

SHORELINE CHANGES (1984 – 2019) IN THE ÇORUH DELTA (GEORGIA/BATUMİ)

Çoruh Deltası (Gürcistan/Batum) Kıyı Çizgisi Değişimi (1984 – 2019)

Hasan ÇOBAN¹

Şevval KOÇ²

Mustafa Murat KALE³

Öz

Kıyılar, zamana bağlı olarak değişkenlik gösteren dinamik ortamlardır. Özellikle içinde bulunduğumuz dönemde kıyı çizgilerinde yaşanan değişimler sıklıkla antropojenik aktiviteye bağlı olarak gerçekleşmektedir. Karadeniz Havzası'nın kıyıdaş ülkesi olan Türkiye, gerek kendi sınırları içerisinde gerekse sınıraşan sular ile Karadeniz'e dökülen birçok akarsuyun kaynağı konumundadır. Söz konusu akarsu ağzlarında oldukça büyük deltalar yayılım göstermektedir. Bu çalışmaya konu olan Çoruh Deltası, Türkiye ve Gürcistan arasında sınıraşan bir akarsu tarafından taşınan sedimanlar ile oluşmuştur. 2000'li yılların başından itibaren Türkiye sınırları içinde yer alan havza alanında Baraj ve HES yapım çalışmaları hız kazanmıştır. Bu kapsamda Çoruh Nehri tarafından taşınan sediman miktarı doğal olarak azalma trendine girmiştir. Bu çalışmada, Çoruh Deltası'ndaki olası kıyı çizgisi değişikliğinin ortaya çıkartılması hedeflenmiştir. Çalışmada 1984, 1991, 2005 ve 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinden itibaren elde edilen kıyı çizgileri bir arada değerlendirilerek, değişimin izleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, akarsu ağzının sol sahilinde baskın bir aşınma faaliyetinin, sağ sahilde ise aşınma ve biriktirme faaliyetlerinin bir arada geliştiği tespit edilmiştir. Deltadaki net alansal kayıp 63 ha olarak hesaplanmıştır. 1984 – 2019 arasında delta kıyı çizgisinde kara yönünde maksimum 238 m'ye varan gerileme tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Delta, Kıyı Çizgisi, Sınıraşan Su, Baraj, Çoruh Deltası

Abstract

Coasts are dynamic environments that vary depending on time. Especially in the period we are in, the changes in coastal lines frequently occur due to antropogenic activity. Turkey, a riparian country of the Black Sea basin, is the source of many rivers that discharge into the Black Sea, both within its borders and through transboundary waters. There are quite large deltas in the mouth of these rivers. The Çoruh Delta, the subject of this study, was formed by sediments carried by a transboundary stream between Turkey and Georgia. Since the beginning of the 2000s located in the catchment areas within the borders of Turkey has gained Dam and Hydroelectric Power Plant construction work rate. In this context, the amount of sediment carried by the Coruh River naturally entered a downward trend. In this study, it is aimed to reveal the possible shoreline change in the Coruh Delta. Landsat satellite images of 1984, 1991, 2005 and 2019 were used in the study. Shorelines obtained from satellite images were evaluated together and traces of change were investigated. As a result of the study, it was determined that a dominant abrasion activity developed on the left bank of the river mouth, and abrasion and accumulation activities on the right beach. Net area loss in the delta was calculated as 63 ha. Between 1984 and 2019, a maximum decline of 238 m in the direction of land was detected in the shoreline of delta.

Keywords: Delta, Shoreline, Transboundary Water, Dam, Çoruh Delta

¹ MSc Student., Çankırı Karatekin University, Social Sciences Institute, Çankırı, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0003-2973-5716>, hasanncoban57@gmail.com

² MSc Student., Çankırı Karatekin University, Social Sciences Institute, Çankırı, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0002-1896-1438>, swl_65@hotmail.com

³ **Correspondence to** Assist. Prof., Çankırı Karatekin University, Faculty of Literature, Department of Geography, Çankırı, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0001-6975-7069>, mmuratkale@gmail.com

GİRİŞ

Akarsular tarafından taşınan sediman, delta oluşumu için gerekli olan temel girdiyi oluşturmaktadır. Deltalar, akarsuyun deniz veya göle döküldüğü noktada akarsu tarafından taşınan sedimanın biriktirildiği ve taşınan malzeme ile kıyı çizgisinin ilerlemesi sonucunda oluşan delta sembolü geometrisindeki alçak kıyılardır (Atalay, 1986; Hoşgören, 2013). Deltanın oluşabilmesi için gerekli olan en önemli unsur akarsuyun taşıdığı malzemeden daha fazlasının dalga ve akıntılar tarafından ortamdaki taşınmamasıdır.

Kıyılar fiziki (doğal) ve beşerî (antropojen) unsurlara bağlı olarak değişim gösteren dinamik yeryüzü şekilleridir (Uzun, 2014). Kıyı çizgisi; karanın denizde son bulunduğu yerde, yatay yönde gelişmiş ve genişliği hava şartlarına göre değişen kara ile su kütlesi arasındaki sınır olarak tanımlanır (Erinç, 2001). En basit şekilde, kara ve su kütlesi arasındaki değişken çizgi olarak tanımlanan kıyı çizgisi dinamik bir yapıya sahiptir (Schwartz, 2005; Alesheikh, Ghorbanali ve Nouri, 2007). Uzaktan algılama tekniklerinin gelişmesiyle birlikte kıyı çizgisi değişiminin tespitine yönelik çalışmalar tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de hız kazanmıştır (Tağil ve Cürebal 2005; Keçer ve Duman, 2007; Karakoç ve Karabulut, 2010; Çakaroz, Öztürk ve Özelkan, 2018; Kılar ve Çiçek, 2018; Kale, 2018; Kadioğlu, Güner ve Özkan, 2019). Deltalara taşınan sediman doğal veya antropojenik kökenli olarak kesintiye uğramaktadır (Miliman, 1980). Doğal olarak gerçekleşen kesinti temelinde tektonik kuvvetler ve klimatolojik parametrelere bağlıdır. Antropojenik kökenli kesinti ise insanoğlunun su kaynakları üzerindeki etkisinin artması ile hızla artan bir sorunsal olarak karşımıza çıkmaktadır. Kıyı dengesini bozan antropojen faktörlerin en önemlileri; kıydan kontrolsüz şekilde malzeme alınması, kıyıyı besleyen malzemenin mühendislik yapıları ile (barajlar, regülatörler vb.) engellenmesi, kıyı yerleşmelerinin alansal ve fonksiyonel değişimi ile birlikte tarım, yerleşim, turizm, sanayi, ulaşım gibi faaliyetlerin kıyı alanlarında yoğunluğunun artması olarak açıklanmaktadır (Brandt, 2000; Olgun, 2012; Avcı, 2017).

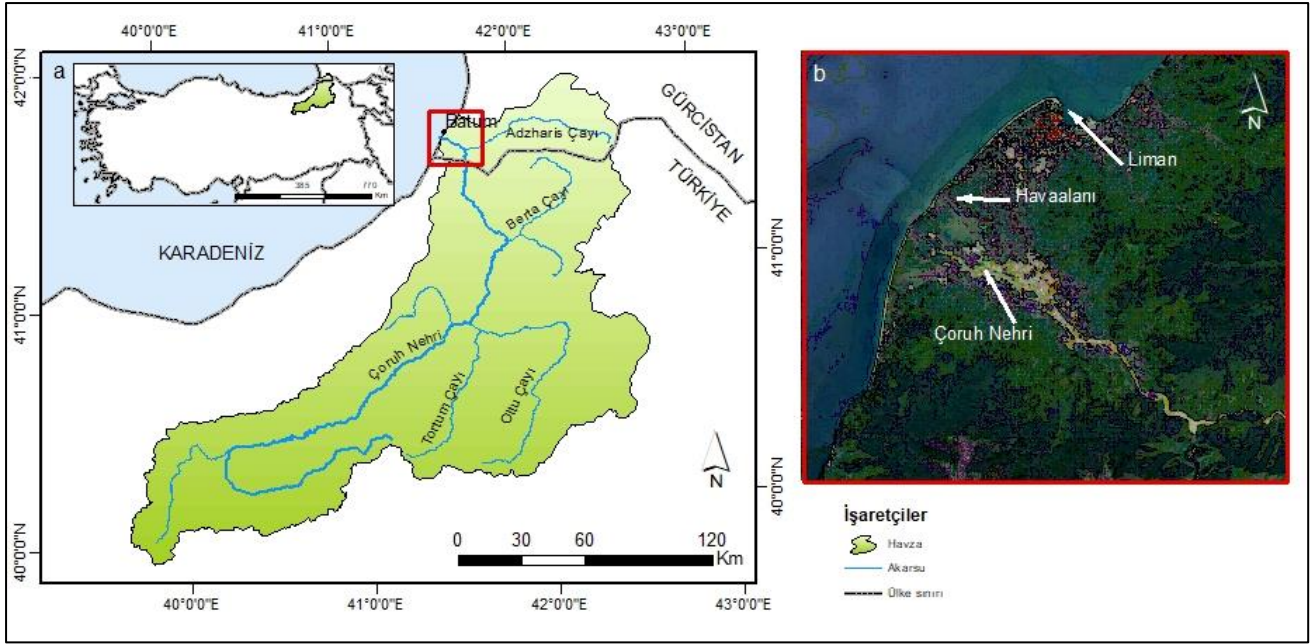
İçinde bulunduğumuz yüzyılda etkilerini hissettiğimiz antropojen kökenli değişim, gerek iklim değişikliği gerekse akarsular üzerine inşa edilen su yapıları (baraj, hidroelektrik santrali, regülatör vb.) ile doğrudan ilişkilidir. Dünya genelinde birçok delta, nehirler tarafından taşınan sediman miktarındaki azalma ile karşı karşıyadır (Trenhaile, 1997). Özellikle büyük barajlar, rezervuar hacimleriyle orantılı olarak, tuttıkları su ve sediman miktarıyla akarsuların aşağı çığırında hidrolojik ve jeomorfolojik değişikliklere neden olmaktadır (Williams ve Wolman, 1984; Petts, 1984; Brandt, 2000). Deltalarda gerçekleşen, baraj kökenli en önemli jeomorfolojik değişikliklerin başında alansal kayıpların oluşması bir başka ifadeyle kıyı çizgisinin kara yönünde gerilemesi gelmektedir.

Karadeniz Havzası’nın kıyıdaş ülkesi olan Türkiye, gerek kendi sınırları içerisinde gerekse sınıraşan sular ile Karadeniz’e boşalım gerçekleştiren birçok akarsuyun kaynağı konumundadır. Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya ve Çoruh nehirleri bu akarsuların en önemlileri arasında yer almaktadır. Söz konusu akarsuların büyük bir kısmı aynı zamanda yüksek hidroelektrik potansiyelleri ile de ön plana çıkmaktadır (Kaygusuz, 1997; Balat, 2005; Berkun ve Aras, 2012). Kaynağını Türkiye’den alan akarsular topografyanın, litolojinin ve iklim parametrelerinin kontrolünde; Karadeniz’e yüksek miktarda sediman taşımakta olup akarsular üzerine inşa edilen su yapıları sonrasında sediman taşınımı çok büyük ölçekte azalmıştır (Hay, 1994; Berkun ve Aras, 2012). Sediman taşınımında kaydedilen azalma, Karadeniz’in kıyı dengelerini önemli derecede etkileyebilecek boyutlara ulaşmıştır. Kaynağını Türkiye’den alarak Karadeniz’e dökülen akarsu ağzlarında çok önemli deltalar gelişmiş olup, günümüzde bu deltaların bir kısmı ciddi boyutlara ulaşan antropojenik kıyı çizgisi değişikliği ile karşı karşıyadır (Kuleli, 2010; Kuleli, Güneroğlu, Karslı ve Dihkan, 2011; Kale, Ataol ve Tekkanat, 2019).

Çoruh Nehri, kaynağını Türkiye’den alan ve Gürcistan toprakları içerisinde Karadeniz’e dökülen sınıraşan bir akarsudur. Akarsuyun denize döküldüğü noktada, ismini akarsudan alan bir delta gelişim göstermektedir. Söz konusu delta üzerinde Gürcistan’ın en önemli şehirlerinden birisi olan Batum yer alır. Bu çalışmada, Çoruh Deltası’ndaki olası kıyı çizgisi değişikliğinin ortaya çıkartılması hedeflenmiştir. Bu sayede delta gelişiminde bir gerilemenin olup olmadığına yanıt aranarak; sınır aşan bir akarsu olması nedeni ile aşağı kıyıdaş ülke ile Türkiye arasında ortaya çıkabilecek olası problemlerin öngörülmesi amaçlanmaktadır.

ÇALIŞMA SAHASI

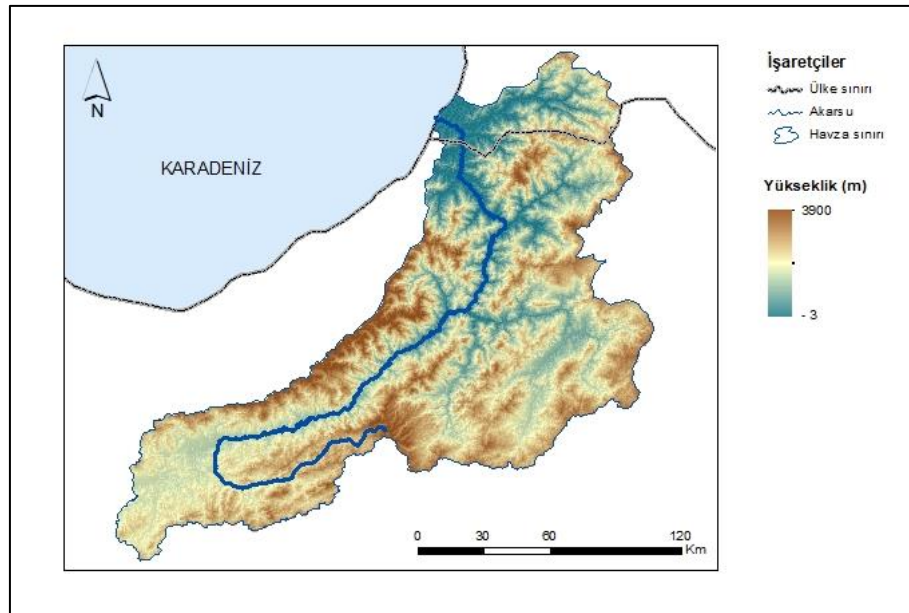
Bu çalışmaya konu olan Çoruh Deltası Gürcistan’ın Batum şehrinde, Türkiye sınırları dışında yer almaktadır (Şekil 1a). Şehirde yer alan turistik tesisler genel olarak, havalanı ve liman arasında kalan delta alanında geniş bir yayılım göstermektedir (Şekil 1b). Delta oluşumunda sınıraşan bir akarsu olan Çoruh Nehri tarafından taşınan sedimanlar büyük rol oynamaktadır. Çoruh Nehri ana kol uzunluğu 431 km’dir. Nehrin yaklaşık %95’i Türkiye sınırları içerisinde, geri kalan 21 km uzunluğundaki %5’lik kısmı ise Gürcistan sınırları içerisinde akarak havzayı drene etmektedir. Türkiye sınırları içerisinde nehri besleyen en önemli kollar Tortum Çayı, Oltu Çayı ve Berta Çayı (Bulanık Suyu)’dır (Şekil 1a). Gürcistan sınırları içerisinde nehre katılan en önemli yan kol ise Adzharis Çayı’dır (Şekil 1a).



Şekil 1: (a) Çalışma Bölgesi Konum Haritası (b) Çalışma Bölgesi Landsat Uydu Görüntüsü (2019)

Çoruh Havzası'nın Türkiye sınırları içerisinde kalan kısmı 551 mm/yıl yağış yüksekliğine sahiptir (SYGM, 2019). Maksimum toplam yağışların ilkbahar ayında kaydedildiği havza yağış ortalaması, Türkiye yağış ortalamasının altındadır. Türkiye sınırları içerisinde havzaya düşen yağış yüksekliği membadan mansaba doğru gidildikçe azalmaktadır. Özellikle kar erimeleri havzada oluşan akım üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir. Havza genel olarak karasal iklim ve Karadeniz ardı iklim tipleri arasında geçiş özelliği sergilemektedir (SYGM, 2019).

Deltaya ismini veren akarsu, Erzurum ili İspir ilçesi sınırlarında yer alan Mescit Dağı'nın batısından doğar. Çoruh Nehri dar ve derin boğazlar oluşturarak Gürcistan sınırını geçer ve Batum'dan Karadeniz'e dökülür (Şekil 2). Çoruh Havzası'nın Türkiye sınırlarındaki ortalama yükseltisi Gürcistan sınırları içerisindeki ortalama yükseltisinden fazladır (Şekil 2). Havzanın kuzeyinde Doğu Karadeniz Dağları; batısında Giresun Dağları; güneyinde Otlukbeli, Dumlu, Kargapazarı, Güllü, Allahüekber, Mescit dağları; doğusunda Yalnızçam Dağları bulunmaktadır. Havzanın Türkiye sınırlarındaki en yüksek noktası Kaçkar Dağı (3932 m)'dir.

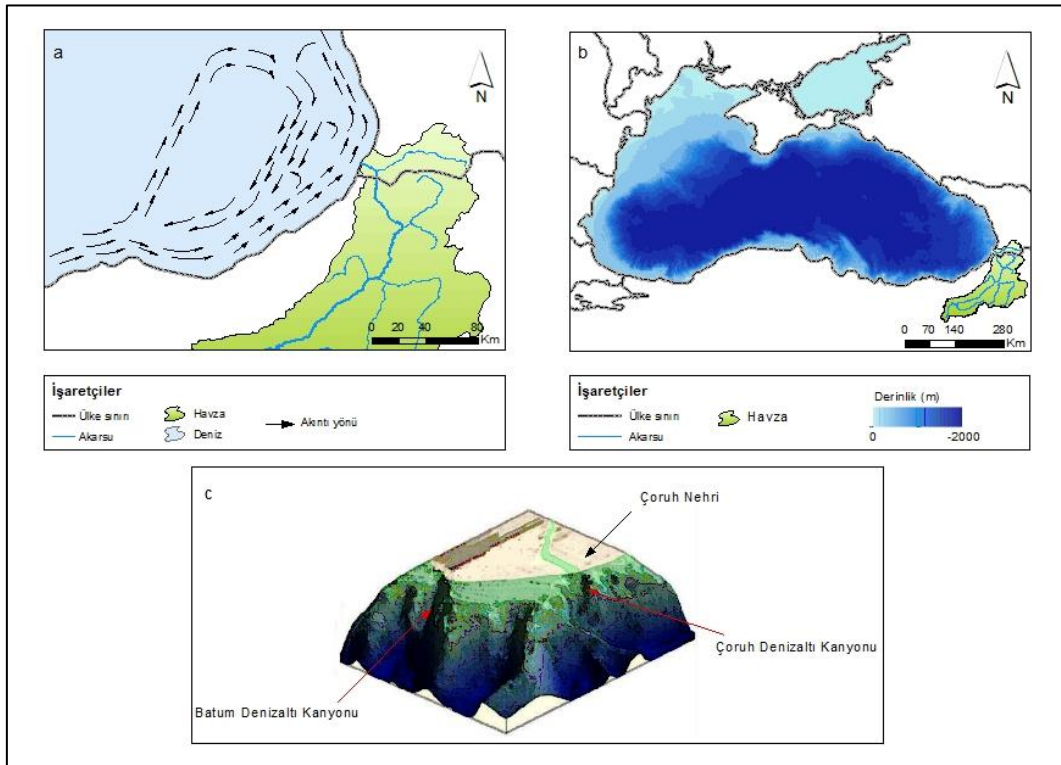


Şekil 2: Çoruh Havzası Yükselti Haritası

Türkiye, Çoruh Havzası'nda yukarı kıyıdaş ülke konumundadır (Köle, 2017). Drenaj alanının yaklaşık %91'i Türkiye sınırları içerisinde yer alan havza, Türkiye'nin en hızlı akan nehri tarafından drene edilmektedir. Nehir, ortalama 6,3 milyar m³/yıl akış hacmine sahiptir (Sucu ve Dinç, 2008). Büyük bir drenaj alanına ve yüksek debi ortalamasına sahip olan nehir yılda yaklaşık 7,5 milyon m³ sedimanı Karadeniz'e taşımaktadır (Algan, Gazioğlu, Yücel, Çağatay ve Gönençgil, 2000). Özellikle sediman taşınımı Mart ve Temmuz ayları arasında en yüksek seviyeye ulaşır (Algan ve ark., 2000). Türkiye sınırları içerisinde kalan havza alanı Türkiye toplam hidroelektrik potansiyelinin %8,5'ine tek başına ev sahipliği yapmaktadır (Akpınar, Kömürcü, Kankal ve Özölçer, 2008).

Çoruh Deltası'nın oluşum ve gelişim süreci dalga, rüzgar, akıntı sistemleri, sedimen taşınımı, deniz seviyesi değişimi ve su altı morfolojisi başta olmak üzere bir çok parametre tarafından kontrol edilmektedir.

Çoruh Nehri'nin denize döküldüğü noktada, kıyıya paralel şekilde kuzeye doğru hareket eden yüzey akıntıları egemendir (Şekil 3a). Sahile yakın sığ kesimlerde yüzey akıntı hızı saniyede 30 cm ile 40 cm aralığında değişmektedir (Balkas, Dechev, Mihnea, Serbanescu ve Ünlüata, 1990). Söz konusu yüzey akıntısı, Karadeniz çanağının kıyıya yakın sığ kesiminde yer alan büyük dolaşım hücrelerinin doğu kanadını oluşturmaktadır (Demidov, 2007).



Şekil 3: (a) Çoruh Deltası Yakınındaki Yüzey Akıntıları (Shimkus, 2000'den yeniden çizilmiştir) (b) Karadeniz Batimetrisi (DTM, 2020'den yeniden çizilmiştir) (c) Delta Önü Blok Diyagramı (Pepping, 2012)

Karadeniz çanağına ait batimetri haritası Şekil 3b'de verilmiştir. Deltanın gelişim gösterdiği bölge, Karadeniz çanağının kuzeybatısına oranla oldukça dar bir kıta şelfi üzerindedir (Balkas ve ark., 1990; Özsoy ve Ünlüata, 1997). Akarsuyun denize döküldüğü noktada Çoruh Denizaltı Kanyonu ve liman bölgesinde ise Batum Denizaltı Kanyonu yer almaktadır (Şekil 3c). Söz konusu iki kanyonun en derin noktaları sırasıyla 150 m ve 240 m'dir (Giardino, di Leo, Bragantini, de Vroeg, Tonnon, Huisman ve Bel, 2015). Kanyonlar arasında ise görece daha sığ bir şelf yayılım gösterir. Söz konusu şelf üzerinde gelişmiş olan delta bölgesi Batum şehrindeki plaja ev sahipliği yapar. Çoğunlukla çakıl tane boyu malzemeden oluşan plaj, 20 ile 90 m aralığında değişen genişliğe sahiptir (Giardino ve ark., 2015).

Karadeniz genelinde olduğu gibi Çoruh Deltası'nın gelişim gösterdiği deniz çanağı aktif tektonik açıdan oldukça hareketli bir kuşaktır. Karadeniz Havzası levha tektoniğine bağlı olarak gelişmiş farklı özelliklerdeki faylar ile sınırlandırılmış durumdadır (Hässig, Duretz, Rolland ve Sosson, 2016; Softa, Emre, Sözbilir, Spencer ve Turan, 2019). Havzanın güney sınırını Güneydoğu Karadeniz Fayı (GKF) oluşturur (Softa ve ark., 2019). Kuvaterner yaşlı GKF, Çoruh Deltası'nın güneyinde yer alan bir aks boyunca Alp-Himalaya Dağ Kuşağı içerisinde yer alan Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde, Kuzey Doğu Anadolu Fayı'nın ise kuzeybatısında yer alır. Sismik açıdan hareketli olan bölgede zaman zaman tektonizmaya bağlı olarak transgresif hareketler gerçekleşmektedir (Bilashvili, Ruso, Megreli ve Savaneli, 2007).

Batum'da kaydedilen uzun dönem (1979 – 2013) hâkim rüzgar yönü güneydoğu, batı ve kuzeybatı yönleri ile karakteristiktir (Giardino ve ark., 2015). Özellikle açık deniz rüzgârları batı ve kuzeybatı yönlerinde yoğunlaşmaktadır. Güneydoğudan esen rüzgârlar ise karadan denize doğru gerçekleşmektedir. Hâkim dalga yönü ise batı ve kuzeybatı yönleri ile karakteristiktir (Giardino ve ark., 2015).

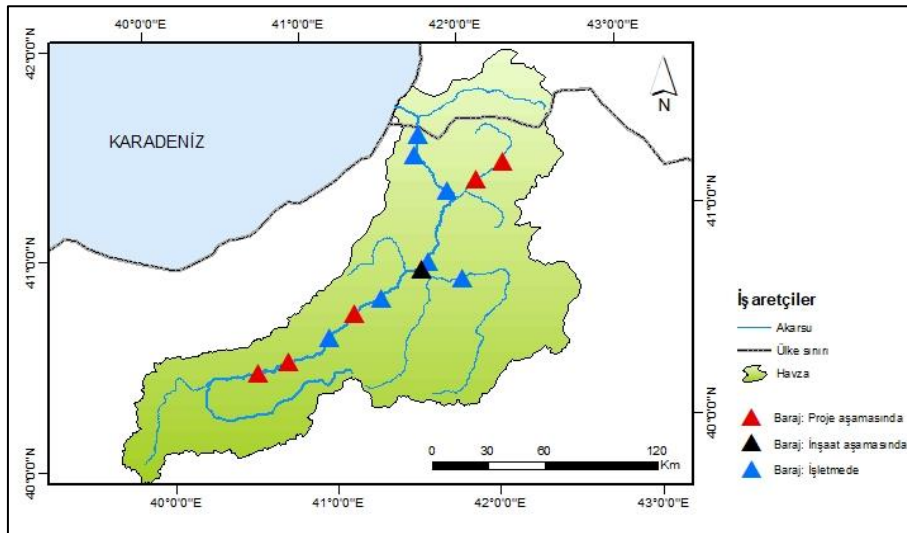
Doğal süreçlerin delta evrimi üzerindeki etkisine XIX.yy'dan itibaren yoğun bir antropojen baskı eklenmiştir. 1830 – 1880 yılları arasında delta üzerinde yer alan sahil şeridi boyunca iki önemli antropojen değişiklik meydana gelmiştir (Pepping, 2012). Bunlardan ilki nehrin denize döküldüğü kuzey ağzının kapatılmasıdır. İkinci değişiklik ise Batum Burnu'nda geniş bir dalgakıran ile birlikte tasarlanan limanın inşa sürecinin tamamlanmasıdır. Kuzeyde yer alan ağzın kapatılması ile nehir tarafından, taşınan sediman doğrudan en derin noktası 150 m olan kanyona doğru deşarj olmaya başlamıştır. Gürcistan XX.yy'ın son çeyreğinden itibaren, artan inşaat faaliyetleri için gerekli olan hammaddeyi Çoruh Nehri yatağında işlettiği ocaklardan karşılamıştır (Pepping, 2012). Söz konusu sediment madenciliği deltaya taşınan malzemeyi büyük ölçüde kesintiye uğratmış ve uygulama 2007 yılı itibariyle hızlı bir şekilde terk edilmeye başlanmıştır (Pepping, 2012).

Delta üzerindeki bir diğer antropojen unsur Türkiye tarafından geliştirilmekte olan projelerdir. Oldukça yüksek bir hidroelektrik potansiyeline sahip olan Çoruh Havzası su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla Türkiye tarafından, 1969 yılında "Çoruh Nehri Hidroelektrik Gelişme Planı" hazırlanmıştır. Akarsu yatağındaki akımın kontrol edilmesi, olası taşkın riskinin azaltılması ve elektrik enerjisi üretimi projenin ana hedefleri arasında yer almaktadır. Proje kapsamında yer alan baraj ve hidroelektrik santrallere (HES) ait temel bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Çoruh Havzası'ndaki Baraj ve HES'ler

Baraj adı	Akarsu adı	İnşaat		Rezervuar hacmi (milyon m ³)	Talveg kotu (m)
		Başlangıç tarihi	Bitiş tarihi		
Muratlı Barajı ve HES	Çoruh Nehri	1999	2005	75,0	44
Borçka Barajı ve HES	Çoruh Nehri	1999	2007	419,0	89
Deriner Barajı ve HES	Çoruh Nehri	1998	2013	1969,0	207
Artvin Barajı ve HES	Çoruh Nehri	2011	2015	167,0	135
Yusufeli Barajı ve HES	Çoruh Nehri	2012		2130,0	220
Arkun Barajı ve HES	Çoruh Nehri	2007	2014	283,0	129
Aksu Barajı ve HES	Çoruh Nehri	Planlama aşamasında		184,0	114
Güllübağ Barajı ve HES	Çoruh Nehri	2009	2012	20,0	61
İspir Barajı ve HES	Çoruh Nehri	Planlama aşamasında		367,0	85
Laleli Barajı ve HES	Çoruh Nehri	Planlama aşamasında		969,0	122
Ayvalı Barajı ve HES	Oltu Çayı	2011	2016	308,0	118
Bağlık Barajı ve HES	Berta Çayı	Planlama aşamasında		7,3	68
Bayram Barajı ve HES	Berta Çayı	Planlama aşamasında		133,0	108

Kaynak: DSİ, 2014; DSİ, 2017



Şekil 4: Çoruh Havzası'nda Yer Alan Baraj ve HES'ler

1998 yılında Deriner Baraj ve HES inşaatı ile havzadaki çalışmalar hız kazanmıştır. Çoruh Nehri ve Oltu Çayı üzerinde inşası tamamlanan yedi adet baraj ve HES aktif olarak işletilmektedir (Şekil 4). Proje kapsamında ana kol üzerinde işletmede olan baraj ve HES'ler mansaptan membaya doğru sırasıyla Muratlı, Borçka, Deriner, Artvin, Arkun ve Güllübağ baraj ve HES'leridir (Şekil 4 ve Tablo 1). Bu altı su yapısına ek olarak Ayvalı Baraj ve HES'i Oltu Çayı üzerinde aktif olarak

işletilmektedir. Havzadaki en büyük rezervuar hacmine (2130 milyon m³) sahip olan Yusufeli Baraj ve HES'inin inşası devam etmektedir. Havza ana kolu üzerinde üç ve Berta Çayı üzerinde ise iki adet baraj ve HES planlama aşamasında olup inşaat çalışmaları henüz başlamamıştır (Tablo 1).

Çoruh Nehri, mansabında Türkiye – Gürcistan sınırına yakın bir bölgede 2005 yılında işletmeye alınan Muratlı Barajı ve HES'i havzanın sınıra yakın en alt kotunda inşa edilen ilk rezervuar olup, sediman taşınımını sınırlandırmıştır. 2007 yılında işletmeye açılan Borçka ve 2013 yılında işletmeye alınan Deriner baraj ve HES'leri ile akarsuyun yukarı çığırlarından taşınan sedimanların Karadeniz'e ulaşması büyük oranda engellenmiştir.

Karadeniz'in doğusunda yer alan Çoruh Deltası özellikle Türkiye sınırları içerisinde taşınan sedimanlar ile beslenmektedir. Delta üzerinde Gürcistan'ın en önemli turizm merkezlerinden biri olan Batum şehri yer alır. Kıyı şeridinde turistik tesislerin kümelendiği plaj, uluslararası bir havalimanı, stratejik arıtma tesisi ve uluslararası su yolu üzerinde yer alan bir liman bulunmaktadır. Yerleşim alanları ve yapıları deltada meydana gelebilecek olası bir kıyı şeridi gerilemesi sonucunda büyük problemler ile karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle oldukça yakın zamanda inşa edilmiş olan baraj ve HES'lerin delta morfolojisi üzerindeki olası kısa dönem etkilerinin belirlenmesi hayati önem taşımaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye sınırları içerisinde inşa edilen baraj ve HES'lerin işletilmesinden sonraki dönemde deltada gerçekleşen kıyı çizgisi değişiminin izleri araştırılmıştır.

Çalışma 1984 – 2019 yılları ile sınırlıdır. Çalışma alt sınırının belirlenmesinde, havzada gerçekleşen baraj ve HES inşaat faaliyetlerinden önceki döneme ait olma kistası referans alınmıştır. Havzanın Türkiye sınırları içerisinde kalan kısmında özellikle 1998 yılından sonra baraj ve HES inşaatları hız kazanmıştır. Bu kapsamda 1984 yılı ulaşılabilen en eski ve 2019 yılı ulaşılabilen en güncel tarihli uydu görüntüsüne ait yıllardır. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri Tablo 2'de verilmiştir. Uydu görüntüleri seçilirken bulutluluk oranlarının düşük olmasına ve olabildiğince aynı mevsim koşullarını yansıtmasına dikkat edilmiştir.

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Uydu Görüntüleri		
Tarih	Uydu görüntüsü	Çözünürlük (m)
31.12.1984	Landsat MSS	60x60
31.12.1991	Landsat TM	30x30
31.12.2005	Landsat TM	30x30
28.10.2019	Landsat OLI TIRS	30x30

Çalışmada kullanılan temel sayısal girdi, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve uydu görüntülerinden elde edilmiştir. Bu kapsamda; Çoruh Deltası için Aralık 1984, 1991, 2005 ve Ekim 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma bölgesine ait SYM, 30 m piksel çözünürlüklü ASTER GDEM (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model)'den elde edilmiştir. Uydu görüntüleri ve SYM'den itibaren; gerekli olan harita ve altlıklar ArcGIS 10.0 programı kullanılarak üretilmiş ve hesaplamalar yapılmıştır.

BULGULAR

Çoruh Deltası'nda 1984 – 2019 yılları arasında kıyı çizgisi değişikliğinin araştırıldığı bu çalışmada, akarsu ağzının sol ve sağ sahilinde yer alan toplam 11 km uzunluğundaki kıyı şeridi incelenmiştir.

Kıyı çizgilerindeki değişimlerin daha iyi analiz edilebilmesi için, çalışma sahası dört farklı alt bölgeye ayrılarak gruplandırılmıştır. Gruplandırma, çalışmada kullanılan en eski kıyı çizgisi ile en güncel kıyı çizgisi arasındaki değişim trendi dikkate alınarak belirlenmiştir. I. alt bölge, akarsu ağzının sol sahilinde yaklaşık 3,5 km uzunluğundaki sahil şeridinden oluşmaktadır. II., III. ve IV. alt bölgeler ise akarsuyun sağ sahilinde Güneybatı – Kuzeydoğu aksında yaklaşık 7,5 km uzunluğunda bir aks üzerindedir. Çalışmada kullanılan alt bölgeler ve kıyı çizgileri Şekil 5'de verilmiştir.

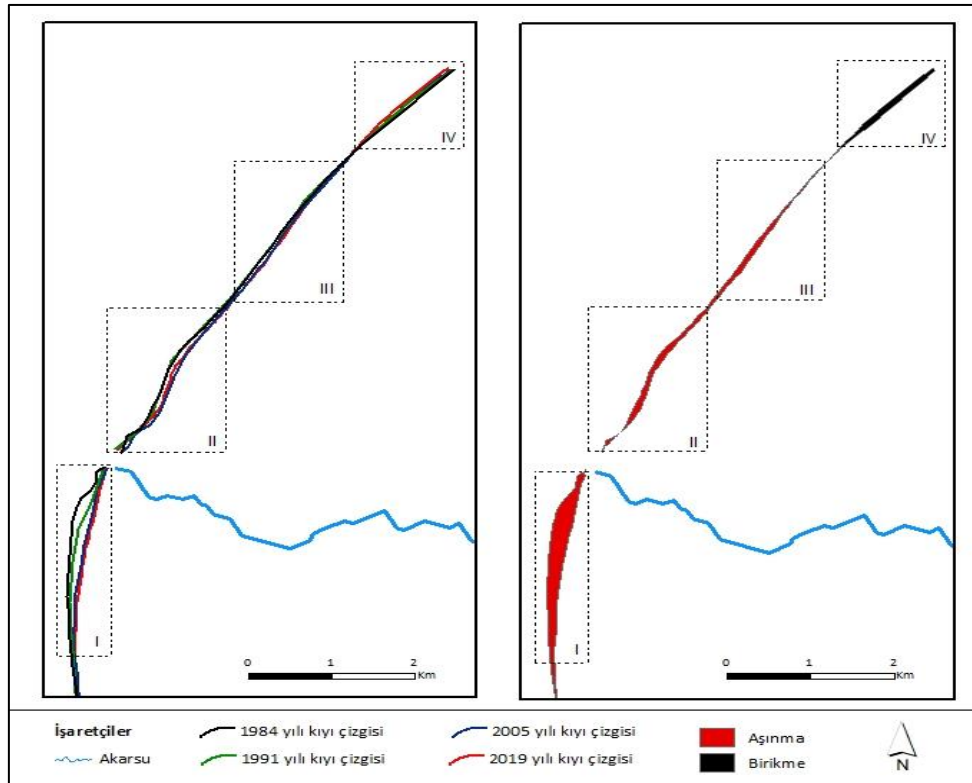
hesaplanmıştır. İlerleme trendinin tek hâkim olduğu grup olan IV. alt bölgede 13 ha alansal artış kaydedilmiştir. Buna karşın I., II. ve III. alt bölgelerde sırasıyla 52 ha, 13 ha ve 11 ha büyüklüğünde alansal kayıpların olduğu tespit edilmiştir.

		I	II	III	IV
Dönem	1984 - 1991	-16	1	1	4
	1991 - 2005	-29	-2	-1	2
	2005 - 2019	-7	6	-2	7
	Net değişim	-52	-13	-11	13

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Çoruh Deltası'ndaki kıyı çizgisi değişikliği 1984 – 2019 yılları arasındaki 35 yıllık dönem boyunca araştırılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre; akarsu ağzının sol sahilinde baskın bir aşınma faaliyetinin, sağ sahilde ise aşınma ve biriktirme faaliyetlerinin bir arada geliştiği tespit edilmiştir (Şekil 6). Delta genelinde etkin olan aşınma faaliyetleri sonucunda 76 ha alan kaybedilmiştir. Tam tersi şekilde, deltada etkin olan biriktirme faaliyetleri sonucunda ise 13 ha alan deltaya katılmıştır. Deltada net 63 ha alansal kayıp gerçekleşmiştir. Akarsu ağzının denize döküldüğü noktanın solunda yer alan kıyı çizgisinde gerileme baskın konumdadır. Akarsu ağzının denize döküldüğü noktanın sağında yer alan sahil şeridinde ise kıyı çizgisindeki gerileme trendi limana yaklaştıkça azalmakta ve deniz yönünde ilerlemeye dönüşmektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Çoruh Deltası'ndaki Kıyı Değişiminin Delta Morfolojisi Üzerine Etkisi

Delta üzerinde, II. grup olarak nitelendirilen alt bölge kıyısında yayılım gösteren havalimanı kıyı çizgisi gerilemesinden ilk etkilenecek yapılar arasında yer almaktadır. Sahil şeridinde yer alan arıtma tesisi ve plaj benzer şekilde risk altında bulunmaktadır.

Kıyıların morfolojik gelişiminde temelde doğal ve antropojenik faktörler etkili olmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları 35 yıllık çalışma dönemi sonunda deltada morfolojik değişimlerin kaydedildiğini ve deltanın küçüldüğünü açıkça göstermektedir. Bu çalışma sonuçlarına dayanarak, deltada gerçekleşen alansal kayıpların tümüyle barajlar kökenli olduğunu söylemek mümkün değildir. Çoruh Deltası evrimi birçok parametrenin kontrolünde gerçekleşmekle birlikte XIX.yy'ın başından itibaren antropojenik faktörlerde önemli bir etken haline gelmiştir.

I. grup olarak nitelendirilen alt bölgede yaşanan kaybın; hâkim rüzgâr, dalga ve akıntı yönü ile yüksek oranda ilişkili olduğu ve doğrudan barajlar kökenli bir değişimin baskın olmadığı düşünülmektedir. Çalışma dönemi boyunca, I. grup olarak nitelendirilen alt bölgede, kıyı çizgisindeki maksimum gerileme 1984 – 1991 yılları arasında kaydedilmiş olup bu dönemde sediman tutma kapasitesi yüksek herhangi bir baraj Türkiye sınırları içerisinde faaliyete geçmemiştir.

II. ve III. grup olarak nitelendirilen alt bölgede yaşanan kaybın özellikle akarsu yatağında gerçekleştirilen sediman madenciliği (kum ve çakıl alımı) ve nehrin güncel olarak döküldüğü Çoruh Sualtı Kanyonu kökenli olduğu düşünülmektedir. Kanyon nehir tarafından taşınan toplam sediman yükünün %90'ını eğitim boyunca daha derine doğru iletmektedir (Russo ve Bilashvili, 2004). Benzer şekilde, sualtı morfolojisi detaylı olarak incelendiğinde, akarsu tarafından taşınan sedimanın, diğer etkenler tarafından kıyıya ulaşması ve burada birikmesinin büyük oranda engellendiği anlaşılmaktadır (Pepping, 2012).

IV. grup olarak nitelendirilen alt bölgede gerçekleşen kıyı çizgisi ilerlemesi ve ortaya çıkan birikimin doğal süreçlerin kontrolünde gerçekleşen sediman taşınımı ve limanın inşa edildiği burundaki yapay dalgakıran kökenli olduğu düşünülmektedir. Hâkim rüzgâr yönü, yüzey akıntı sistemi ve hâkim dalga yönü bu savı desteklemektedir. Söz konusu ajanların kontrolünde taşınan sediman dalga kıran önünde birikmekte bu sayede liman tabanında yer alan kanyona ulaşamamaktadır. Bununla birlikte 1999 depremi sonrasında liman önünde 50-60 m'lik deniz ilerlemesi tespit edilmiştir (Bilashvili ve ark., 2007). Bu durum IV. grup olarak nitelendirilen alt bölgede sürekli artış eğilimi hâkim olmasına rağmen, 1991 – 2005 döneminde çalışma süresinde kaydedilen en düşük alansal değişimi açıklaması açısından önemlidir. Dolayısıyla Çoruh Deltası'nın gelişimi üzerinde tektonik hareketlerin de belirgin bir olumsuz etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

2005 yılına kadar delta gelişimi üzerinde rol oynayan büyük antropojen müdahaleler nehir ağzının değiştirilmesi, liman inşası ve akarsu yatağında gerçekleşen madencilik faaliyetleri olarak gruplandırılabilir. Söz konusu tarihten itibaren ise Türkiye sınırları içerisinde inşa edilen barajlar kökenli yeni bir antropojen parametre devreye girmiştir. Barajların sediman taşınımını büyük oranda azaltacağı yadsınamaz bir gerçektir. Bununla birlikte, içinde bulunduğumuz dönemde başka bir antropojenik aktivite ürünü olan deniz seviyelerindeki yükselme eğilimi deltalar üzerinde baskı kuran bir diğer unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Panin ve Popescu, 2007). Bu çalışma sonuçları sediman taşınımındaki azalma ile delta morfolojisi arasında sayısal bir ilişki kurmak için yeterli değildir. Bu kapsamda delta için kapsamlı bir sayısal model kurularak delta oluşumu üzerine etken tüm süreçler ile birlikte sediman taşınımı ve deniz seviyesi değişiminin bir arada çalışılması sonraki araştırmacılara önerilmektedir.

EXTENDED ABSTRACT

SHORELINE CHANGES (1984 – 2019) IN THE ÇORUH DELTA (GEORGIA/BATUMİ)

INTRODUCTION

Sediments carried by the streams are the main input for delta formation. The Delta is simply defined as the area with delta geometry between the mouth of river and sea or lake (Atalay, 1986; Hoşgören, 2013). The most important factor for the formation of the Delta is material that is carried by the stream cannot be removed from the accumulation area.

Turkey is one of the riparian countries in Black Sea Basin and source of many rivers which discharge into the Black Sea. These streams also have high hydroelectric potentials (Kaygusuz, 1997; Balat, 2005; Berkun and Aras, 2012). Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya and Çoruh rivers carries huge amount of sediment into the Black Sea. Sediment is under control of many parameters such as topography, lithology and climate. Sediment transport has decreased after construction of large scale water structures on rivers (Hay, 1994; Berkun and Aras, 2012). There are so important deltas which occurred by the transported sediments from Turkey. Nowadays, these deltas face serious pressure from anthropogenic origin (Kuleli, 2010; Kuleli, Güneroğlu, Karsli and Dihkan, 2011; Kale, Ataol and Tekkanat, 2019).

Çoruh River is an important transboundary river between Turkey and Georgia that discharges into the Black Sea. The River reaches to Black Sea just south of Batumi approximately ten kilometers from Turkish-Georgian border. A large delta develops at the mouth of the Çoruh River. Batumi, which is one of the important touristic cities of Georgia, is located on the Delta.

The main aim of this study was to calculate shoreline changes in the Delta and also find the effects of anthropogenic activities such as dams, which are operated in Turkey, over delta evolution.

STUDY AREA

Çoruh Delta is located southeast of the Black Sea Basin, at the point where the Çoruh River flows into the Black Sea. Delta is located in Batumi city of Georgia outside the borders of Turkey (Figure 1a). Touristic facilities and beach in Batumi lies on between international airport and harbor (Figure 1b). Sediments carried by the Çoruh River have a significant role in the Delta evolution. Main channel length of the river is 431 km. Around 95% of the main channel is within the borders of Turkey. Rest of the main channel is nearly 21 km long and flows in the territory of Georgia.

Turkey is an upstream country in Çoruh Basin (Köle, 2017). Çoruh Basin is drained by Turkey's fastest river. The river has an average flow volume of 6,3 billion m³ / year (Sucu and Dinç, 2008). Çoruh River carries approximately 7,5 million m³ of sediment to the Black Sea annually (Algan, Gazioğlu, Yücel, Çağatay and Gönençgil, 2000).

The formation and evolution process of the Çoruh Delta is controlled by many parameters such as wave, wind, current systems, transported material, sea level changes and underwater morphology.

The general direction of surface current in the Black Sea is counter clockwise. Furthermore, dominant current is parallel to the shore at mouth of the Çoruh River (Figure 3a). Current rate varies between 30 cm and 40 cm per second (Balkas, Dechev, Mihnea, Serbanescu and Ünlüata, 1990). This current cell is the north part of the main circulating cell in Black Sea (Demidov, 2007).

The bathymetry map of the Black Sea is illustrated in Figure 3b. Çoruh Delta develops on a rather narrow continental shelf than the northwestern part of the Black Sea (Balkas et al., 1990; Özsoy and Ünlüata, 1997). In front of the mouth of the Çoruh River and port, submarine canyons are located (Figure 3c). These submarine canyons are called Çoruh and Batumi. The deepest points of these two canyons are 150 m and 240 m, respectively (Giardino, di Leo, Bragantini, de

Vroeg, Tonnon, Huisman and Bel, 2015). The beach is located in the Delta region developed on the shelf. The beach, which consists of gravel size material, has a width ranging from 20 m to 90 m (Giardino et al., 2015).

The region where the Çoruh Delta develops has very dynamic condition in terms of active tectonic. Basin of The Black Sea is limited to different type of fault systems (Hässig, Duretz, Rolland and Sosson, 2016; Softa, Emre, Sözbilir, Spencer and Turan, 2019). Southeast Black Sea Fault forms the southern border of the basin (Softa et al., 2019). The Quaternary-aged Southeast Black Sea Fault is located to the north of the North Anatolian Fault and the northwest of the North Eastern Anatolian Fault. In this region, transgressive movements occur due to tectonic activities (Bilashvili, Ruso, Megreli and Savaneli, 2007).

The long-term (1979 – 2013) wind direction recorded in Batumi is characteristic of the southeast, the west, and the northwest directions (Giardino et al., 2015). Especially offshore winds are strong in the west and the northwest directions. The winds blowing from the southeast take place from land to sea. The dominant wave direction is characteristic of the west and the northwest directions (Giardino et al., 2015).

Anthropogenic pressure on the Delta increased from the beginning of the XIXth century. From 1830 to 1880 two important anthropogenic changes occurred on the Delta (Pepping, 2012). Firstly, the northern branch of the river was closed. Secondly, a port was constructed just north of Batumi with a long breakwater. Because of the first anthropogenic change, most of the sediment is transported directly into the Çoruh Submarine Canyon and does not provide any benefit to coastal system.

Since the last quarter of the XXth century, the raw material required for increased construction activities in Georgia taken from the Çoruh River bed (Pepping, 2012). The sediment mining largely interrupted the material that transported to the Delta. In 2007 the mining have temporarily been stopped (Pepping, 2012).

Another anthropogenic factor on the Delta is projects developed by Turkey. The Çoruh Basin which is located in Turkey has huge hydroelectric potential. In 1969, "Çoruh River Hydroelectric Development Plan" was prepared by Turkey. Controlling the flow in the river bed, reducing the risk of flooding and generating electrical energy are the main objectives of the project. Basic information about dams and hydroelectric power plants (HEPP) in this project are provided in Table 1.

MATERIAL AND METHOD

The main aim of this study was to calculate shoreline changes in the Delta and also find the effects of anthropogenic activities such as dams, which are operated in Turkey, over delta evolution.

A Geographic Information System (GIS) was used to determine the rates of shoreline changes in the Delta between 1984 and 2019. The study is limited to 1984 – 2019. After 1998, dam and HEPP constructions accelerated in the part of the basin within the borders of Turkey. In this context, the year 1984 is the oldest and the year 2019 is the most recent satellite image that can be reached. The source of the images that were used in this study is shown in Table 2.

Main numerical input of this study was obtained from the Digital Elevation Model (DEM) and satellite images. Digital Elevation Model of the study area was obtained from ASTER GDEM (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model) with a resolution of 30 m pixels. To digitize the shoreline at the Çoruh Delta, we used a Landsat MMS satellite image from 1984, a Landsat TM satellite image from 1991 and 2005, and a Landsat OLI TIRS satellite image from 2019.

In this study, ArcGIS 10.0 and its special modules were used for calculations and analyses.

RESULTS

In order to better shoreline analyze, the study area was divided into four different sub-regions. The grouping was made according to the trend of change between the shorelines. The first sub-region cover a strip 3,5 km along the left bank of the river mouth. Other sub regions cover a total strip 7,5 km along the right bank of the stream. The sub-regions and shorelines used in the study are given in Figure 5.

The highest shoreline changes in the sub-regions between 1984 and 2019 are given in Table 3. The negative values indicate shoreline retreat and the positive values indicate shoreline advances seaward.

Between 1984 and 2019, it was determined that the retreat trend was dominant on the left bank of the stream (Figure 5 and Table 3). The shoreline change in delta which located left side of river mouth was -238 m from 1984 to 2019. In

the same region, maximum retreat values calculated between 1984 – 1991, 1991 – 2005 and 2005 – 2019 were 135 m, 105 m and 32 m, respectively.

At the end of the 1984 – 2019 periods, a retreat up to 100 m detected in the second sub-region. In the same region, maximum retreat values calculated between 1984 – 1991 and 1991 - 2005 were 39 m and 125 m, respectively. From 2005 to 2019, maximum shoreline change in the second sub-region was 80 m.

Between 1984 and 2019, it was determined that the retreat trend was dominant on the third sub-region. During 1984 – 2019, maximum shoreline change was 70 m landward. From 1984 to 1991, retreat and advance process occurred together in the third sub-region. In the same region, maximum retreat values calculated between 1991 – 2005 and 2005 – 2019 were 51 m and 25 m, respectively.

Between 1984 and 2019, it was determined that the advance trend was dominant on the fourth sub-region. From 1984 to 2019, maximum shoreline change in the fourth sub-region was 90 m. In the same region, maximum advance values calculated between 1984 – 1991, 1991 – 2005 and 2005 – 2019 were 53 m, 26 m and 39 m, respectively.

The spatial changes calculated in the Delta during the study period are given in Table 4. Negative values refer to areal shrinkage and positive values refer to areal increase. Total areal loss in the Delta was 63 ha.

CONCLUSION

According to the results of the study; It was determined that a dominant abrasion activity developed on the left side of the river mouth, and abrasion and accumulation activities on the right side of the river mouth (Figure 6). During 1984 – 2019, 76 ha area was lost as a result of the abrasion activities. On the contrary, as a result of the accumulation activities, 13 ha delta expansion was calculated.

Airport, treatment plant and beach are the first structures to be affected by the abrasion activity in the Delta. Natural process and anthropogenic activity are the main source of morphological evolution of deltas. The results of this study clearly show that at the end of the 35 year study period, the morphological changes were recorded in the Delta. The main reason for these changes is not only related to dams. Evolution of Çoruh Delta is controlled by many parameters. Despite of that, anthropogenic factor has been taken an important role since the beginning of XIXth century.

Kaynakça / References

- Akpınar, A., Kömürçü, M. İ., Kankal, M., Özölçer, İ. H. & Kaygusuz, K. (2008). Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(8), 2013-2039.
- Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A. & Nouri, N. (2007). Coastline change detection using remote sensing. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4(1), 61–66.
- Algan, O., Gazioğlu, C., Yücel, Z., Çağatay, N. & Gönençgil, B. (2000). *Sediment and Freshwater Discharges of the Anatolian River into the Black Sea. Black Workshop Sea Fluxes Report No.145*. UNESCO: Paris.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidrografya*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Avcı, S. (2017). *Kıyı Alanların Kullanımında Beşerî Faktörler, İçinde Yasal ve Bilimsel Boyutları ile Kıyı*. İstanbul: Jeomorfoloji Derneği Yayını.
- Balat, M. (2005). Turkey's hydropower potential and electricity generation policy overview beginning in the twenty-first century. *Energy Sources*, 27(10), 949-962.
- Balkas, T., Dechev, G., Mihnea, M., Serbanescu, O. & Ünlüata, M. (1990). *State of the Marine Environment in the Black Sea Region. UNEP Regional Sea Reports and Studies No. 124*, New Zealand: UNEP.
- Berkun, M. & Aras, E. (2012). River sediment transport and coastal erosion in the Southeastern Black Sea rivers. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 60(4), 299-308.
- Bilashvili, K., Ruso, G., Megreli, N. & Savaneli, Z. (2007). *Dynamics of the Deltaic Canyon Area of the Rv. Chorokhi, Georgia. In Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Dordrecht: Springer.
- Brandt, S. A. (2000). Classification of geomorphological effects downstream of dams. *Catena*, 40, 375–401.
- Çakaroz, D., Öztürk, B. & Özelkan, E. (2018). Umurbey deltası kıyı çizgisinin zamansal değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi. *TUCAUM 30. yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu'nda sunulmuştur*. Ankara, Türkiye.
- Demidov, A.B. (2008). Seasonal dynamics and estimation of the annual primary production of phytoplankton in the Black Sea. *Oceanology*, 48(5), 664-678.
- DSİ, (2014). *Dams of Turkey*. Ankara: General Directorate of State Hydraulic Works Publication.
- DSİ, (2017). *Haritalı İstatistik Bülteni*. Ankara: Devlet Su İşleri Yayınları.
- DTM, (2020). 10 Şubat 2020 tarihinde https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/EMODnet_bathymetry, adresinden

edinilmiştir.

- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II*. İstanbul: Der Yayınevi.
- Giardino, A., Di Leo, M., Bragantini, G., de Vroeg, H., Tonnon, P. K., Huisman, B. & De Bel, M. (2015). An integrated sediment management scheme for the coastal area of Batumi (Georgia). In *Proceedings of the medcoast conference*, (pp. 703-714). Varna: Mediterranean Coastal Foundation.
- Hässig, M., Duretz, T., Rolland Y. & Sosson M. (2016). Obduction of old oceanic lithosphere (80 Ma) due to thermal rejuvenation and the role of postobduction extension, insights from NE Anatolia Lesser Caucasus ophiolite and numerical modelling. *Journal of Geodynamics*, 96, 35-49.
- Hay, B. J. (1994). Sediment and water discharge rates of Turkish Black Sea rivers before and after hydropower dam construction. *Environmental Geology*, 23(4), 276-283.
- Hoşgören, Y. (2013). *Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I*. İstanbul: Çantay Kitapevi.
- Kadıoğlu, Y., Güner, Ö. & Özkan, G. (2019). Kocadere Deltasında (Muğla/Ören) kıyı çizgisi değişimi (1964-2014). *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (12)68, 379-385.
- Kale, M. M. (2018). *Historical Shoreline Change Assessment Using Dsas: a Case Study of Lake Akşehir, Sw Turkey*. *Current Debates in Sustainable Architecture, Urban Design and Environmental Studies*. London: IJOPEC.
- Kale, M. M., Ataoğlu, M. & Tekkanat, İ.S. (2019). Assessment of shoreline alterations using a digital shoreline analysis system: a case study of changes in the Yeşilirmak Delta in northern Turkey from 1953 to 2017. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(6), 398.
- Karakoç, A. & Karabulut, M. (2010). Göksu deltası kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile incelenmesi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, Afyonkarahisar, Türkiye*.
- Kaygusuz, K. (1997). Energy, water and environment in Turkey. *Energy Sources*, 19(9), 917-930.
- Keçer, M. & Duman, Y. T. (2007). Yapay etkilerin Göksu Deltası gelişimine etkisi, Mersin-Türkiye. *MTA Dergisi*, 134, 17- 26.
- Kılar, H. & Çiçek, İ. (2018). Göksu Deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracı ile belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 89-104.
- Köle, M. M. (2017). 1954–2016 Dönemi Türkiye sınıraşan sular politikası. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 35, 122-133.
- Kuleli, T. (2010). Quantitative analysis of shoreline changes at the mediterranean coast in Turkey. *Environmental Monitoring Assessment*, 167, 387–397.
- Kuleli, T., Güneroğlu, A., Karşlı, F. & Dihkan, M. (2011). Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey. *Ocean Engineering*, 38(10), 1141-1149.
- Miliman, J. D. (1980). Transfer of river-borne particulate material to the oceans. In : *River Inputs to Ocean Systems* . In J. M.Martin, J. D. Burton, & D. Eisma (Eds.). *SCORLINEP UNESCO. Review and workshop* (pp. 5-12). Rome: FAO.
- Olgun, A. (2012). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemiyle Göksu deltası kıyı çizgisi değişiminin izlenmesi*. (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı). <http://hdl.handle.net/11527/1773> adresinden edinilmiştir.
- Özsoy, E. & Ünlüata, Ü. (1997). Oceanography of the Black Sea: a review of some recent results. *Earth-Science Reviews*, 42(4), 231-272.
- Panin, N. & Popescu, I. (2007). *The Northwestern Black Sea: Climatic And Sea-Level Changes in The Late Quaternary in the Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*. Dordrecht: Springer.
- Pepping, C. (2012). *Feasibility study of an artificial sandy beach at Batumi, Georgia*. (Master thesis, Delft University of Technology). Retrieved from <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A5caae9c0-3175-4d24-9793-d9aaa86ca7a>.
- Petts, G.E. (1984). Sedimentation within a regulated river. *Earth Surface Processes And Landforms*, 9(2), 125–134.
- Russo G. & Bilashvili K. (2004). Terrigenous Mass Dynamics in the Deltaic Canyon of the Rv. Chorokhi, Georgia. *Poster Presentation, 32, International Geological Congress, Florence, Italy*.
- Schwartz, M. L. (2005). *Encyclopedia of Coastal Science*. Heidelberg: Springer.
- Shimkus, K.M. (2000). *Fluxes of Sediments and Pollutants in the Black Sea. Black Workshop Sea Fluxes Report No.145*. UNESCO: Paris.
- Softa, M., Emre, T., Sözbilir, H., Spencer, J.Q. & Turan, M. (2019). Kuvaterner yaşlı Güneydoğu Karadeniz Fayı'nın arazi verileri ve bunun tektonik önemi, Doğu Pontidler, Türkiye. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 62(1), 17-40.
- Sucu, S. & Dinç, T. (2008). Çoruh havzası projeleri. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, Ankara, Türkiye.
- SYGM, (2019). *Çoruh Havzası Taşkın Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu*. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü: Ankara.
- Tağıl, Ş. & Cürebal, İ. (2005). Altınova sahilinde kıyı çizgisi değişimini belirlemede uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri. *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 51-68.
- Trenhaile, A. S. (1997). *Coastal Dynamics and Landforms*. Clarendon: Oxford.
- Uzun, M. (2014). Hersek Deltasında (Yalova) kıyı çizgisi-kıyı alanı değişimleri ve etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19(32), 27-48.
- Williams, G.P. & Wolman. M.G. (1984). *Downstream Effects of Dams on Alluvial Rivers*. *U.S. Geological Survey Professional Paper 1286*. Washington: US Government Printing Office.