

Mert Gölü (İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı / Kırklareli) Morfolojisinde Zamansal Değişimin CBS Desteğiyle İncelenmesi ve Ekolojik Açından Değerlendirilmesi

Okan YELER^{1*}, Belgin ÇAMUR-ELİPEK², Gazel Burcu AYDIN²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van

²Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne

*Sorumlu Yazar: okanyeler@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 18.05.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.08.2023 Kabul Tarihi: 28.08.2023

ÖZ

Uzaktan algılama teknolojileri, son yıllarda hızla gelişen bir alan olması nedeniyle, topoğrafik açıdan zorlu, ulaşılması güç ve maliyetli birçok alanda pratik ve hızlı çözümler sunabilen, doğruluğu yer verileri ile kolayca ispatlanabilen bilimsel çalışmalar arasında da yer almaktadır. Sulak alanlar, arazi örtüsü çalışmaları, tarımsal değişimler, heyelan, erozyon, deprem, afet yönetimi, kar-su değişimleri ve kıyı alanları değişim tespiti gibi birçok alanda kullanılan bu teknolojiler, ekolojik değerlendirmeler açısından da önemli altlıklar oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Kırklareli İli (Trakya)'ndeki İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı'nda yer alan Mert Gölü'nün morfolojik yapısında ve kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin zamansal olarak izlenmesi amaçlandı. Böylelikle, tespit edilen değişimlerin ekolojik etkilerinin de değerlendirilerek, gölün sürdürülebilir kullanımı için önerilerde bulunulması da hedeflendi. Çalışma alanındaki değişimlerin izlenmesinde, bölgenin 2008- 2010 ile 2020- 2022 yıllarının yaz dönemlerine ait uydu görüntüleri uzaktan algılanmış veri seti ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yöntemlerinden yararlanılarak elde edilen görüntüler kullanıldı. Ayrıca, 2018-2022 yılları arasındaki 5 yıllık periyotta Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntülerinden üretilen NDWI (Normalize Fark Su İndisi) algoritmaları ile Mert Gölü su yüzeyi ve çevresindeki diğer alanların hektar cinsinden değişimleri de hesaplandı. Çalışmanın neticesinde, zaman zaman kumullaşmanın yüksek oranlara çıktığı ve denizle bağlantısının arttığı tespit edilen alanın ekolojik açıdan da etkileneceği ve özellikle littoral zonda yaşayan omurgasızların yanı sıra onlarla beslenen diğer canlıların da bu değişimlerden etkilenebilecekleri sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Longoz ormanları, Mert Gölü, Landsat 8, CBS, zamansal değişim, sulak alan

Investigation of Temporal Change in Morphology of Mert Lake (İgneada Longoz Forests National Park / Kırklareli) with GIS Support and Ecological Evaluation

ABSTRACT

Since remote sensing (RS) technologies are a rapidly developing in recent years, they are among the scientific studies that can provide practical and fast solutions in many topographically challenging, inaccessible and high-cost areas, and results are easily proven with spatial data. These technologies, which are used in many areas such as wetlands, land cover studies, agricultural changes, landslide, erosion, earthquake, disaster management, snow-water changes and coastal area change detection, also constitute important bases in terms of ecological evaluations. In this study, it was aimed monitoring the temporal changes in the morphological structure and coastline of Mert Lake, located in the İgneada Longoz Forests National Park in Kırklareli Province (Turkish Thrace). Thus, it was targeted to make suggestions for the sustainable use of the lake by evaluating the ecological effects of the changes detected. In monitoring the changes in the study area, satellite images of the region from the summer periods of 2008-2010 and 2020-2022, images obtained by using remotely sensed dataset and geographic information systems (GIS) methods were used. In addition, the changes in the water surface of the lake and other areas around it in hectares were calculated with NDWI (Normalized Difference

Water Index) algorithms produced from Landsat 8 OLI/TIRS satellite images in the 5-year period between 2018-2022. As a result of the study, it was concluded that the area, which was found to be high in sand dunes from time to time and its connection with the sea, would also be affected from an ecological point of view, and invertebrates living in the littoral zone, as well as other creatures that feed on them, could be affected by these changes.

Key words: Longoz forests, Mert Lake, Landsat 8, temporal change, wetland

GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle birlikte gelişen uydu teknolojileri sayesinde yeryüzü hakkında daha hızlı ve güvenilir bilgiler edinilmektedir (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2011; Karaman ve ark., 2013). Uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) sayesinde, araştırma alanıyla temas etmeden veriler elde edilebilir ve değerlendirilebilir (Chipman ve ark., 2008). Mekansal verilerin temininde kullanılan UA teknikleri ile uydu görüntüleri kolaylıkla elde edilerek yorumlanabilmekte ve uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Mahapatra ve ark., 2013). Ayrıca, su kütlesinin kızılötesi dalga boyuna sahip ışınları absorbe etmesine karşılık karasal toprak ve bitki örtüsünün bunları yansıtması nedeniyle, su ve karanın alansal dağılımının haritalanmasında UA uydu görüntülerinin verimli bir şekilde kullanılmasına da imkan sağlamaktadır (Alesheikh ve ark., 2007).

Özellikle sucul ekosistemlerin CBS ile uzaktan izlenmesi, sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Doğal kaynaklar ve sulak alanların incelenmesinde, zaman ve maliyet etkenlerini ortadan kaldıran UA teknikleri, cisimlerle fiziksel bir temas olmadan cisimlerin yansıttığı parlaklıklar sonucu o cisim ile ilgili bilgi edinilmesini sağlamaktadır. (Xu, 2006; Genz ve ark., 2007; Rebelo ve ark., 2009; Kavzoğlu ve Çölkesen, 2011; Karaman ve ark., 2013; Tran-Thi ve ark., 2014; Paiman ve Asmawi, 2017; Özelkan ve Karaman, 2018; Yuca ve Aşur, 2022). Sucul ekosistemlerin zaman içerisindeki değişimlerinin takip edilmesi, söz konusu alanların sürdürülebilir kullanımında oldukça önemlidir. Bu nedenle, izlenecek alanların geçmiş ve günümüze ait verilerinin birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Sucul ekosistemlerde kıyı çizgilerinin dinamik yapıya sahip olması, jeomorfolojik, tektonik, hidrodinamik, iklimsel, sismik ve sedimantasyon/erozyon olaylarına bağlı olup, kademeli veya hızlı bir şekilde zamansal değişime uğramalarına sebep olabilmektedir (Thom ve Cowell, 2005). Antropojenik ve/veya doğal nedenlerle oluşan bu değişimler, su kaynaklarının yönetimi ve kentsel planlama için olduğu kadar, ekolojik açıdan da önemlidir (Kale ve Acarlı, 2019). Sucul ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımlarını sağlamak amacıyla yapılan çalışmalarda, incelenen ekosistemin mevcut durumunun belirlenmesinin yanı sıra, gelecekteki durumunun tahmin edilebilmesi ve buna göre en uygun eylem planlarının hazırlanarak yönetim planının yapılması esas alınmaktadır (Castañeda ve ark., 2005; Voutilainen ve ark., 2007). Bu tarz çalışmalarda Landsat uydu görüntülerinden sıklıkla yararlanılır ve böylelikle aralıksız temin edilen veri koleksiyonu sayesinde UA yöntemiyle güvenilir veriler sağlanabilmektedir (Reis ve Yılmaz, 2008). Bu nedenle, göl gibi durgun su sistemlerinde kıyı çizgisinin UA yöntemleriyle incelendiği çalışmalar hem dünyada hem de ülkemizde son yıllarda giderek artmaktadır.

Longozlar, “subasar orman” olarak da bilinirler ve havzanın yukarı kesimlerinden gelen akış sularının taşkına neden olmasını engelleyerek suyu depolarlar. İğneada Longoz ormanları gibi ekosistemler, çevresel koşullara çok hassas oldukları için, onları besleyen su kaynakları değişimlerinden etkilenerek temel özelliklerini kaybetme eğiliminde olan nadir yapılardır. Bu tip ekosistemlerde oluşan sulak alanlar kendilerine has hidrolojik ve biyolojik yapıları nedeniyle benzersiz olmalarının yanı sıra, besin tutma ve ekolojik döngüye aktarma, taşkınları kontrol altında tutma, erozyonu önleme gibi pek çok fonksiyona da hizmet etmektedirler.

Daha önce Özyavuz (2011) tarafından yapılan bir çalışmada Mert Gölü'nün 1987 ve 2009 yıllarındaki zamansal değişimleri CBS tabanlı analizler aracılığı ile incelenmiştir. Söz konusu çalışmada su yüzeyinde akarsulardan gelen akış nedeniyle küçük oranda bir artış olduğu ancak gölün kirlilik tehdidi altında olduğu bildirilmiştir (Özyavuz, 2011). Dumlu ve İhtiyar (2017) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, rekreasyon amaçlı kano turlarının düzenlendiği Mert Gölü'nde konuyla ilgili incelemeler yapılmış ve bazı ekolojik değerlendirmeler rapor edilmiştir.

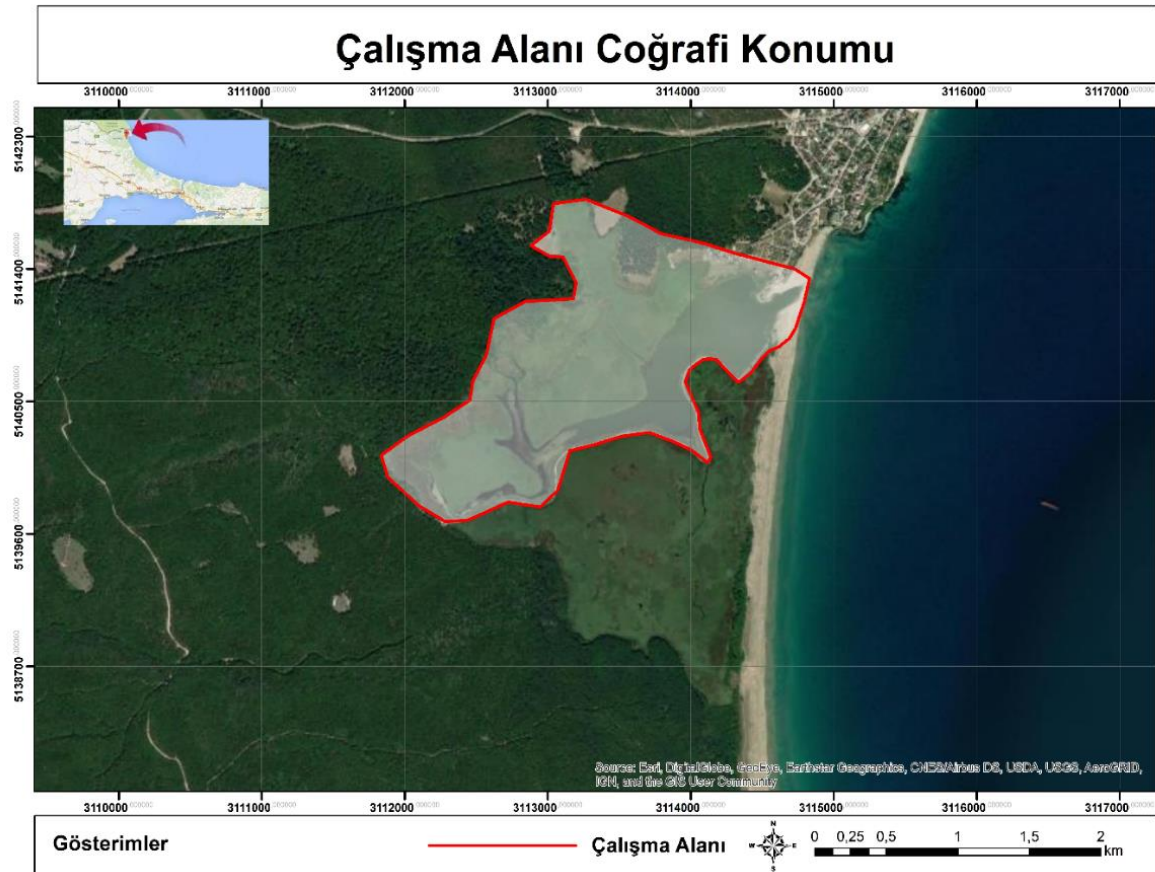
Bu çalışmada, Kırklareli İli Longoz Ormanları Milli Parkı içerisinde yer alan Mert Gölü'nün yıllar içerisindeki morfolojik yapısı ve kıyı çizgisindeki değişimlerin, 2008 ve 2010 yılları ile 2020 ve 2022 yıllarına ait geçmiş ve güncel veri seti ile CBS görüntüleri esas alınarak incelenmesi hedeflendi. Ayrıca 2018-2022 yıllarına ait uzaktan algılanmış Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntülerinden üretilen NDWI algoritmaları ile gölün su yüzeyi ve çevresindeki diğer alanların hektar cinsinden değişimleri de hesaplandı. Böylece, Mert Gölü morfolojik

değişimine ait güncel durumun tespit edilerek bu değişimlerin neden olacağı ekolojik sonuçlar da belirlenmeye çalışıldı.

MATERYAL ve METOT

Çalışma Alanı

2007 yılında Milli Park ilan edilen “İğneada (Kırklareli) Longoz Ormanları” içerisinde yer alan Mert Gölü, Karadeniz kıyısı kenarında 41°52'09"K, 27°57'57"D koordinatlarında konumlanmaktadır (Şekil 1). Maksimum 1,5-2 m derinliğe sahip olan lagün yapıdaki bu gölün hacmi, mevsimsel olarak değişmekte olup, yaklaşık 222 ha alanı kaplar ki bu alanın 178 ha gibi büyük bir kısmı *Phragmites australis* sazlıkları ile kaplıdır (Güher, 1996; Çamur-Elipek ve Kırgız, 2011). Gölün bulunduğu alan tektonik tabanlı olup, zamanla Deringeçit deresiyle taşınan alüvyonal materyal ile dolmuştur (Güher, 1996; Özyavuz, 2011). Gölün sularını besleyen akarsular ve yüzeysel akış, öncelikli olarak yüksek besin tuzu materyali içeren Longoz ormanları arazisinden gelir. Mert Gölü'nün yer aldığı bu alan, deniz seviyesinde olup, iri taneli geçirgen detritik materyalden oluşur (Özyavuz, 2011). Deniz kıyısına oldukça yakın bir lokasyonda yer alan gölün geçirimli dip kısmı sayesinde, gölden denize ve denizden göle su akışı mümkün olmaktadır. Ayrıca, gölün yılın belli zamanlarında denizle bağlantı sağladığı da bildirilmektedir (Özyavuz ve Yazgan, 2010). Bu nedenle Mert Gölü'nün tuzluluk değeri açısından deniz ve orman kısmında farklı karakterler sergilediği ve bu farklılığın mevsimsel olarak da görüldüğü rapor edilmiştir (Altınışaçlı, 2001; Çamur-Elipek ve Kırgız, 2011; Özyavuz, 2011). Göl etrafında tarım arazisine oldukça nadir rastlanmakla birlikte, gölün konumu İğneada merkez yerleşim alanı içerisinde yer almaktadır. Ayrıca gölde rekreasyon amaçlı kano turlarının da düzenleniyor olması, sosyal hayatta da gölün aktif olarak kullanılmakta olduğunu göstermektedir (Dumlu ve İhtiyar, 2017).

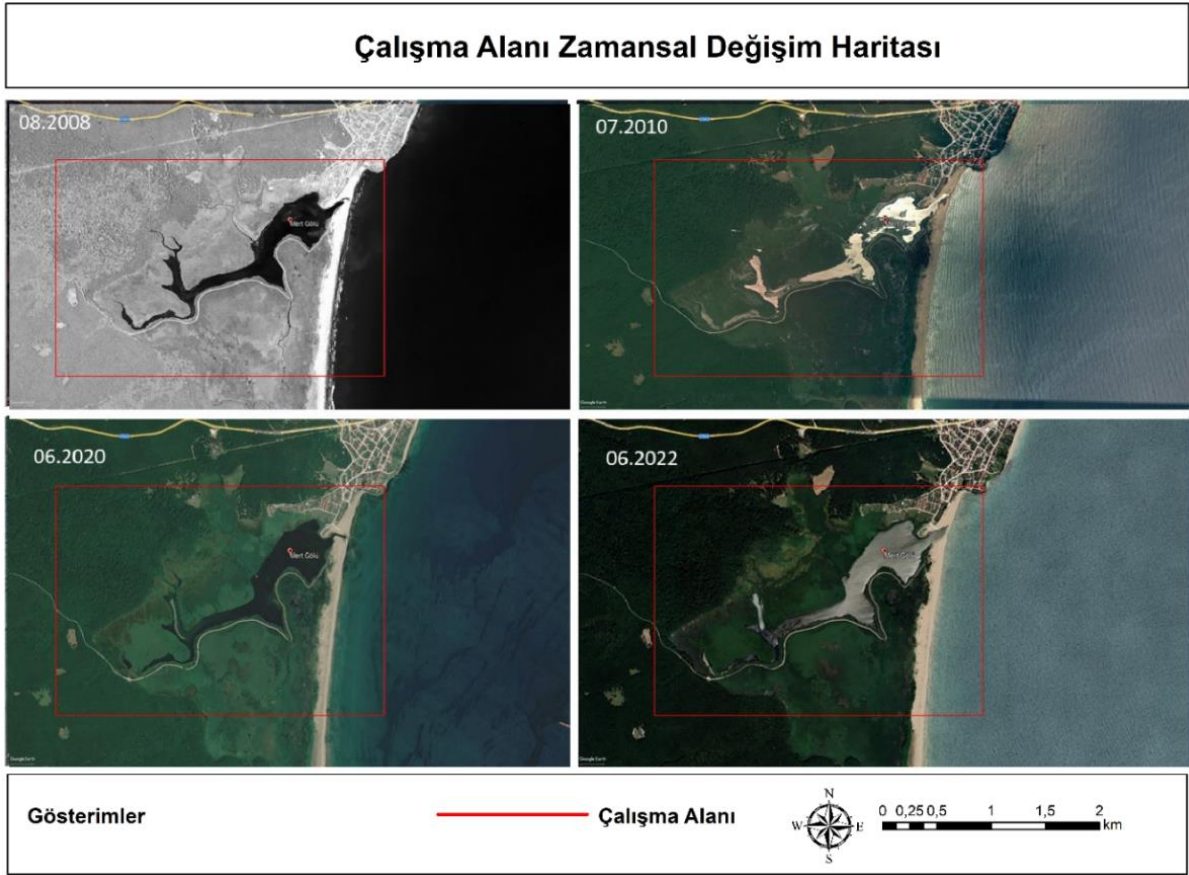


Şekil 1. Çalışma alanı ve Mert Gölü Lokasyonu

Yöntem

Bu çalışmada, Mert Gölü morfolojik değişimin izlenmesinde atmosferik farkların etkisini minimalize etmek amacıyla, sadece yaz mevsimine ait uydu görüntüleri kullanıldı. Görüntüler, geçmiş (2008 ve 2010) ve günümüz (2020 ve 2022) yılları olacak şekilde 2 farklı periyotta değerlendirildi. Ayrıca, göle ait 2018-2022 yıllarının uydu görüntülerinden de yararlanılarak NDWI değerleri hesaplandı.

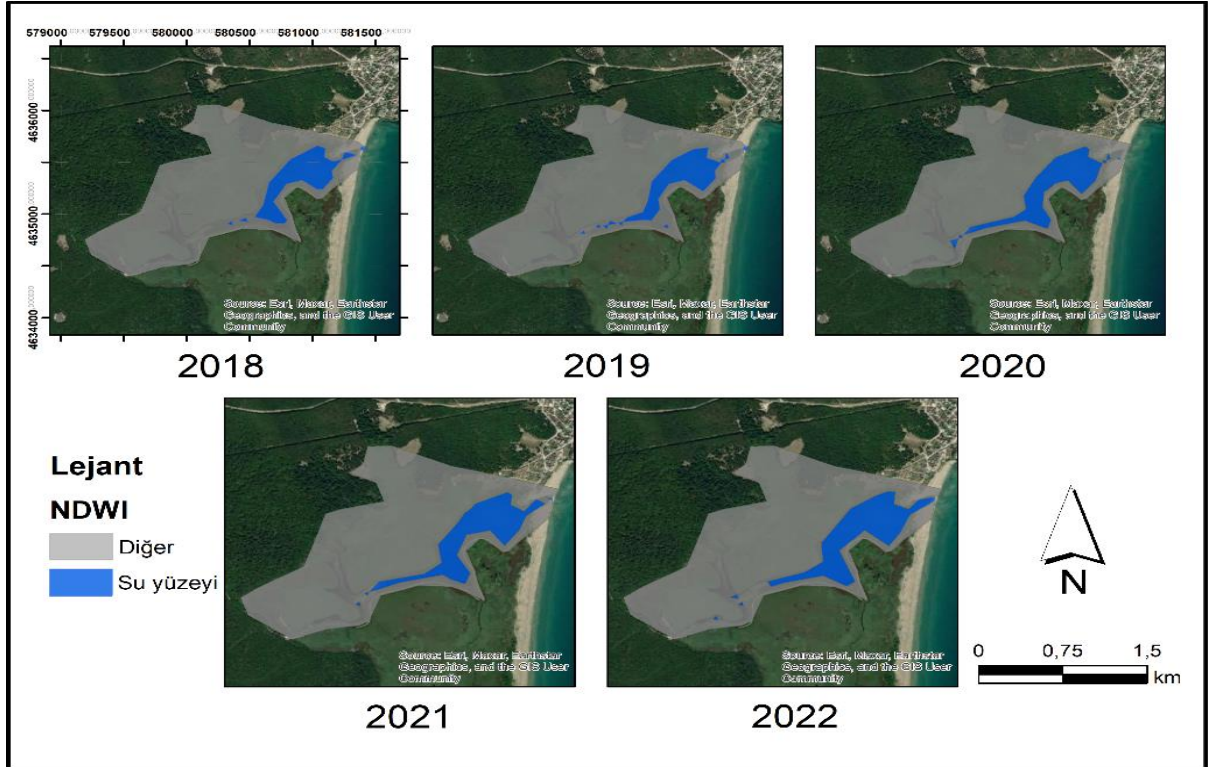
Çalışma kapsamında elde edilen veri setleri, uzaktan algılama teknolojilerinde açık erişim sitesi olarak bilenen USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) sitesinden temin edildi (Şekil 2). Geçmişe yönelik arşive sahip olması ve görüntülerin bulutluluk oranının %15 altı olması nedenlerinden dolayı, Landsat 8 OLI/TIRS veri seti tercih edildi (Şekil 3 ve Çizelge 1).



Şekil 2. Mert Gölü uydu görüntüleri

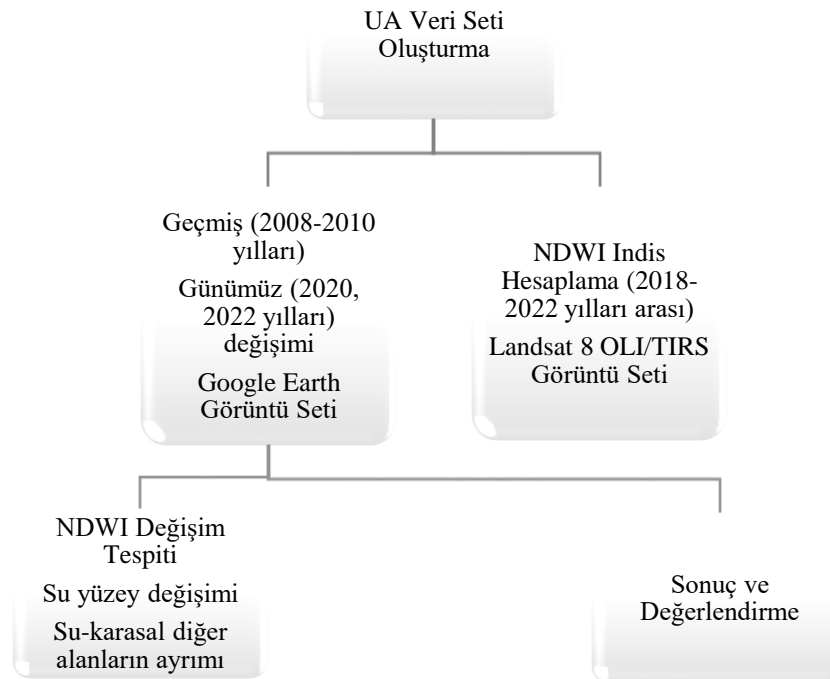
Çizelge 1. Uydu görüntülerine ait tarihler ve bazı özellikleri

Yıllar	Görüntü alınma tarihi	Uydu veri seti	Mekânsal çözünürlük
2018	16.06.2018	Landsat 8 OLI/TIRS	30 m
2019	19.06.2019	Landsat 8 OLI/TIRS	30 m
2020	16.06.2020	Landsat 8 OLI/TIRS	30 m
2021	19.06.2021	Landsat 8 OLI/TIRS	30 m
2022	14.06.2022	Landsat 8 OLI/TIRS	30 m



Şekil 3. Mert Gölü 2018-2022 yılları Landsat 8 OLI/TIRS görüntüleri

Çizelge 1’de sunulan veri setlerinden yararlanılarak, çalışma yöntemi olarak NDWI indislerini oluşturma işlemi gerçekleştirildi. Oluşturulan bu su indisleri sayesinde gölün su yüzeyinin değişiminin tespit edilmesi ile su ve karasal diğer alanların ayrımlarının yapılmasına imkân sunuldu (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışma yöntemi akış şeması

Normalize Fark Su İndisi (NDWI)

Kütlesel su birikimlerinin analizi ile kara ve su ayrımının yapılması için kullanılan NDWI indekslerinde, UA veri setlerinin yakın kızılötesi ve yeşil bantlarının yansımaya değerleri kullanılmaktadır (Gao, 1996). NDWI hesaplarında, toprak ve bitki örtüsü gibi karasal alanların hariç tutulması ile su birikimlerinin varlığının tespit

edilmesi açısından yakın kızılötesi radyasyon ve gözlemlenen yeşil ışıktan faydalanılmaktadır. Su birikimlerinin bulunduğu alanlar sıfırdan daha büyük değer alırken, su varlığı olmayan alanlar ise sıfır değeri veya sıfırdan küçük değer aralıkları almaktadırlar (McFeeters, 1996; Pettorelli ve ark., 2005; Kaplan ve ark., 2020; USGS, 2020). NDWI, peyzajların su ile ilgili özelliklerini geliştirmek için ilk olarak bitki yapraklarındaki suyun görüntülenebilmesi amacıyla Gao (1996) tarafından geliştirilen bu indeks yakın kızıl ötesi (NIR) ve kısa dalga kızıl ötesi (SWIR) bantlarını kullanır. Genellikle 0,2 ile 1 arasındaki değerler su kütlelerini temsil eder. NDWI aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Gao, 1996) (Eş. 1):

$$NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \quad (Eş. 1)$$

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Şekil 2’de verilen uydu görüntülerinden yararlanılarak Mert Gölü sulak alanında zaman içerisinde meydana gelen morfolojik ve kıyı çizgisi değişimleri incelendi. Buna göre, 2008 yılı yaz mevsiminde gölün ana hacmindeki su seviyesinin yüksek olduğu görülürken, 2010 yılında gölde yer yer kurumaların ve kumulluşmaların olduğu saptandı. Gölün 10 yıl sonraki görüntülerinde ise su kapasitesinin yükseldiği tespit edilirken, 2022 yılı yaz mevsiminde orman tarafından gelen ve tatlısu taşıyan akarsu bölgesinin nispeten kuruduğu, buna karşılık gölün denizle bağlantı kısmının genişlediği görüldü (Şekil 2).

Ayrıca, Mert Gölü’ne ait 2018-2022 yılları arasındaki Lejant görüntüleri değerlendirildiğinde ise, 2022 yılında Mert Gölü’nün denizle bağlantısının daha da yakınlaştığı belirlendi (Şekil 3). Çalışmada incelenen 5 yıllık verilerin NDWI değerleri hesaplandığında ise, 2018 yılında 18 ha kadar gerileyen su hacminin, zaman içerisinde arttığı, ancak 2020 yılındaki tatlı su kaynaklarıyla beslenmenin 2022 yılında gerilediği tespit edildi (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mert Gölü 2018-2022 yıllarına ait NDWI değerleri

Yıl	2018	2019	2020	2021	2022
Değer	NDWI	NDWI	NDWI	NDWI	NDWI
1 (Su yüzeyi)	18.0716 ha	17.5546 ha	23.3436 ha	22.8086 ha	25.2056 ha
0 (Diğer alanlar)	154.514 ha	155.031ha	149.242 ha	149.777 ha	147.38 ha
Toplam	172.5856 ha	172.5856 ha	172.5856 ha	172.5856 ha	172.5856 ha

Sucul ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımın sağlanmasında ekosisteme ait canlı ve cansız özelliklerinin (fiziksel, kimyasal ve biyolojik içerikler) takibi oldukça önemlidir. Ancak, söz konusu ekosistemlerde bu ekolojik yapının dengeli bir biçimde işlemesi, içerdiği su miktarına ve genellikle littoral bölgenin devamlılığına bağlıdır. Bu nedenle, su kütlesi ile kara parçasının birleştiği alan olarak tanımlanan kıyı çizgisi, aynı zamanda sucul ekosistemlerde littoral bölge adı verilen alanda yer alır. Dolayısıyla, kıyı çizgisinin zamansal olarak değişiminin takip edilmesi, söz konusu alandaki ekolojik tehditlerin belirlenerek sucul ekosistemin yönetim planı oluşturma çalışmalarında da faydalı bilgiler sağlayacaktır.

CBS ve UA yöntemleri ile sucul ekosistemlerden biri olan “göl” gibi durağan yapılarda kıyı çizgisi belirleme çalışmalarına, dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda oldukça sık rastlanmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin mevcut su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında, söz konusu çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, uzaktan algılama ile CBS teknolojilerinin kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve analiz edilmesinde önemli araçlar olduğu da çalışmalarda ifade edilir (Erener ve Yakar, 2015).

UA teknikleri ile izlenen durgun su kütlelerinde yapılan çalışmaların çoğunda, zaman içerisinde önemli oranda azalmaların meydana geldiği bildirilir. Diğer ülkelerde konuyla ilgili çalışmalar incelendiğinde;

Alesheikh ve ark. (2007) tarafından Urmia Gölü (İran) kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler (1989-2001) araştırılmış ve meydana gelen 3 metrelik azalmanın göl yüzey alanında da küçülmeye neden olduğunu bildirilmiştir. Deka ve ark. (2011)’nin Ramsar alanındaki Deepor Beel Gölü’nün (Hindistan) alansal değişimlerini (1991-2010) inceledikleri çalışmada, %50’den fazla oranda bir azalma olduğu rapor edilmiştir. Kang ve Hong (2016) tarafından ise Moğolistan’daki 73 gölün yüzey alanları (2000-2011) incelenmiş ve her bir göldeki küçülme nedeniyle yine ortalamada %50’nin üzerinde bir alan küçülmesi tespit edilmiştir. Mohsen ve ark. (2018)’nin yaptıkları çalışmada, Burullus Gölü (Mısır) alansal ve zamansal değişimleri (1972-2015) incelenmiş ve ortalama %49 oranında bir azalmanın olduğu kaydedilmiştir. Mukherjee ve ark. (2018) ise, Diara (Hindistan) bölgesindeki sulak alanların değişim eğilimlerini (1973-2016) araştırmışlar ve taşkın dönemleri haricinde, yağış azlığı ile sulama rejimi nedeniyle alanın küçüldüğünü bildirmişlerdir. Behling ve ark. (2018) tarafından Namibya (Güney Batı Afrika) kıyasal lagünlerinde kıyı çizgisi dinamiklerindeki alansal ve zamansal değişiklikler (1984-2014) incelenmiş ve rüzgar, akıntı ve dalgalar nedeniyle biriken kumlar nedeniyle azalma tespit etmişlerdir.

Ülkemizde yapılan benzer çalışmalarda da yukarıda bahsedilen bulgulara paralel sonuçların elde edildiği görülür. Bu çalışmalardan bazılarında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Ormeçi ve Ekercin (2007) tarafından Tuz Gölü (Konya) su rezervindeki değişimler (1990-2005) UA yöntemiyle incelenmiş ve su hacminin kuraklık ve kontrolsüz su kullanımı nedeniyle neredeyse yarı yarıya azaldığını bildirmişlerdir. Tağıl (2007) Uluabat (Bursa) sulak alanında kıyı çizgisinde gerçekleşen değişimleri (1975-2000) araştırdığı çalışmasında ise, tarımsal sulama, sanayi, kentsel gelişim, turizm potansiyeli ve nüfusun artması ile doğrudan ilişkili olarak %17 oranında azalan su hacmi nedeniyle sulak alanın kuruma eğiliminde olduğunu kaydetmiştir. Reis ve Yılmaz (2008) tarafından Seyfe Gölü'ndeki (Kırşehir) su seviyesi zamansal değişimleri (1975-2001) incelenmiş ve iklim koşullarındaki değişkenlikler ile insan müdahalelerinden kaynaklanan etkiler nedeniyle göl hacminin yüzey alanında %33'ten fazla azalma olduğu bildirilmiştir. Şener ve ark. (2010) ise Akşehir ve Eber göllerinin (Afyonkarahisar, Konya) kıyı çizgisi değişimlerini (1975-2008) belirlemek için yaptıkları çalışmada, kıyı şeridinde zamansal dalgalanmaların yüzey akışı, yağış ve buharlaşmadan etkilendiğini ancak yine de belirgin bir küçülmenin tespit edildiğini bildirmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2011) tarafından aynı göllerde (1975-2009); ayrıca Avdan ve ark. (2013) ile Bahadır (2013) tarafından Akşehir Gölü'nde (sırasıyla 1984-2005 ve 1975-2010) kıyı çizgisi ile su seviye ve alan değişimleri zamansal olarak değerlendirilmiş, bu çalışmalarda da Şener ve ark. (2010) tarafından tespit edilen benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Yıldırım ve ark. (2011) tarafından söz konusu küçülmede nüfus artışına bağlı olarak evsel/tarımsal su tüketiminin artması, baraj ve gölet yapımı gibi insan faaliyetlerinin etkili olduğu bildirilirken, Bahadır (2013) tarafından bu küçülmede yağış ve nehir akışlarındaki azalma ile buharlaşma ve su tüketimindeki artışın etkili olduğunu ifade edilmiştir. Açıkgöz (2010)'ün Yumurtalık Sulak Alanı'nda (Adana) yaptığı çalışmada, tespit edilen %25 oranındaki zamansal kıyı çizgisi azalmanın nedeninin, sediment taşınımı ve buharlaşmanın yanı sıra kum çıkarma faaliyetlerinden kaynaklandığını belirtilmiştir. Oztürk ve Sesli (2015) Kızılırmak Deltası'ndaki lagün kompleksinin (Samsun) kıyı çizgisindeki zamansal değişimleri (1962-2013) inceledikleri çalışmalarında, baraj yapım faaliyetleri nedeniyle deltaya sediment taşınmasının kesildiğini ve dalga/rüzgar etkisiyle meydana gelen kıyı erozyonu nedeniyle de kıyı çizgisinin toplam uzunluğunda azalmalar gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Erener ve Yakar (2012 ve 2015) Meke Gölü'nün (Konya) kıyı çizgisindeki zamansal değişimi (1987-2006) incelemiş ve su ile kaplı alanda azalma bildirmişlerdir. Bayram ve ark. (2013) tarafından Terkos Gölü'nün (İstanbul) kıyı çizgisi değişimleri ile arazi kullanımı ve bitki örtüsündeki değişiklikler (1986-2009) incelenmiş ve göl ile deniz arasındaki mesafenin azalan ormanlık ve tarımsal alanın yanı sıra, artan yapılaşma nedeniyle daraldığını kaydetmişlerdir. Yine, Kaya (2016) tarafından Terkos Gölü kuzey bölümünde gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini izlendiği çalışmada ise (1996-2008) özellikle yaz dönemlerinde kıyı çizgisinin gerilediği ve bunun nedeninin ise sulama amaçlı gölden aşırı su çekimi ve kum çıkarma faaliyetleri olabileceği rapor edilmiştir. Erener ve ark. (2016) Yuvacık Baraj Gölü'nün (Kocaeli) rezervuar alanındaki değişimleri (2001-2005) incelemişler ve su yüzeyi alanının %10 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Duru (2017), Sapanca Gölü (Sakarya, Kocaeli) kıyı çizgisi değişimlerini (1975-2016) izlediği çalışmasında, yağış ve su tüketimine bağlı azalmalar olduğunu ifade etmiştir. Selim ve ark. (2016) tarafından Köyceğiz Gölü ve Dalyan Kanallarında (Muğla) UA ve CBS teknikleri ile güncel kıyı kenar çizgisi belirlemeye yönelik çalışmalarında, ulusal kıyı mevzuatına aykırı kullanımlar olduğunu tespit ettiklerini bildirirler. Temiz ve Durduran (2016) ise, Acıgöl'ün (Denizli) kıyı çizgisini (1985-2015) izledikleri çalışmalarında, özellikle sediment erozyonu ve birikimiyle küçülen göl alanının kıyı ekosistemi ve komüniteleri için önemli sonuçlara neden olduğunu vurgulamıştır. Sarp ve Özçelik (2017) Burdur Gölü'nün (Burdur, Isparta) su yüzeyinde meydana gelen alansal ve zamansal değişimleri (1987-2011) izlemiş ve su yüzeyi ile kaplı alanın yıllar içerisinde azaldığı tespit etmişlerdir. Arkoç ve Özşahin (2018) Gala ve Pamuklu göllerinde (Edirne) kıyı çizgilerinin (1977-2011) yağış ve buharlaşma nedeniyle azaldığını bildirmişlerdir. Topuz ve Karabulut (2018), Sarıkum Gölü'nde (Sinop) zamansal değişimleri (1977-2015) incelemişler ve göl alanının azalmasında yağış değerlerinin etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Kale (2019) tarafından yapılan çalışmada ise, Atıkhisar Baraj Gölü'nün (Çanakkale) kıyı çizgisi değişimleri (1975–2017) incelenmiş ve bu değişimde küresel iklim değişikliğinin etkisi değerlendirilmiştir. Söz konusu çalışmada, özellikle yüzey alanının küçülmesi ve kıyı çizgisinin değişiminin kıyasal ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir.

Yukarıda verilen çalışmalarda, incelenen sucül ekosistemlerin kıyı çizgisinde azalmalar olduğu bildirilmektedir. Ancak, dünyada ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda ise tersi durumlara ait bulgular da kaydedilmiştir. Örneğin, Rashid (2016) tarafından Dukan Barajı'nda (Irak) yapılan bir çalışmada, baraj yüzey alanının incelenen süre içerisinde (2000-2016) yaklaşık 2 katına çıktığı, bunun nedeninin ise yağışlar ve kar erimesine bağlı akışlar olduğu rapor edilmiştir. Durduran (2010) tarafından Konya kapalı havzasında bulunan Beyşehir, Tersakan, Kulu, Suğla, Bolluk, Samsam ve Tuz göllerindeki yüzey alanı değişimlerinin incelendiği bir benzer çalışmada, Bolluk ve Samsam göllerinde yüzey alanının artış gösterdiği tespit edilirken; Tersakan, Kulu, Beyşehir ve Tuz göllerinde ise azalış görüldüğü ve Suğla Gölü'nün ise tamamen kurduğu rapor edilmiştir. Battal vd. (2016) tarafından Eber Gölü'nde (Afyonkarahisar) yapılan bir başka çalışmada ise (2015–2016), göl alanının 1 yıllık periyotta büyüdüğü tespit edilmiştir. Kesikoğlu ve ark. (2017) Yamula Baraj Gölü'nde (Kayseri) 2016 yılında gerçekleşen mevsimsel kıyı çizgisi değişimlerini araştırdıkları çalışmada, yıl içerisinde görülen artış ve

azalma dalgalanmalarının yağışlara ve sıcaklığa bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Kaynak ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise, Kozan Baraj Gölü'nün (Adana) kıyı çizgisi değişimlerinin (2007-2017) yüzey alanına bağlı olarak arttığı rapor edilmiştir.

Yukarıda verilen çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları karşılaştırılarak değerlendirildiğinde ise, Mert Gölü'nün su hacminin zamansal olarak morfolojik dalgalanmalar gösterdiği, ancak son dönemlerdeki değişimler açısından gölün denizel ortamla bağlantısının arttığı gözlenmiştir. Söz konusu bağlantı nedeniyle Mert Gölü su hacminde deniz tarafına doğru bir artışın olduğu görülmekle birlikte, NDWI değerleri incelendiğinde, bu bölgede artan su hacmine karşılık diğer alanlarda görülen küçülmenin, sulak alandaki supralittoral ve littoral zonda yaşayan canlılar için ekolojik bir tehdit oluşturmasının muhtemel olacağı kanaatine varılmıştır. Mert Gölü'nde yavrulamak amacı ile sucul kuşların yuva yapma, yumurtlama, kuluçka ve yavru yetiştirme gibi yaşamsal faaliyetlerinin yanı sıra, balıkların yumurtlama ve beslenme gibi faaliyetlerinin göldeki littoral ve supralittoral alanlara bağlı olduğu göz önüne bulundurulduğunda, ekosistem dengesinin etkilenmesi söz konusudur. Ayrıca, göldeki balık ve su kuşları gibi canlıların beslenmesinde önemli yeri olan bentik makroomurgasız grupların en fazla littoral zonda yerleşmekte oldukları ve bu canlı grubuna dahil olan bazı türlerin artan tuzluluk ile ortamdan uzaklaşabilecekleri de düşünüldüğünde, Mert Gölü morfolojik değişimlerinin bu canlılar üzerindeki baskısının da değerlendirileceği çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Daha önce Özyavuz (2011) tarafından Mert Gölü'nde yapılan bir çalışmada, 1987 ve 2009 yıllarındaki zamansal değişimler incelenmiş ve su yüzeyinde tespit edilen küçük orandaki artışın nedeninin, gölü besleyen akarsuların korunması olduğu bildirilmiştir. Ancak yine de, İğneada yerleşim alanından gelen ve göle kuzeydoğudan giren atık sularla, göle ulaşan pestisit ve ağır metallerin su kalitesi ve doğal yaşam üzerine negatif etkileri olacağı da vurgulanmıştır (Özyavuz, 2011).

Sucul ekosistemlerin morfolojik değişimlerinde doğal etkenlerin yanı sıra antropojenik etkilerin de önemi büyüktür. Özellikle, son yıllarda küresel iklim değişikliğinin yüzeysel su kaynakları üzerindeki etkilerinin arttığı ve ayrıca, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin yanı sıra kentsel kaynaklı kirliliğin de su kaynakları üzerine baskı yarattığı aşıkardır (Gürsoy-Haksevenler ve Ayaz, 2021). Mert Gölü üzerindeki ekolojik baskıların başında, gölü besleyen akarsuların akışındaki azalma, yağış-sıcaklık ilişkisindeki değişimler, denizden gelen rüzgar ve dalgalarla kumulların taşınması ve göle giren tuzlu su miktarının artması da dikkate alınmalıdır. Ayrıca, göl üzerindeki antropojenik baskılar da değerlendirilmeli ve göl etrafındaki yerleşim alanlarının yıllar içerisindeki artış oranları ve göle olan baskılarının da incelenmesi gerekmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, Mert Gölü'nde gözlenen bu zamansal morfolojik değişimlerin nedenlerinin hem iklimsel değişim şartları açısından, hem de ekolojik ve antropojenik baskılar nedeniyle oluşabilecek sonuçlar açısından multidisipliner olarak değerlendirilmesi ve bu önemli sulak alanın sürdürülebilir kullanımının sağlanabilmesi için izleme çalışmalarının sıklıkla devam etmesi önerilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Okan YELER  <http://orcid.org/0000-0002-0405-4829>

Belgin ÇAMUR-ELİPEK  <http://orcid.org/0000-0002-0954-8967>

Gazel Burcu AYDIN  <http://orcid.org/0000-0002-9131-240X>

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, G. 2010. Yumurtalık Sulak Alan Sistemindeki Kıyı Değişimlerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- 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.
- Altınışaçlı, S. 2001. The Ostracoda (Crustacea) fauna of lakes Erikli, Hamam, Mert, Pedina and Saka (İğneada, Kırklareli, Turkey). Turkish Journal of Zoology, 25, 343–355.

- Arkoç, O., Özşahin, B. 2018. Assessment of coastline change of lakes of Gala Lake National Park (NW Turkey) With multi-temporal satellite images. *Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 4 (1), 12–29.
- Avdan, U., Demircioğlu, Yıldız N., Dağlıyar, A. 2013. Akşehir gölü ve çevresinin arazi kullanımı ve zamansal değişim analizinin uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu, Turkey, 2013.
- Bahadır, M. 2013. Determination of spatial changes of Akşehir Lake with remote perception techniques. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 28, 246-275.
- Battal, S., Güllüdere, B., Çelik, S., Demir, N., Koç-San, D. 2016. Area and change detection of the Lake Eber using SAR and multispectral satellite images. 6. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Adana, Türkiye, 423–429.
- Bayram, B., Şeker, D. Z., Acar, U., Yüksel, Y., Güner H. A. A., Çetin, I. 2013. An integrated approach to temporal monitoring of the shoreline and basin of Terkos Lake. *Journal of Coastal Research*, 29 (6), 1427–1435. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-12-00084.1>.
- Behling, R., Milewski, R., Chabrilat, S. 2018. Spatiotemporal shoreline dynamics of Namibian Coastal Lagoons derived by a dense remote sensing time series approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 68, 262–271. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.01.009>.
- Castañeda C., Herrero J., Casterad, M. A. 2005. Landsat Monitoring of Playa-Lakes in the Spanish Monegros Desert. *Journal of Arid Environments*, 63(2), 497–516. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.021>.
- Chipman, J. W., Kiefer, R. W., Lillesand, T. M. 2008. Remote Sensing and Image Interpretation, sixth edition.
- Çamur-Elipek, B., T. Kirgız, 2011. “The Evaluation of Some Limnological Features of the Lagoon Lakes in European Part of Turkey” edited by Frank Columbus in the book “Lagoons: Biology, Management and Environmental Impact.” at Nova Science Publishers, Inc. 400 Oser Avenue, Suite 1600 Hauppauge, NY 11788, USA.
- Deka, J., Tripathi O. M., Khan, M. L. 2011. A Multi-Temporal Remote Sensing Approach for Monitoring Changes in Spatial Extent of Freshwater Lake of Deepor Beel Ramsar Site, A Major Wetland of Assam. *Journal of Wetlands Ecology*, 5, 40–47. <https://doi.org/10.3126/jowe.v5i0.4696>.
- Dumlu, C. İhtiyar, F. 2017. The Determination of Recreational Canoe Carrying Capacity of Lake Mert within İgneada Floodplain National Park Boundaries, *Turkish Journal of Forest Science*, 1(2), 133-144.
- Durduran, S. S. 2010. Coastline change assessment on water reservoirs located in the Konya Basin Area, Turkey, using multitemporal landsat imagery. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164 (1–4), 453–461. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0906-9>.
- Duru, U. 2017. Shoreline change assessment using multi-temporal satellite images: a case study of Lake Sapanca, NW Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 385. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6112-2>.
- Erener, A., Yakar, M. 2012. Monitoring coastline change using remote sensing and GIS technologies. *Lecture Notes in Information Technology*, 30, 310–315.
- Erener, A., Yakar, M. 2015. Uzaktan algılama ve CBS teknolojileri ile kıyı sınır değişim analizi: Meke Gölü Örneği, TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs 2015 / Konya: 193-197.
- Erener, A., Sarp, G., Shirzad, M. R. 2016. Application of remote sensing and GIS technologies to determine changes of reservoir area in lake/dam. *Quaternary Symposium of Turkey*, İstanbul, Turkey, 64.
- Gao, B. C. 1996. NDWI A Normalized Difference Water Index For Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space. *Remote Sens. Environ.* 58:257-266.
- Genz, A. S., Fletcher, C. H., Dunn, R. A., Frazer, L. N., Rooney, J. J. 2007. The predictive accuracy of shoreline change rate methods and alongshore beach variation on Maui, Hawaii. *Journal of Coastal Research*, 23(1), 87–105. <https://doi.org/10.2112/05-0521.1>.
- Güher, H. 1996. Mert, Erikli, Hamam ve Pedina (İgneada/Kırklareli) Zooplanktonik Organizmaları (Rotifera, Cladocera, Copepoda) ve Mevsimsel Dağılımları. T. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi.
- Gürsoy- Haksevenler, B.H., Ayaz, S. 2021. Noktasal ve yayılı kirletici kaynaklarının yüzeysel su kalitesi üzerinde etkisi, Alaşehir Çayı alt havzası örneği, *GÜFBED/GUSTIJ* (2021) 11 (4): 1258-1268
- Kale, S., Acarlı, D. 2019. Spatial and Temporal Change Monitoring in Water Surface Area of Atikhisar Reservoir (Çanakkale, Turkey) by using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques, *Alinteri J. of Agr. Sci.*, 34(1): 47-56.
- Kang, S., Hong, S. Y. 2016. Assessing seasonal and inter-annual variations of lake surface areas in Mongolia during 2000–2011 using minimum composite MODIS NDVI. *Plos One*, 11 (3), e0151395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151395>.

- Kaplan, G., Avdan, Z., Avdan, U., Jovanovska, T. (2020) Monitoring Shared International Waters With Remote Sensing Data. *Resilience* 4(1): 77-88.
- Karaman, M., Budakoğlu, M., Avcı, Z. D. U. Özelkan, E. Taşdelen, S. Bülbül, A., Civaş, M. 2013. Chris/Proba Hiperspektral uydu görüntüleri ile sulak alanların mevsimsel değişiminin incelenmesi: Acıgöl (Denizli), 3. Coğrafya Sempozyumu, 10-13 Haziran, Türkiye, Antalya, Kemer.
- Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ. 2011. Uzaktan algılama teknolojileri ve uygulama alanları, Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 26-27 Mayıs, Okan Üniversitesi, İstanbul.
- Kaya, İ. 2016. Temporal coastal erosion Changes analysis using remote sensing in northern Terkos Lake. Master of Science Thesis. Boğaziçi University, Turkey.
- Kaynak, T., Çiçekli, S. Y., Kesikoğlu, M. H. 2018. Determination of coastline changes at Kozan Dam Lake by using artificial neural networks method. *International Conference on Advance Technologies, Computer Engineering and Science*. Karabük, Turkey, 587–591.
- Kesikoğlu, M. H., Çiçekli, S. Y., Kaynak, T., Özkan, C. 2017. The determination of coastline changes using artificial neural networks in Yamula Dam Lake, Turkey. *8th International Conference on Information Technology*. Amman, Jordan. 737–740.
- Mahapatra, M., Ratheesh, S., Rajawat, A. S. 2013. Shoreline change monitoring along the South Gujarat Coast using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 3(2): 115–120.
- McFeeters, S. K. 1996. The Use of The Normalized Difference Water Index (NDWI) In The Delineation of Open Water Features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425- 1432.
- Mohsen, A., Elshemy, M., Zeidan, B. A. 2018. Change detection for Lake Burullus, Egypt using remote sensing and GIS approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (31), 30763–30771. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8167-y>.
- Mukherjee, K., Pal, S., Mukhopadhyay, M. 2018. Impact of flood and seasonality on wetland changing trends in the Diara Region of West Bengal, India. *Spatial Information Research*, 26 (4), 357–367. <https://doi.org/10.1007/s41324-018-0177-z>.
- Ormeçi, C., Ekerin S. 2007. An assessment of water reserve changes in Salt Lake, Turkey, through multi-temporal landsat imagery and real-time ground surveys. *Hydrological Processes*, 21 (11), 1424–1435. <https://doi.org/10.1002/hyp.6355>.
- Özelkan, E., Karaman, M. 2018. The analysis of the effect of meteorological and hydrological drought on dam lake via multitemporal satellite images: a case study in Atikhisar Dam Lake (Çanakkale), Ömer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, 7(2), 1023–1037. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.443230>.
- Öztürk, D., Sesli, F. A. 2015. Kızılırmak Lagünlerinin Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimlerin Analizi. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII. Teknik Sempozyumu*. Konya, Türkiye. 60–66.
- Özyavuz, M., Yazgan, M. E. 2010. Planning of İğneada Longos (flooded) forests as a biosphere reserve. *Journal of Coastal Research*, 26(6), 1104–1111. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-09-00065.1>.
- Özyavuz, M. 2011. Determination of temporal changes in lakes Mert and Erikli using remote sensing and Geographic Information Systems. *Journal of Coastal Research*, 27(1), 174–181. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-10-00107.1>.
- Paiman, T., Asmawi, M. Z. 2017. GIS application in coastal management: the perspectives of government agencies in Selangor, planning Malaysia, *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 15(3), 159–170. <https://doi.org/10.21837/pmjournal.v15.i3.306>.
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., Stenseth, N. C. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(9), 503–510. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.011>.
- Rashid, S. N. 2016. Change detection analysis of Dukan Dam surface area from (2000– 2016) in Sulaimaniyah, Iraq, using remote sensing and GIS. Master of Science Thesis, Bingöl University, Turkey
- Rebelo, L. M., Finlayson, C. M., Nagabhatla, N. 2009. Remote sensing and GIS for wetland inventory, mapping and change analysis. *Journal of Environmental Management*, 90, 2144–2153. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.027>.
- Reis, S., Yılmaz H. M. 2008. Temporal Monitoring of Water Level Changes in Seyfe Lake Using Remote Sensing. *Hydrological Processes*, 22(22), 4448–4454. <https://doi.org/10.1002/hyp.7047>.
- Sarp, G., Özcelik, M. 2017. Water body extraction and change detection using time series: A case study of Lake Burdur, Turkey. *Journal of Taibah University for Science*, 11 (3), 381–391. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2016.04.005>.
- Selim, S., Çoşlu, M., Sönmez, N. K., Karakuş, N. 2016. Detection of shorelines using RS and GIS techniques and encountered problems in the coastal region of the Lake Köyceğiz and Dalyan channels. *Süleyman*

- Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences, 20 (2), 254–260. <https://doi.org/10.19113/sdubed.78402>.
- Şener, E., Davraz, A. Şener, S. 2010. Investigation of Akşehir and Eber Lakes (SW Turkey) coastline change with multitemporal satellite images. *Water Resources Management*, 24 (4), 727–745. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9467-5>.
- Tağıl, Ş. 2007. Quantifying the change detection of the Uluabat Wetland, Turkey, by use of landsat images. *Ekoloji*, 64, 9-20.
- Temiz, F., Durduran S. S. 2016. Monitoring coastline change using remote sensing and GIS technology: A case study of Acıgöl Lake, Turkey. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2016) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 44 (4), 042033, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/44/4/042033>.
- Thom, B., Cowell, P. (2005). Coastal changes, gradual. *Encyclopedia of Coastal Science*. (Vol. 1, pp. 251-253). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Tran Thi, V., Tien Thi Xuan, A., Phan Nguyen, H., Dahdouh-Guebas, F., Koedam, N. 2014. Application of remote sensing and GIS for detection of long-term mangrove shoreline changes in Mui Ca Mau, Vietnam, *Biogeosciences*, 11, 3781–3795. <https://doi.org/10.5194/bg-11-3781-2014>.
- Topuz, M., Karabulut, M. 2018. Investigation of the temporal changes and their Ecological effects in the Sarikum Lake (Sinop). *The Journal of International Social Research*, 11 (60), 419–429. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2018.2794>.
- USGS. 2020. Landsat Normalized Difference Vegetation Index. <https://l24.im/FRb> (Erişim tarihi: 20.04.2023).
- Xu, H. 2006. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>.
- Voutilainen, A., Pyhalahhti, T., Kallio, K. Y., Pulliainen, J., Haario, H., Kaipio, J. P. 2007. A filtering approach for estimating lake water quality from remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9(1): 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2006.07.001>.
- Yıldırım, Ü., Erdoğan, S., Uysal, M. 2011. Changes in the coastline and water level of the Akşehir and Eber Lakes between 1975 and 2009, *Water Resourges Management*, 25: 941 – 962.
- Yuca, N., Aşur, F. 2022. Visual landscape quality assessment in the example of Van Yüzüncü Yıl University-Ferit Melen Airport highway route . *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol.59, no.1, 135-145.