yayınları: Samsun, 541-548.
- Yılmaz, C (2005). Kızılırmak Deltası'nda Meydana Gelen Erozyonun Coğrafi Analizi. TURQUA Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, 02-05 Haziran 2005, İstanbul.
- Zeybek, H.İ., Uzun, A., Yılmaz, C., Özdemir, S (2010). Kızılırmak Delta Bütçesine Yapılan Müdahalelerin Delta Sahası ve Morfolojisi Üzerine Etkileri, Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu 2010, 11-12 Ekim 2010, Afyon.
- Zeybek, H.İ., Uzun, A., Yılmaz, C., Özdemir, S (2011). Kızılırmak Deltası'nda Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Sonuçları, Samsun Sempozyumu, 13-16 Ekim 2011, Samsun.
- Faydalanılan İnternet Siteleri**
- USGS (ABD Jeolojisi Araştırmaları Kurumu), <https://earthexplorer.usgs.gov/> Erişim tarihi 7/8/2017.
- 19 Mayıs Belediyesi Arşivi <https://www.19mayis.bel.tr/index.php/fotograf-galerisi/25-19-mayis-ilcesi-havadan-goruntuler> Erişim tarihi 09.11. 2017
- Samsun Büyükşehir Belediyesi Arşivi <https://www.samsun.bel.tr/galeri-detay.asp?galeri=8-samsundan-fotografilar> 10.11.2017
- IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli), https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf Erişim tarihi 09. 10. 2017
- <https://sealevel.nasa.gov/news/90/25-years-of-global-sea-level-data-and-counting> Erişim tarihi 10.10.2017
- Google Earth PRO, 2017 - 2018 uydu görüntüleri.