



### ALANSAL DEĞİŞİMİN UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ: KARATAŞ GÖLÜ VE ÇEVRESİ ÖRNEĞİ

Hande ÖZVAN<sup>1</sup>, Büşra ARIK<sup>2</sup>, Okan YELER<sup>3\*</sup>, Onur ŞATIR<sup>4</sup> Pınar BOSTAN<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

#### Öz

Ekosistemin büyük ve en önemli parçalarından biri olan beşerî ve doğal birçok tehditle karşı karşıya kalan sulak alanların sürekli izlenmesi, etkin ve sürdürülebilir yönetim kararlarının alınması, sulak alanların korunması açısından oldukça önemlidir. Günümüzde maliyet ve zaman etkin çözümler sunarak sürekli ve kontrollü alansal değişim izleme çalışmaları Uzaktan Algılama yöntemleri ile yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada uluslararası öneme sahip sulak alanlardan biri olan Burdur il sınırları içinde yer alan Karataş Gölü'nün 2020, 2021 ve 2022 yıllarında göl yüzeyi ve göl çevresindeki değişimleri Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüleri kullanılarak izlenmiştir. Uydu görüntülerinden üretilen NDWI (Normalize Fark Su İndisi) ve MNDWI (Değiştirilmiş Normalize Fark Su İndisi) algoritmaları ile gölün yüzey alanı ve sınırı belirlenmiş; NDVI (Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi) ve SAVI (Toprak Ayarlı Bitki İndeksi) analizleri ile ise Karataş Gölü çevresindeki bitki örtüsü yoğunluğu saptanmıştır. İndis sonuçlarına göre su kütlelerinin alansal sınırının belirlenmesi ve yüzey alanların değişiminde NDWI ve MNDWI arasında kayda değer bir farklılık göze çarpmamıştır. Göl çevresindeki bitki örtüsü yoğunluğu değişiminde ise 2022 yılı NDVI ve SAVI değerleri dışında her iki indis değerlerinin de aynı yıllar içinde birbirine yakın sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Birbirini takip eden üç yıllık kısa bir süre içinde yangın, sel ya da kuraklık gibi doğal ve/veya beşerî herhangi bir ekstremün bulunmadığı çalışma alanında her iki indisin de benzer sonuçlar vermesi kaçınılmazdır. Kurumaya yüz tutmuş göl sınırlarının belirlenmesi ve su yüzey alanındaki değişimin tespiti için üç yıllık dönem içinde su yüzey alanı tahmininde 2020 ve 2021 yıllarında MNDWI değerleri NDWI değerlerinden daha yüksek iken, 2022 yılında bu durum tam tersidir.

**Anahtar Kelimeler:** Alansal değişim, Karataş Gölü, NDVI, NDWI, MNDWI, SAVI, Uzaktan Algılama

\*Sorumlu Yazar *Corresponding Author* | Okan YELER, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van, Türkiye, okanyeler@yyu.edu.tr. ORCID<sup>1</sup>:0000-0002-3738-6272, ORCID<sup>2</sup>: 0000-0003-3093-8772, ORCID<sup>3</sup>: 0000-0002-0405-4829, ORCID<sup>4</sup>: 0000-0002-0666-7784, ORCID<sup>5</sup>: 0000-0002-8947-1938

Geliş Received 24.04.2023 | Kabul Accepted 24.05.2023 | Basım Published 30.06.2023

ISSN 2687-2358 | ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article) DOI: 10.53784/peyzaj.1287192

### **DETERMINING LAND CHANGE USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES: THE CASE OF LAKE KARATAŞ AND ITS SURROUNDINGS**

#### **Abstract**

Continuous monitoring of wetlands, which are one of the most important ecosystems facing many human and natural threats, and making effective and sustainable management decisions are very important for protecting them. Today, continuous and controlled spatial change monitoring studies have become widespread with Remote Sensing methods providing cost and time effective solutions. In this study, the land changes in the years 2020, 2021 and 2022 in and around the Lake Karataş in Burdur Province of Turkey, which is one of the Internationally Important Wetlands, were monitored using Landsat-8 OLI/TIRS satellite images. The surface area and boundary of the lake were determined with the NDWI (Normalized Difference Water Index) and MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) algorithms produced from satellite images; Vegetation density around the lake was determined by the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and the SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) analyzes. According to the index results, no significant difference was found between NDWI and MNDWI in the determination of the areal boundary of water bodies and the change of surface areas. In the change of vegetation density around the lake, both indices gave similar results in the same years, except for the NDVI and SAVI values for 2022. It was concluded that both indices will inevitably yield similar results in a short period of three consecutive years unless there are natural and/or human extremes such as fire, flood, or drought. While the MNDWI values were higher than the NDWI values in 2020 and 2021 for the water surface area, the situation was the opposite in 2022.

**Keywords:** Land change, Lake Karatas, NDVI, NDWI, MNDWI, Remote Sensing, SAVI

#### **1.Giriş**

Tarihsel süreç boyunca taşkın ovaları, göl kıyıları ve nehir kıyıları gibi açık kıyılar, uygarlıkların kurulması için en elverişli ve verimli araziler olarak seçilmiştir. Yerel ve bölgesel ekonomiye birçok anlamda katkısı olan sulak alanlar, günümüzde de sayısız yaşam formunu barındırması, yörenin iklimini ılımanlaştırması, buldukları bölgelerdeki su rejimini regüle etmesi, doğal karbon yutağı görevi görmesi (Karakoç, 2019) ve görsel bir değer taşıyarak rekreasyonel faaliyetlere olanak tanınması gibi birçok katkısı nedeniyle yeryüzünde sürdürülebilir bir yönetim anlayışıyla korunması gereken doğal varlıklardan biridir. Sulak alanlar, dünya genelinde yanlış arazi kullanımları, çarpık ve hızlı kentleşme, aşırı nüfus artışı, kontrolsüz ve yanlış sulama teknikleri, evsel ve endüstriyel kirlilik gibi çoğunlukla insan aktiviteleri sonucunda her geçen

gün niteliğini ve niceliğini kaybetmektedir. Antropojenik nedenlerin yanı sıra küresel iklim değişikliği, sıcaklık artışı, yağışların yetersiz düşmesi ve buharlaşmanın fazla olması gibi doğal nedenler de su kütlelerinin varlığını tehdit etmektedir. Sağlayıcı, destekleyici, düzenleyici ve kültürel ekosistem hizmetleri bulunan ve barındırdığı biyoçeşitlilik yönüyle en verimli ekosistemlerden biri olan sulcul ekosistemlerin (Kaplan vd., 2020; Yeler vd., 2021) yasal ve yönetsel çerçevede sürdürülebilir yönetim teknikleriyle kontrolü ve izlenmesi gerekmektedir (Çağlayan vd., 2020). Etkin su kaynakları yönetimi ancak periyodik izleme ile mümkün olmaktadır (Özelkan, 2020). Dünya çapında çevresel ya da alansal değişim tespiti çalışmaları için Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine ait yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal kaynakların izlenmesinde

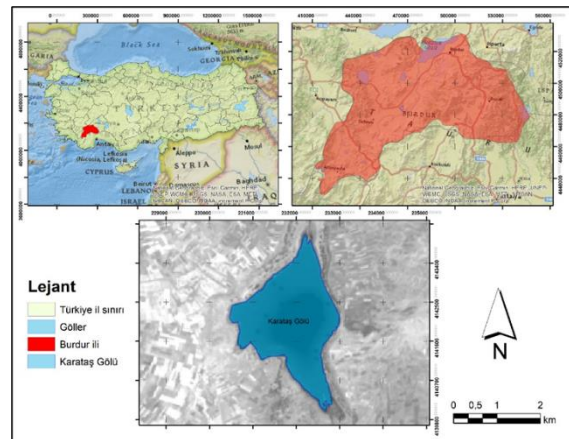
zaman ve maliyet kısıtlarını (Liu vd., 2016; Kale ve Acarlı, 2019; Güher vd., 2022) ortadan kaldıran Uzaktan Algılama yöntemleri, nesnelere fiziksel bir temas olmaksızın nesnelere yansıttığı parlaklıklar sonucu o nesne hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişiklikler nesnelere parlaklıklarında bir farklılığa neden olmakta ve bunun uydu sensörleri yardımıyla algılanması da uzaktan algılamanın konusunu oluşturmaktadır (Mas, 2010; Lu vd., 2013; Khan, 2022). Uzaktan algılama verileri yardımıyla su kütleleri de dahil olmak üzere tüm arazi sınıflarındaki değişimler zamansal-mekânsal olarak belirlenebilmektedir. Sulak alanlardan biri olan göller de farklı fiziksel ve kimyasal su özellikleri ile korunmaya değer doğal kaynaklardır. Göllerin yüzey alanlarının ve su sınırlarının belirlenmesinde su-kara ayrımı Normalize Fark Su İndisi (NDWI) ve Değiştirilmiş Normalize Fark Su İndisi (MNDWI) algoritmaları yardımıyla yapılabilmekte iken göl ve çevresindeki bitki örtüsü yoğunluğunun saptanması için ise Normalize Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI) ve Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü İndisi (SAVI) gibi algoritmalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada korunmaya bağımlı doğal göllerden olan ve günümüzde tamamen yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalan Karataş Gölü ve çevresindeki alansal değişimin bitki ve su indisleriyle izlenmesi ve sonuçların ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Seçilen yılların birbirini takip etmesi, kısa bir periyodu kapsamaması ve ekstremelerin bulunmaması nedeniyle su yüzeyi ve bitki örtüsü sınıflarında dramatik farklılıkların görülmeceği hipotezinden hareketle indislerin aynı yıl içinde birbirleri ile olan tutarlılıkları karşılaştırılarak yorumlanacaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Karataş gölü, Karamanlı ilçe sınırları içinde olup, Karamanlı ilçe merkezine 12 km uzaklıkta, Burdur'a

ise yaklaşık olarak 45 km mesafede yer almaktadır. Yükseltisi yaklaşık 1043 m olan Karataş gölü 37°23'9"K enlem 29°58'18" D boylamında bulunmakta ve esasında tektonik kaynaklı olan Tefenni ovasının kuzeydoğu uzantısında yer alan göl, sıg ve tatlı su özelliğine sahiptir (Şekil 1). Alan Akdeniz bölgesinde yer almasına karşın göl çevresinde Akdeniz ikliminin nitelikleri görülmez. Yöre ve göl çevresinin birçok özellik bakımından Karasal iklime ait özellikler taşıdığı ve geçiş tipi iklimin hâkim olduğu söylenebilir (Çetin, 2009). Uluslararası sulak alanlar listesinde koruma önceliği "Korunmaya Bağımlı" olan göl, yayın balığı ve sazan popülasyonunun yanında yaklaşık 122 adet kuş türüne (Kır, 2005) ev sahipliği yapması nedeniyle 1985 yılında yaban hayatı koruma alanı olarak ilan edilmiştir (Anonim, 2023). Uluslararası kriterlerde B sınıfı sulak alan özelliğine sahip olan Karataş gölü, ornitolojik olarak da büyük önem taşımaktadır. Göl, Bakanlar Kurulu Kararı sonucu 2006 yılında Burdur-Karataş Gölü Yaban Hayatı Geliştirme Sahası olarak tanımlanmış ve göl ve çevresindeki kuş türleri yasal olarak güvence altına alınmıştır (Çetin, 2009). Yüzölçümü 2010 yılı itibarıyla 2428 ha olan gölün günümüzde alansal değişimi gerileme durumundadır ve neredeyse göl yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır.



Şekil 1. Çalışma alanı coğrafi konumu

### 2.2. Çalışma Verileri

Çalışmada kullanılan veriler, USGS Earth Explorer açık erişim sitesinden (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) temin edilmiştir. Arşivinin geniş olması nedeniyle Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüleri tercih edilmiş ve görüntülerin maksimum 15% bulutluluğa sahip temiz görüntülerden olmasına dikkat edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Uydu görüntülerinin alınma tarihleri ve özellikleri

Yıllar	Görüntü alınma tarihi	Uydu seti	veri	Mekânsal çözünürlük
2020	16 Mayıs 2020	Landsat OLI/TIRS	8	30 m
2021	19 Mayıs 2021	Landsat OLI/TIRS	8	30 m
2022	14 Mayıs 2022	Landsat OLI/TIRS	8	30 m

Yalnızca mayıs ayına ait uydu görüntülerinin kullanılması nedeniyle iklim verilerinden mayıs ayı ortalama sıcaklık ve ortalama yağış miktarı ile yıllık ortalama sıcaklık ve yağış miktarı verileri kullanılmıştır (Çizelge 2). Veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün [mgm.gov.tr](http://mgm.gov.tr) adlı web sayfasındaki Resmi İstatistikler arşivinden elde edilmiştir (MGM, 2023).

Çizelge 2. Görüntülerin alındığı mayıs ayı ile yıllık ortalama sıcaklık ve yağış verileri (1932-2022)

	Mayıs	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	16.5	13.3
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.1	19.5
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	10.2	7.6
Aylık Toplam Yağış Miktarı	45.2	426.4
Ort. (mm)		

### 2.3. Yöntem

Çalışmada yöntem olarak vejetasyon ve su indisleri kullanılmıştır. Göl su yüzeyinin değişiminin saptanmasında su ve kara ayrımının yapılabilmesine

imkân veren NDWI ve MNDWI indisleri kullanılmıştır. Tarımsal faaliyetler, yanlış sulama teknikleri ve aşırı tarımsal ilaç kullanımı gibi nedenlerle kalitesi bozulan gölün çevresindeki bitki örtüsü deseninin izlenmesi amacıyla da bitki örtüsü yoğunluğunun belirlendiği NDVI ve SAVI indisleri kullanılmıştır.

#### 2.3.1. Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

NDVI, habitatlardaki değişimi veya kuraklık gibi iklim değişimine bağlı afetlerin bitki örtüsü dağılımındaki ekolojik etkilerinin izlenmesi ve dinamiklerdeki zamansal ve mekânsal eğilimlerin anlaşılması için kullanılmaktadır (Pettorelli vd., 2005). NDVI genellikle bitki örtüsünün yeşillik durumunu ölçmek için kullanılır. Bitki örtüsü yoğunluğunu anlamada ve bitki sağlığındaki değişiklikleri değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (USGS, 2020). NDVI sonucu her zaman -1 ile +1 arasında değişmektedir. Negatif değerler genellikle su kütleleri olabildiği gibi, kentsel alanlarda da NDVI değeri sıfıra yakın değerler almaktadır (Pettorelli vd., 2005). Bunun dışında yoğun yeşil ve sağlıklı bitki örtüsü genellikle +1'e yakın değerler alır. NDVI, kırmızı (R) ve yakın kızılötesi (NIR) bantların yansıma değerleri arasındaki oran olarak hesaplanmaktadır (Eş. 1):

$$(NIR - R) / (NIR + R) \quad (Eş. 1)$$

Landsat 8'de yakın kızıl ötesi (NIR) Bant 5'e; kırmızı (R) ise Bant 4'e karşılık gelmektedir.

#### 2.3.2. Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü İndeksi (SAVI)

SAVI, bitki örtüsünün görece zayıf olduğu alanlarda toprak parlaklığının etkisinin göz önünde bulundurulduğu ve NDVI sonuçlarının düzeltildiği bir indekstir (USGS, 2020). SAVI, toprak renginden kaynaklı farklı sonuçlar oluşmaması için toprak parlaklık düzeltme faktörü eklenmesi ile iyileştirilmiştir (Sever, 2020). Toprak parlaklığını

düzeltilmek için L faktörü eklenmiştir. Bitki örtüsünün çok yüksek olduğu alanlarda  $L=0$ , yeşil bir vejetasyonun olmadığı alanlarda ise  $L=1$  şeklinde alınabilir.  $L=0$  olması durumunda  $SAVI=NDVI$  olacaktır (Sever, 2020). Yüzey yansımından türetilen SAVI formülünde çoğu arazi örtüsü tipini barındırmak için 0,5 olarak tanımlanan bir toprak parlaklık düzeltme faktörü (L) ile kırmızı (R) ve yakın kızıl ötesi (NIR) değerleri arasındaki oran kullanılır (Eş. 2).

$$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} * (1 + L)$$

(Eş. 2)

### 2.3.3. Normalize Fark Su İndisi (NDWI)

Su ve kara ayırımının yapılmasında su kütlelerinin analizi için kullanılan NDWI indeksinde, uzaktan algılama görüntülerinin yeşil ve yakın kızılötesi bantlarının yansıma değerleri kullanılır (Gao, 1996). NDWI, toprağı ve karasal bitki örtüsü varlığını göz ardı ederken su kütleleri varlığı tespiti için yansıyan yakın kızılötesi radyasyon ve görünür yeşil ışıktan yararlanır. Su kütleleri sıfırdan büyük bir değer alırken, su olmayan alanlar sıfır ya da sıfırdan küçük değer aralıklarıyla temsil edilir (McFeeters, 1996; Kaplan vd., 2020). NDWI sonuçları özellikle dramatik alan değişimlerinde bağlam değerlendirmek için NDVI değişim ürünleriyle birlikte kullanılabilir. Su kütlelerinin yansıtma oranı düşük olsa da temiz su, görünür spektrumun mavi kısmında en büyük yansımaya sahip olduğu için su mavi renkte algılanmaktadır (Kshetri, 2018). 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. 3):

$$NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)} \quad (Eş. 3)$$

### 2.3.4. Değiştirilmiş Normalize Fark Su İndisi (MNDWI)

Sulak alanlarda meydana gelen değişimlerin tespit edilmesinde kullanılan MNDWI, piksel değeri -1 ile +1 arasında değer alır. -1 ile 0 değerleri için su, 0 ile +1 değerleri için ise su içermeyen alanlar (toprak, bitki, yerleşme) şeklinde iki sınıf olarak tanımlanmıştır ve aşağıdaki şekilde formüle edilir (Xu, 2006, Çakaroz vd., 2020). Saf ve temiz suyun NIR ve SWIR bantları tarafından yansıtılmadığı, NDWI formülü sonucunda çıkan değer kalitesinin düşük olduğu ve gerçeği tam anlamıyla yansıtmadığı gerekçesiyle NDWI formülü Xu (2005) tarafından geliştirilerek yeşil (G) ve SWIR bantları birlikte kullanılmıştır (Eş. 4):

$$MNDWI = \frac{(G - SWIR)}{(G + SWIR)} \quad (Eş. 4)$$

NDWI aralığına benzer şekilde MNDWI sonucunda da değerler -1 ile 1 arasındadır. Su kütlelerinin yansıma değeri 0,5'ten büyüktür.

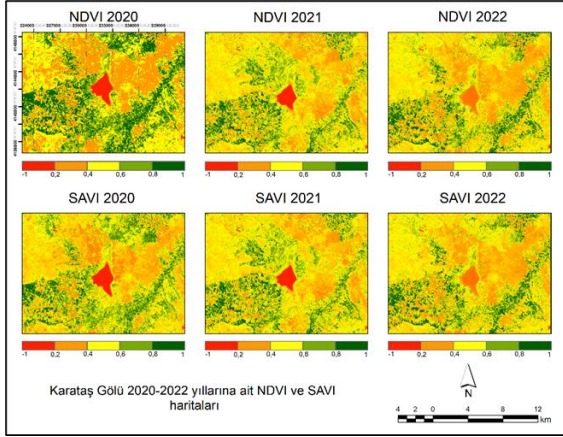
## 3. Bulgular

Bu bölümde indis formülleri sonucunda elde edilen veriler ve oluşturulan haritalar bitki örtüsü yoğunluğu ve su yüzey alanı olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

### *Bitki örtüsü yoğunluk değişimi*

Karataş Gölü ve çevresinde birbirini takip eden ve aynı aya (mayıs) ait üç yıllık bitki örtüsü yoğunluk değişimine bakıldığında özellikle 2020 yılının NDVI ve SAVI indis değerlerinin kendisinden sonraki yıllara oranla azalmış olduğu görülmektedir (Şekil 2). Çok yoğun bitki örtüsü sınıfı olan 0,8-1 arasında değer alan alanların 2020 yılının NDVI sonucunda

diğer yıllara ve indislere oranla daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Karataş Gölü çevresinin bitki örtüsü yoğunluk haritaları

Toplam 34.911 hektarlık bir alanda gerçekleştirilen çalışmada yıllara ve indislere ait sonuçlar çizelgelerde ilgili yoğunluk sınıflarına göre verilmiştir (Çizelge 3 ve 4). NDVI indisi sonuçlarına göre 2020 yılında bitki örtüsünün en yoğun olduğu toplam 19.655 hektarlık bir alan bulunmaktadır. Buna karşılık 2020 yılının SAVI indis sonuçlarına göre en yoğun bitki örtüsünün olduğu alanlar yaklaşık 50% oranında bir farkla, toplamda 10.338 hektarlık bir alan olarak saptanmıştır. Aynı yıla ait NDVI ve SAVI sonuçlarının çok seyrek bitki örtüsü sınıfında sırasıyla 1.576 ha ve 1.893 ha ile birbirinden çok uzak değerler bulmadığı gözlemlenmiştir. NDVI sonuçlarına göre 2020 yılında baskın olarak yoğun bitki örtüsü sınıfı görülürken, SAVI sonucuna göre baskın olarak görülen bitki örtüsü sınıfı orta yoğunluklu bitki örtüsüdür. Göl ve çevresinin 2021 yılı indis sonuçlarında ise su yüzeylerinin algılanmasında indis sonuçlarının birebir olarak örtüştüğü görülmüştür. NDVI sonucunda yoğun bitki örtüsü sınıfı içerisinde toplam 10.130 ha'lık alan olduğu belirlenmiş iken SAVI sonucunda bu değer 9.766 ha'dır. Bitki örtüsünün neredeyse hiç olmadığı seyrek vejetasyonlu alanların NDVI ve SAVI

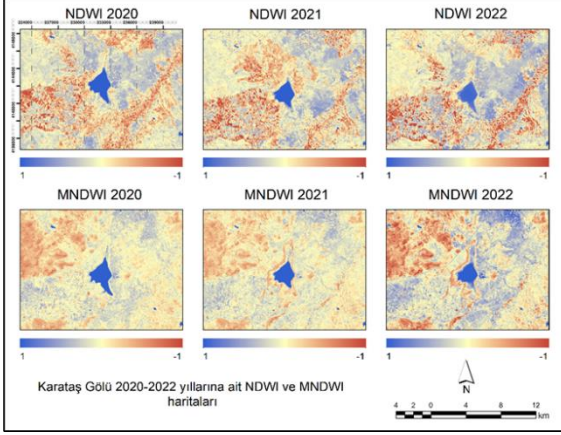
sonuçlarına göre sırasıyla 2.588 ha ve 2.664 ha olduğu hesaplanmıştır. Alansal olarak bitki örtüsü yoğunluk sonuçlarına bakıldığında, NDVI ve SAVI indislerinin her ikisinde 2021 yılında en baskın bitki örtüsü sınıfının orta yoğunluklu bitki örtüsü olduğu görülmektedir. Son olarak 2022 yılına gelindiğinde Çok yoğun bitki örtüsü sınıfı NDVI sonuçlarına göre 10.276 hektarlık bir alan kaplarken bu sayı SAVI sonucunda 8.149 hektardır. NDVI ve SAVI indislerinin her ikisinde de en fazla alansal büyüklüğe sahip sınıfın orta yoğunluklu bitki örtüsü sınıfı olduğu belirlenmiştir. Çok seyrek bitki örtüsünün görüldüğü alanlar NDVI'da 2.364 ha olarak, SAVI'de ise 5.031 ha olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Karataş Gölü çevresi bitki yoğunluklarının yıllara göre değişimi (ha)

Değer	Bitki yoğunluğu	2020 yılı		2021 yılı		2022 yılı	
		NDVI	SAVI	NDVI	SAVI	NDVI	SAVI
<0	Su yüzeyi	482	494	360	360	479	403
		ha	ha	ha	ha	ha	ha
0,8-1	Yoğun bitki örtüsü	1965	1033	1013	9766	1027	8149
		5 ha	8 ha	0 ha	ha	6 ha	ha
0,6-0,4	Orta yoğunluklu bitki örtüsü	1111	1386	1494	1510	1262	1349
		5 ha	5 ha	0 ha	7 ha	0 ha	1 ha
0,4-0,2	Seyrek bitki örtüsü	2083	8321	6893	7014	9172	7567
		ha	ha	ha	ha	ha	ha
0,2-0	Çok seyrek bitki örtüsü	1576	1893	2588	2664	2364	5301
		ha	ha	ha	ha	ha	ha
Toplam		34.91	34.91	34.91	34.91	34.91	34.91
		1 ha	1 ha	1 ha	1 ha	1 ha	1 ha

### Su yüzeyinin alansal değişimi

Karataş Gölü'nün 2020,2021 ve 2022 yıllarında su yüzeyindeki alansal değişiminin NDWI ve MNDWI indis sonuçları haritalanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Karataş Gölü'nün su yüzey değişim haritaları

Göl yüzeyi yaklaşık olarak çalışma alanının yaklaşık olarak 1%'ini oluşturmaktadır. Bu küçük ve sığ gölün 2020 yılında hesaplanan NDWI sonucu 441 ha; MNDWI sonucu ise 493 ha olarak belirlenmiştir. Bu yılı takip eden 2021 yılında ise yine dramatik bir farkın bulunmadığı NDWI ve MNDWI sonuçları sırasıyla 369 ha ve 380 ha olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde 2022 yılında ise NDWI sonucunda su yüzeyi 429 ha iken MNDWI'da bu yüzey alanı 365 ha olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Karataş Gölü su yüzey alanının yıllara göre değişimi (ha)

		2020 yılı		2021 yılı		2022 yılı	
		NDWI	MNDWI	NDWI	MNDWI	NDWI	MNDWI
1	Su	441 ha	493 ha	369 ha	380 ha	429 ha	365 ha
0	Diğer	34.470 ha	34.418 ha	34.542 ha	34.531 ha	34.482 ha	34.546 ha

NDWI ve MNDWI sonuçlarının birbirine yakın olması, küçük yüzey alanına sahip su kütlelerinde su ve kara ayrımının yapılmasında bu indislerin faydalı olabileceğini göstermiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada kullanılan indislerin birbirinin geliştirilmiş ve iyileştirilmiş versiyonlarından seçilmesine dikkat edilmesine rağmen bitki ve su indislerinin aynı yıl için verdiği sonuçlar arasında bariz bir farklılık gözlemlenmemiştir. Su yüzeylerinin alansal

değişiminin belirlenmesi; suyun toprak, bitki örtüsü, yerleşim gibi unsurlardan ayrılabilmesi gibi imkanlar veren NDWI ve MNDWI indisleri arasında da 2022 yılı dışında gözle görülür bir fark tespit edilememiştir. Bunun yanında vejetasyon indislerinden NDVI ve SAVI için benzer şeyleri söylemek mümkün değildir. SAVI indisinin çıplak toprak yüzeylerinin baskın olduğu, seyrek bitkisel örtülü alanların saptanmasında daha elverişli bir indis olduğu bu çalışmada da saptanmıştır. NDVI indis habitat değişiminde ve bitki kapallığının izlenmesinde en yaygın indis olarak kullanılması sebebiyle bu çalışmada tercih edilmiştir. Toprak yansımaya değerinin hesaba katıldığı SAVI indis sonuçlarında da 2022 yılı bitki örtüsü değerleri dışında NDVI ile büyük farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Elbette söz konusu indislerin tutarlılıkları ve gerçeğe uygunlukları detaylı doğrulama işlemlerine ihtiyaç duymaktadır. Karataş Gölü ve çevresinde hâkim olan ekonomik kaynaklı insan faaliyetleri tarım ve balıkçılıktır. Geniş ölçekte tarım alanlarıyla kaplı göl çevresinde, belli başlı step türleri haricinde doğal bitki örtüsü yok denecek kadar azdır. Bunun yanı sıra tarım alanları dışında kalan kalkerli yüksek alanlar ise bitki örtüsü açısından oldukça yoksun alanlardır. Göl çevresinde göze çarpan başlıca yeşil alanlar, kuzey ve batı kıyılarında yoğun olarak bulunan sazlıklardır. Göl çevresi arazi kullanımı açısından bakıldığında tarım alanlarının ağırlıkta olduğu söylenebilir. Gölün sahip olduğu doğal karakter göl çevresine yapılan seddeler ile değiştirilerek göl bir baraj gölü haline getirilmiştir. Burdur Gölü'nün en önemli su kaynağı olarak bilinen Eren Çayı (Bozçay) sularının Karamanlı Barajı'nda tutulmaya çalışılması gölün alanının tamamının dolmasına engel olmakta ve gölün hacminin ancak yarısının dolabilmesine neden olmaktadır. Yarı kurak bir iklimde yer alan göl ve çevresindeki yanlış arazi kullanımı ile yıllık yağış ve sıcaklık ortalamalarına bakıldığında gölün kısa bir süre içinde tamamen kuruma tehdidiyle karşı karşıya olduğu çıkarımı

yapılabilir. Gölün 30 yıllık ortalama sıcaklık ve ortalama yağış verileriyle mayıs ayı ortalamaları karşılaştırıldığında mayıs ayı ortalama sıcaklıklarının yıllık ortalama sıcaklık değerlerinden yaklaşık 3-4 °C fazla olduğu ve yağış miktarının da mevsim normalleri altında seyrettiği bilgisinden hareketle, gölün yanlış arazi kullanımları ve ekonomik kalkınmaya yönelik tek taraflı alınan kararlar nedeniyle tamamen kurumaya yüz tuttuğu söylenebilir. Yörede ekonomik kalkınmaya yönelik sulamalı tarım faaliyetlerinin teşvik edilmesiyle beraber, göl üzerindeki baskı her geçen gün artmaktadır. Bunun yanında Karataş Gölü'nde var olan zengin kuş popülasyonunu koruyabilmek için gerçekleştirilen su kuşlarının sayımları kuş gözlem toplulukları tarafından düzenli olarak izlense de alanın bütüncül korunmasına yönelik herhangi bir koruma çalışması bulunmamaktadır. Bu da günümüzde Karataş Gölü gibi bir doğal kaynak değerinin niteliğini kaybederek yok olma tehdidiyle yüzleşmesine neden olmuştur. Çalışma alanının karşı karşıya olduğu tehlikelerden yola çıkarak Karataş Gölü ve benzer karakterdeki su kütlelerinin ve çevresindeki bitki örtüsü varlığının korunabilmesi için aşağıda tespit edilen sorunlara yönelik öngörülen birtakım tedbirlerin alınması ve su kütlelerinin söz konusu doğal kaynak değerlerinin korunması sağlanabilir:

Ekonomik kalkınma amaçlı alınan kararların sulak alanların korunması ilkesiyle uyuşmaması neticesinde, Karataş Gölü ve benzer sulak alanların yöre insanları tarafından tarımsal ve hayvansal amaçlarla sulama işlemlerinde kullanılması, hali hazırda yarı kurak bir iklime sahip bu coğrafyada tatlı su potansiyelinin karşılanması için göllerin yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde Karataş Gölü ve çevresinde vahşi sulama tekniklerinin kullanılması, yağmurlama sulama sistemleri yerine salma sulamanın yaygın olarak kullanılması da bir başka sorun olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Bilhassa yaz döneminde artan buharlaşmanın da eklenmesiyle su yüzeylerindeki çekilme ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Bu nedenle buharlaşmanın en aza indirileceği kapalı kanal sistemlerine geçilmeli, salma sulama yerine yağmurlama tekniği benimsenmeli, yöredeki tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin sürdürülmesinde yöre insanı bilinçlendirilerek temelde yatan ekonomik kaygılar neticesinde doğal kaynakların sürdürülebilir olmayan yöntemlerle niteliğini kaybetmesi önlenmelidir.

Gölün karşı karşıya olduğu bir başka sorun ise kaçak avcılık faaliyetleridir. Kooperatiflerin bilgisi dahilinde olmayan ve belirli avlanma zamanları dışında gerçekleştirilen yasa dışı avcılık nedeniyle sudak, kerevit ve aynalı sazan gibi doğal türler korunamamakta ve bu nedenle sucul ekosistemdeki biyoçeşitlilik tehdit altına girmektedir. Buradan hareketle belirlenen genel av yasağı takvimine uygun olmayan avlanmaların takibi ve tespiti sağlanmalı, balıkçılar bu konularda bilinçlendirilmelidir.

Göl rezervuarının küçülmesine neden olan bir başka sorun ise bitki örtüsündeki zayıflık olarak karşımıza çıkmaktadır. Bölgede tarım arazileri dışında kalan alanlar, bitki örtüsünden neredeyse tamamen yoksundur. Bu nedenle yörenin toprak ve iklim özelliklerine uygun kontrollü ağaçlandırma çalışmaları teşvik edilerek erozyonun önlenmesi sağlanmalı ve böylece gölün rezervuar alanının da küçülmesinin önüne geçilmelidir.



**Kaynaklar**

- Anonim (2023) Karataş Gölü. Bahtiyar Kurt. <https://www.dogadernegi.org/karatas-golu/> (Erişim tarihi: 20.04.2023).
- Çağlayan E B, Erel F, Samur E B, Deniz M, Mobariz M A, Kaplan G (2020) Uzaktan algılama teknikler ile Akşehir Gölü'ndeki alansal değişiminin izlenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi 2(2): 70-76.
- Çakaroz D, Özelkan E, Karaman M (2020) Sulak alanlarda uzaktan algılama ile belirlenen zamansal değişime kuraklığın etkisinin incelenmesi: Umurbey deltası (Çanakkale) örneği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi (20):898-916.
- Çetin B (2009) Karataş (Bahçeözü) Gölü (Burdur-Karamanlı) sulak alanının kullanımı ve ortaya çıkan sorunlara coğrafi bir bakış. Nature Sciences 4(4):157-174.
- 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.
- Güher H, Öterler B, Elipek B Ç, Yeler O, Aydın G B (2022) Spatial and temporal evaluation of the physicochemical quality of domestic/industrial water in the Kırklareli Reservoir (Turkish Thrace). Journal of the Serbian Chemical Society, 87(3), 389-399.
- Kale S, Acarlı D (2019) Shoreline change monitoring inAtikhisar reservoir by using remote sensing and geographicinformation system (GIS). Fresenius EnvironmentalBulletin 28(5), 4329.
- Kaplan G, Avdan Z, Avdan U, Jovanovska T (2020) monitoring shared international waters with remote sensing data. Resilience 4(1): 77-88.
- Karakoç D Y (2019) Türkiye'de Sulak Alanlar. 5. Çevre Günleri Uluslararası Sempozyumu-İnsanların Doğayla Kenetlenmesi, Kentte ve Doğal Alanda, Kutuplardan Ekvatora, Ankara, Turkey, 08 June 2017, s. 100.
- Khan R N H (2022) Study of fluctuations in surface area of Lake Haramaya using NDWI and MNDWI methods. JGISE 5(1):36 – 41.
- Kır İ (2005) Karataş Gölü (Burdur) ve çevresinin balık, amfibi ve sürüngen faunası. Ekoloji 14(56): 23-25.
- Kshetri T (2018) NDVI, NDBI & NDWI Calculation Using Landsat 7, 8. <https://l24.im/cF9Y6wZ> (Erişim tarihi: 21.04.2023).
- Liu Z, Yao Z, Wang R (2016) Assessing methods ofidentifying open water bodies using Landsat 8 OLIImagery. Environ Earth Sci 75, 873.
- Lu S, Ouyang N, Wu B, Wei Y, Tesemma Z (2013) Lake water volume calculation with time series remote-sensing images. International Journal of Remote Sensing 34(22), 7962–7973.
- Mas J F (2010) Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. International Journal of Remote Sensing 20(October 2011), 37–41.
- 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.
- MGM (2023) İllere ait mevsim normalleri, Burdur. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BURDUR>. (Erişim tarihi: 23.05.2023).
- Özelkan E (2020) Water body detection analysis using ndwi indices derived from Landsat-8 OLI. Polish Journal of Environmental Studies 29(2).
- 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 & evolution 20(9):503-510.
- Sever M (2020) Landsat 8 uydusundan alınan 2 farklı tarihli görüntülerin indeks uygulaması ile karşılaştırılması. Millî Savunma Üniversitesi Hezârfen Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- USGS (2020) Landsat Normalized Difference Vegetation Index. <https://l24.im/FRb> (Erişim tarihi: 20.04.2023).
- Yeler O, Taş Divrik M, Çamur Elipek B (2021) Determination of Snowmelt Water Quality



# PEYZAJ



## Eđitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi

PEYZAJ - Eđitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 5/1 (2023) 30-39

in Outdoor Green Areas: A Case Study at Van Province (Turkey). Aquatic Sciences and Engineering, 36 (2), 78-84.

Xu H (2005) A study on information extraction of water body with the modified normalized difference water index (MNDWI). Journal of Remote Sensing 9: 589-595.