

GSJ JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1, Issue: 2, p. 35-48, 2019

SULAK ALANLARIN YÖNETİMİ KAPSAMINDA SU İNDEKSİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE TESPİTİ, GÖLLER YÖRESİ

Talha Aksoy¹

Serhat Sarı²

Alper Çabuk³

(Received 18.02.2019 Published 28.02.2019)

Özet

Göller, barındırdıkları canlı tür çeşitliliği ile önemli ekosistem alanlarıdır. Bunun yanı sıra, buldukları bölgenin iklimine etki etmekte ve hatta tarım faaliyetlerine de katkı sağlamaktadır. Artan ivmeyle yükselen nüfus, tarım alanları ile doğru orantılıdır. Nüfus artışı, tarımsal üretimden elde edilen verimi de gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla sulak alanlar, tarım arazileri sulaması için kullanılan birincil kaynaklar haline dönüşmektedir.

Türkiye, sulak alanlar açısından zengin bir ülkedir. Geçici gölcükler ve bataklıklar hariç tutulduğunda dahi, sürekli göl sayısı 300 civarındadır. Çalışma alanı olarak ise ülkenin önemli sulak alanlarından biri olan Burdur göller bölgesi seçilmiştir. Son yıllarda medyada çıkan haberlere göre, bu alandaki birçok göl tehlike altındadır. Göllerdeki su oranı azalmakta ve tuzluluk oranı artmaktadır. Bu çalışma, uzaktan algılama araçları ile göllerdeki zamansal değişimi haritalamayı amaçlamıştır. Ayrıca, göller yöresindeki su indeksinin mevcut durumu ortaya konulmuş ve buna bağlı olarak sulak alan yönetiminde uzaktan algılamanın önemine dikkat çekilmiştir. Bu çalışma ile birlikte tespit edilen sulak alanlardaki zamansal değişim, tarımsal faaliyetler açısından da oldukça önemlidir.

Çalışmada kullanılan normalize edilmiş su indeksi (NDWI), su kütlesinin haritalanması için en uygun yöntemdir. NDWI çoğu durumda su hakkında bilgiyi etkili bir şekilde artırabilir. Çalışmada yararlanılan NDWI analizlerine ek olarak, sulak alanlardaki su çekilmelerinin tespiti zamansal değişim analizi ile yapılmıştır. Elde edilmiş analiz sonuçları mevcut durumu ortaya koymakta ve gelecekte yapılması muhtemel çalışmalarla geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Sulak alanlar, Uzaktan algılama, NDWI, Göller yöresi, Sulak alan yönetimi

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Eskişehir, Türkiye, tlhksy@gmail.com

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Eskişehir, Türkiye, serhatsari@live.com

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Restorasyon Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Abstract

Lakes are important ecosystem areas with the diversity of species they live. In addition, it affects the climate of the region and even contributes to agricultural activities. Population rising with increasing acceleration is directly proportional to agricultural areas. Population growth also requires the yield obtained from agricultural production. Therefore, wetlands are the primary sources used for irrigation of agricultural lands.

Turkey is a country rich in wetlands. Even when temporary lakes and marshes are excluded, the number of continuous lakes is around 300. As the study area, Burdur lakes region, which is one of the important wetlands of the country, was selected. According to media reports in recent years, many lakes in this region are in danger. The rate of water in the lakes decreases and the salinity rate increases. This study aims to map the temporal change in lakes with remote sensing tools. In addition, the current status of the water index in the lakes region was revealed and the importance of remote sensing in wetland management was pointed out. The temporal change in the wetlands determined with this study is also very important in terms of agricultural activities.

The normalized water index (NDWI) used in the study is the most appropriate method for mapping water bodies. In most cases, NDWI can effectively increase knowledge about water. In addition to the NDWI analysis, the determination of water withdrawal in wetlands was done by a temporal change analysis. The results of the obtained analysis reveal the current situation and can be improved by future studies.

Keywords: Wetlands, Remote sensing, NDWI, Lakes region, Wetland management

1. GİRİŞ

Göller, barındırdıkları canlı tür çeşitliliği ile önemli ekosistem alanlarıdır. Bunun yanı sıra, buldukları bölgenin iklimine etki etmekte ve hatta tarım faaliyetlerine de katkı sağlamaktadır. Artan ivmeyle yükselen nüfus, tarım alanları ile doğru orantılıdır. Nüfus artışı, tarımsal üretimden elde edilen verimi de gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla sulak alanlar, tarım arazileri sulaması için kullanılan birincil kaynaklar haline dönüşmektedir. Göllerde, deltalarda ve sulak alan niteliği taşıyan diğer alanlarındaki doğal hayatın devamı için gerekli olan su ihtiyacı ise önemsenmemektedir (Ataol, 2010). Bu çalışmada, göller yöresindeki su indeksinin mevcut durumu ortaya konulmuş ve buna bağlı olarak sulak alan yönetiminde uzaktan algılamanın önemine dikkat çekilmiştir.

1.1. Genel Kavramlar

Sulak alan terimi, bir dizi ortak özelliğe sahip olup; geniş bir yelpazedeki karasal, kıyusal ve denizsel yaşama ortamlarını bir araya getiren ekosistemlerdir (Çağırankaya ve Meriç, 2013). Sulak alanlar, biyolojik ve fiziksel özelliklerine göre gruplandırılır. Doğal ve suni özellikler taşıyabilir ve bu özelliğe bağlı olarak sulak alanlar için çok sayıda tanımlar geliştirilebilir.

Ramsar Sözleşmesine göre sulak alanlar; alçak gelgitte derinliği altı metreyi aşmayan deniz suyu alanlarını da kapsamak üzere, doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akar, tatlı, acı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, sazlık, ıslak çayırlar ve turbalıklar olarak tanımlanmaktadır (Matthews, 1993).

Türkiye, sulak alanlar açısından zengin bir ülkedir. Geçici gölcükler ve bataklıklar hariç tutulduğunda dahi, sürekli göl sayısı 300 civarındadır. Ülkemizdeki sulak alanların karakterlerine çok uyan bir sınıflama European Community (1993) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, sulak alanlar 7 ana grupta toplanmıştır:

- Haliç ve deltalar,
- Tatlı su bataklıkları,
- Göller,
- Nehir ve taşkın ovaları,
- Turbalıklar,
- Kıyusal sulak alanlar,
- İnsan yapısı sulak alanlardır (Çağırankaya ve Meriç, 2013).

Sulak alanların yönetimi ve geliştirilmesinde doğru ve güvenilir verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca sulak alanların korunması için de doğru veriler ve bu verilerin güvenilir yöntemle toplanması gereklidir. Toplanan veriler ile birlikte amaca uygun haritalar üretilebilir. Verilerin toplanması ve ilgili alanların sürekli izlenmesi için ise uygun teknoloji kullanılmalıdır. Uzaktan algılama teknolojisi sulak alanların farklı bantlarda görüntülerinin elde edilebildiği, doğru, tekrarlanabilen ve zamansal sayısal verinin elde edilmesine olanak sağlayan güçlü ve yararlı bir araç olarak tanımlanmaktadır (Bektaş Balçık, 2010).

Normalize edilmiş su indeksi (NDWI) su kütlesinin haritalanması için en uygun yöntemdir. Su kütlesi, görünür dalga boyundan kızılötesi dalga boylarına kadar güçlü emilebilirliğe ve düşük radyasyona sahiptir. NDWI çoğu durumda su bilgisini etkili bir şekilde artırabilir (Anonim-4, 2019).

Bu bölümde çalışmanın kavramsal çerçevesi çizilmiş ve kullanılan yöntem hakkında teorik bilgi verilmiştir. Bir sonraki bölümde, çalışma alanı tanıtılmış ve mevcut durum ortaya konmuştur.

1.2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Burdur göller bölgesi seçilmiştir. Son yıllarda medyada çıkan haberlere göre, bu alandaki birçok göl tehlike altındadır. Göllerdeki su oranı azalmakta ve tuzluluk oranı artmaktadır. Bu çalışma, uzaktan algılama araçları ile göllerdeki zamansal değişimi haritalamayı amaçlamıştır.

Göller Yöresi, Anadolu'nun güneybatısında Konya, Isparta, Burdur, Denizli ve Afyonkarahisar il sınırlarına kadar yayılmaktadır. Göller yöresi sadece sulak alan özelliği taşıması ile değil, Paleolitik Çağ'dan itibaren önemli bir yerleşim alanı olması ile de öne çıkmaktadır (Uysal, 2018). Buna bağlı olarak sosyal yaşantı ve çalışmayla ilgili konulardan tarımsal faaliyetler de gelişmiştir. Bu çalışma kapsamında, örnekleme alanı olarak Burdur, Eğirdir, Beyşehir ve Yarışlı Gölü seçilmiştir (Şekil 1). Çalışma ölçeği 1:30.000'dir.



Şekil 1. Çalışma alanı (Anonim-5, 2019).

1.3. Mevcut Durum Analizi

Türkiye'nin kapalı havzalarında uygulanan tarım faaliyetleri, mevcut yağış durumu göz önüne alınmadığı koşullarda, havza alanlarındaki göllere büyük oranda zarar vermektedir. Göller ile ilgili ekosistem de aynı derece zarardan etkilenmektedir. Plansızlığın bir sonucu olarak ortaya çıkan bu soruna bir örnek Burdur Gölü'dür. Ataol (2010), Burdur Gölü üzerine hazırladığı çalışmada, göldeki 9,5 metrelik bir alçalmadan bahsetmiştir. Ayrıca 1987 yılında gölün yüzey alanı 203 km² iken, 2008 yılına gelindiğinde 146 km²'ye kadar düşmüştür. Dünya'da ve ülkemizde, sulak alanlardaki sorunlar akademik ölçekte olduğu kadar, medyada da gündemdir. Birçok farklı basın-yayın organı, göller yöresinin de dahil olduğu, sulak alanlardaki su miktarının azalması ve tuzluluk oranının artmasına dikkat çekmektedir. Ayrıca bu alanlardaki, ekosistem çeşitliliğinin de tehlike altında olduğuna vurgu yapılmaktadır.

2. MATERYAL – YÖNTEM

Önceki bölümlerde sulak alan ve su indeksi kavramı açıklanmıştır. Daha sonrasında çalışma alanı hakkında bilgi verilmiş ve çalışma sorununun mevcut durumu ortaya konulmuştur. Bu bölümde ise, kullanılan materyaller ve yöntem hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Materyal

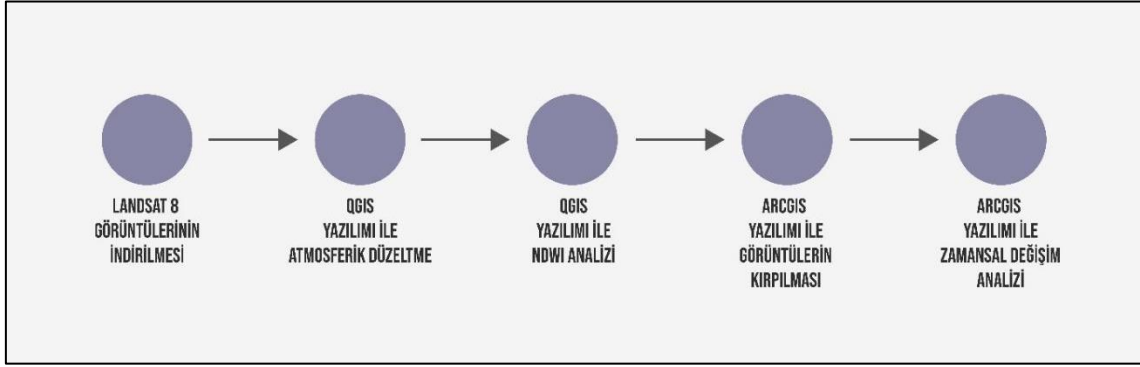
Çalışmada 2 farklı tipte materyal kullanılmıştır. Bunlardan ilki Landsat – 8 görüntülerinin oluşturduğu verilerdir. Diğer tip materyal ise analizlerin ve görüntü işlemenin yapıldığı yazılımlardır. QGIS ve ArcGIS olmak üzere iki farklı yazılım kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan materyaller şunlardır:

- Landsat 8 görüntüleri
- QGIS 3 yazılımı
- ArcGIS 10.5 yazılımı

Kullanılan Landsat 8 görüntüleri için <https://glovis.usgs.gov/> web adresinden faydalanılmıştır (Anonim-6). 2013 ve 2018 yılları Ağustos ayına ait bu görüntüler en fazla %10 bulutluluk oranına sahiptir. Görüntüler 30 m çözünürlüktedir. Görüntü işleme ve uzaktan algılama analizleri için ise QGIS 3 ve ArcGIS 10.5 yazılımları tercih edilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu bölümde çalışmanın yöntemine ait bilgiler verilmiştir. Çalışma beş ana adımda tamamlanmıştır. Bunlardan ilki verilerin toplanmasıdır. Toplanan verileri üzerinde, yazılım aracılığıyla atmosferik düzeltme işlemi uygulanmıştır. Sonrasında NDWI analizi gerçekleştirilmiştir. Görüntüler yazılım aracılığıyla kırılmış ve son olarak zamansal değişim analizi ile sonuçlanmıştır. Çalışmanın yöntem akış şeması Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Yöntem akış şeması.

Yapılan analizlerde kullanılan görüntüler Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun web sitesinden indirilmiştir. Sitede; Sentinel-2, Landsat 4-5, OrbView-3 gibi farklı uydulardan toplanmış görüntüler paylaşılmaktadır. Bu çalışma için Landsat 8 uydusu görüntüleri tercih edilmiştir. Landsat 8 uydusu, 2013 tarihinden günümüze kadar olan görüntüleri kapsamaktadır. Dolayısıyla, yapılmış analizlerde 2013'ten 2018'e zamansal değişim sonuçları elde edilmiştir.

Uzaktan algılama çalışmalarında uydu görüntülerinde mutlaka çeşitli düzeltmelerin yapılması gerekmektedir. Bu düzeltmeler geometrik ve radyometrik düzeltmeleri olarak ikiye ayrılmaktadır (Lillesand, Kiefer & Chipman, 2007). Bu çalışma kapsamında kullanılan USGS Landsat – 8 görüntüsünün geometrik düzeltmeye ihtiyacı yoktur. Çalışmalarda kullanılan birden fazla görüntüler farklı zamanlara ait olduğundan farklı atmosferik koşullardan etkilenmişlerdir. Ayrıca görüntüler üzerinde, gazlar veya tozdan kaynaklanan bir miktar atmosferik bozulma söz konusu olacaktır. Bu tür bozulmaları düzeltmek amacıyla atmosferik düzeltme yöntemleri uygulanmaktadır (Lillesand, Kiefer & Chipman, 2007; Jensen 2005). Atmosferik düzeltme işlemi için, uzaktan algılama çalışmalarında sıkça tercih edilen “semi – automatic classification” eklentisi kullanılmıştır.

Normalize edilmiş su indeksi (NDWI) (Gao, 1996), yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantlarından elde edilen uydu kanallı bir indekstir. NIR ve SWIR kombinasyonu, yaprağın iç yapısı ve kuru madde içeriği tarafından etkilenen varyasyonları ortadan kaldırarak bitki örtüsü su içeriğinin alınmasındaki doğruluğu artırır (Ceccato vd., 2001). QGIS 3 yazılımı kullanılarak, Landsat 8 görüntülerinin normalize edilmiş su indeksi hesaplanmıştır. Bu hesaplama işlemi için kullanılan formül Şekil 3'teki gibidir.

$$NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Şekil 3. NDWI formülü.

NDWI değerleri, -1 ve +1 arasında değişir. Yüksek NDWI değeri, yüksek su içeriğine sahip bitki örtüsü ve arazi kaplamasına karşılık gelir. Düşük NDWI değeri ise düşük su içeriğine sahip bitki örtüsü ve arazi kaplamasına karşılıktır. Su stresi döneminde NDWI azalmaktadır (Anonim-3, 2018).

Zamansal değişimin amacı, dijital uydu görüntüleri üzerinden iki veya daha fazla zamanda arazi örtüsü alanlarında meydana gelen değişimleri ayırt etmektir. Zamansal değişimin belirlenmesinde kullanılan uydu görüntüleri, konumdan, spektral yansımadan ve zamandan etkilenmektedir (Muttitanon ve Tripathi, 2005). Uydu görüntülerinin seçim kriterleri, Materyal – Yöntem kısmında belirtilmiştir. QGIS 3 yazılımı ile NDWI hesaplanan görüntüler, zamansal değişim analizinden önce ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak kesilmiştir. Çalışma alanının güney yönündeki Akdeniz'in belli bir kısmı indirilen uydu görüntüsüne dahildir fakat bu bölgenin çalışma ile bir ilgisi bulunmamaktadır. Görüntünün kesilmesiyle, sadece ilgili kısımlar zamansal değişim analizine uygun hale getirilmiştir. Bu işlemin ardından, yine ArcGIS 10.5 yazılımı ile zamansal değişim analizi işlemi yapılmıştır. Bu işlem için, yazılımın "Image Analysis" aracı kullanılmıştır. NDWI hesaplanmış ve kesilmiş görüntüler, yazılım ortamında açılarak, ilgili aracın görüntü işleme bölümündeki "difference" komutu ile tek bir görüntü elde edilmiştir.

Bir sonraki bölümde; Burdur, Beyşehir, Eğirdir ve Yarışlı göllerine odaklanılmıştır. Landsat – 8 uydu görüntüleri kullanılarak yapılan analizler sonucu elde edilen haritalar paylaşılmış ve göllerdeki su indeksi hakkında yorumlama yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE ÇIKTILAR

Araştırma kapsamında Türkiye'nin göller bölgesindeki Burdur, Yarışlı, Eğirdir ve Beyşehir gölleri 2013 ile 2018 yıllarına ait uydu görüntüleri çalışılmıştır. Görüntülerde NDWI analizi ile su indeksi tespit edilmiştir. Sonrasında ise 2013 ile 2018 yılları arasında zamansal değişim ortaya konmuştur.

3.1. Burdur Gölü

Burdur Gölü, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda Söğüt Dağı ile Sulu dere Yayla dağları arasında çöküntü gölüdür. Gölün güney ve kuzeyinde bulunan alüvyon alanda sazlıklar mevcuttur. Göl kapalı bir havzadan oluşmaktadır. Derinlik bazı bölgelerde 100 metreyi bulur. Göl çevresindeki barajlar gölü besleyen akarsuları kullandığı için son yıllarda gölün su seviyesinde düşüşler görülmektedir. Göl suyunda yapılan araştırmalar besin maddesi yönünden zengin olmadığını göstermektedir. Buna rağmen yüze yakın kuş türüne ve yaklaşık olarak 300 bine yakın su kuşuna ev sahipliği yapmaktadır. Endemik kuş türlerinin de barınma alanı olan göl ve çevresi uluslararası öneme sahip bir sulak alandır. (Anonim-1, 2019).

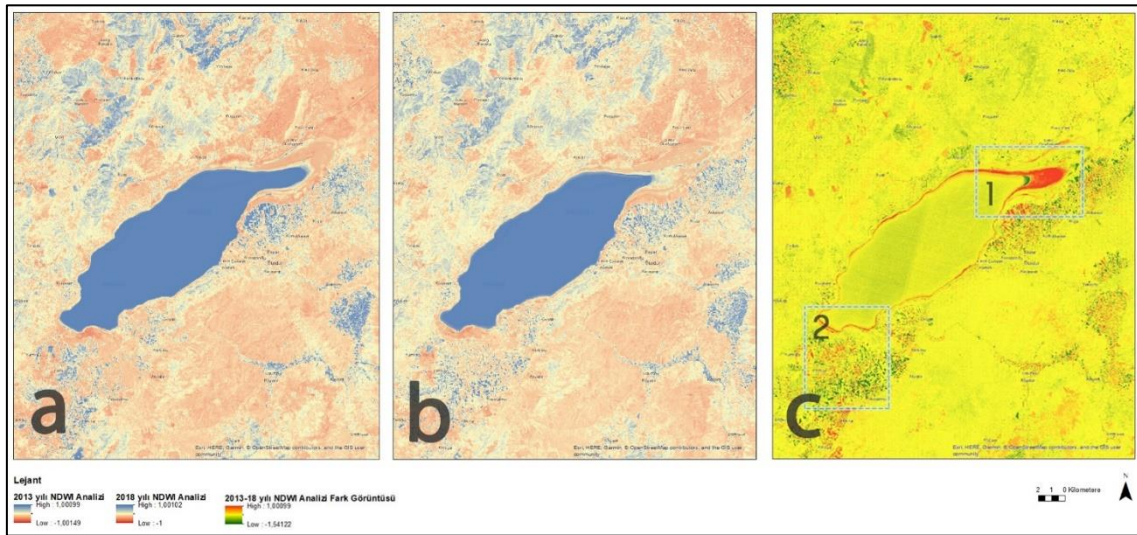
Burdur gölü küresel iklim değişikliklerinden ve tarımsal faaliyetler için kullanılan su tüketimine bağlı kullanılmaktadır. Bu kullanımı gözlemleyebilmek adına göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI

indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Burdur Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında gölün kuzeydoğu kısmında NDWI pozitif değer veren ($> +0.45$) alanlarda 2.8 km'lik, gölün kuzey tarafındaki alanlarda yaklaşık 100 metrelik su çekilmesi olduğu görülmektedir. Gölün güney batı tarafında 120 metrelik su çekilmesi görülmektedir. Yapılan analizde tespit edilen +0.45 ve üstü değerler su ile kaplı olduğu göz önüne alınmıştır. Bu sayede göl suyundaki çekilme rahatlıkla görülebilmektedir (Şekil 4).

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında, 1 numara ile işaretlenen alanda kırmızı renk ile ifade edilen su çekilme bölgesi görülmektedir. Gölün muhtemelen sığ olduğu bu alan 5 yıllık analiz sonucuna göre çekilmenin en şiddetli görüldüğü bölgedir. Aynı zamanda alanın güney kesimi tarımsal faaliyetin yoğun bir şekilde yapıldığı alandır. Özellikle tarımsal faaliyetlerde göl suyunun aktif bir şekilde kullanılması çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir.

Gölün güney kısmında işaretlenen 2 numaralı bölgede sudaki çekilmenin iki aşama halinde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda 2 numaralı bölgenin güneyinde, tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapılmaktadır.



Şekil 4. Burdur Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Burdur Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Burdur Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Burdur Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

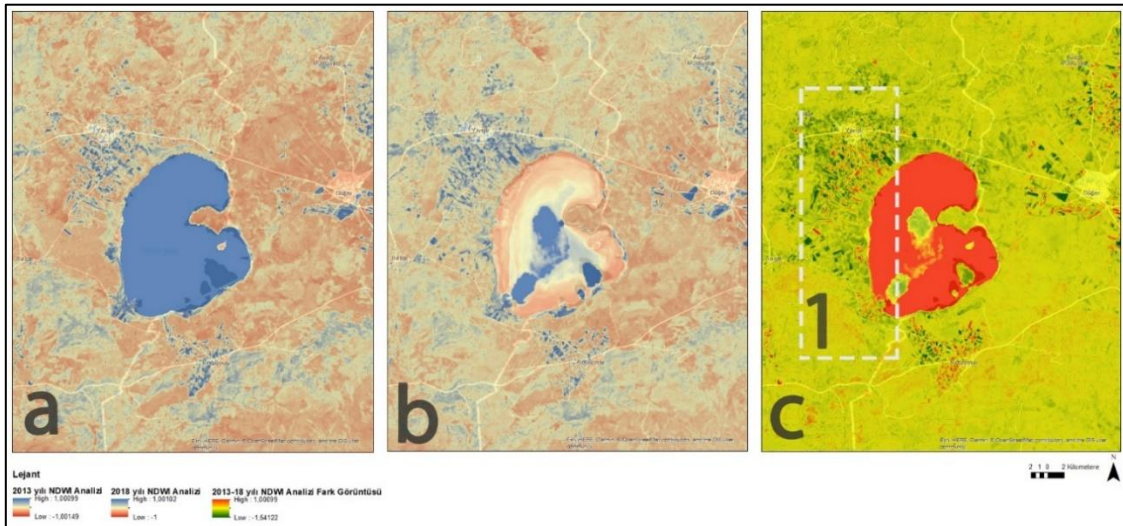
3.2. Yarışlı Gölü

Yeşilova ilçesi sınırları içinde deniz seviyesinden 920 metre yükseklikte (Yarışlı, Harmanlı, Sazak, Kocapınar ve Düğer Köyleri arasında) bulunan Yarışlı Gölü yaklaşık 2622 hektarlık yüzölçümüne sahiptir. Gölün suyu tuzlu ve çeşitli kuşlara ev sahipliği yapmaktadır. Yaz aylarında büyük ölçüde kuruyan göl yakın çevresinde tuzcul bataklıklar bulundurmaktadır. Yarışlı Gölü, nesli tehlike altında bulunan dikkuyrıklar (*Oxyura leucocephala*) ve göç döneminde gölü kullanan flamingolar (*Phoenicopterus roseus*) için önemlidir. (Eken 2006).

Yarışlı Gölü çalışmada incelenen diğer göllere göre daha küçük yüz ölçümüne sahiptir. Bu sebepten kıyılardan içerlere su çekilmesi gölün yüzey alanına oranla daha fazla olmaktadır. Bu çekilmeyi gözlemleyebilmek adına göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir (Şekil 5).

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Yarışlı Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında kuzey güney doğrultusunda NDWI pozitif değer veren ($> +0.51$) alanlarda yaklaşık 1.5 km'lik su çekilmesi olduğu görülmektedir. Yapılan analizde tespit edilen +0.51 ve üstü değerler su ile kaplı olduğu göz önüne alınmıştır. 2018 yılına ait analizde çekilme sonucu göl merkezine yakın noktalarda 3 adet gölcük oluşumu izlenmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında genel itibariyle gölün tüm yönlerinden çekilme izlenmektedir. 1 numara ile işaretlenen alanda tarımsal faaliyetin yoğun bir şekilde yapıldığı görülmektedir.



Şekil 5. Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

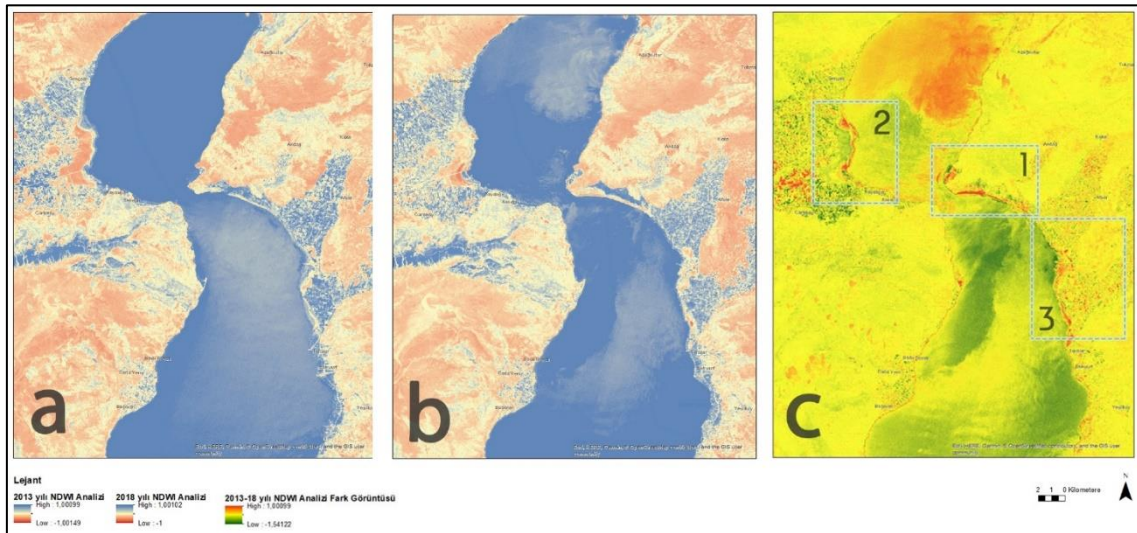
- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

3.3. Eğirdir Gölü

Eğirdir Gölü, Türkiye'nin ikinci en büyük tatlı su gölü olup, yüz ölçümü 62621 hektar, bulunduğu alanın deniz seviyesinden yüksekliği 915 metredir. Göl, koruma statüsü bakımından doğal sit alanı kapsamında olup, içme suyu havzası olmasının yanı sıra biyolojik çeşitliliği yüksek sulak alandır. Avrupa'da 514, Türkiye'de ise 454 farklı kuş türü bulunurken, Türkiye'de bulunan kuş türlerinin 225'i Eğirdir Gölü ve çevresinde barınmaktadır (Eğirdir Gölü, 2019).

Eğirdir Gölü'nün tatlı su içermesi, gölün tarımsal faaliyetlerde de kullanımını kolaylaştırmaktadır. Gölün yoğun kullanımı ve küresel iklim değişiklikleri su seviyesinde çeşitli değişimleri meydana getirmiştir. Bu kullanımı gözlemleyebilmek adına göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Eğirdir Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında gölün orta kısmında (Kayaagzı köyünün kuzey kısmı) NDWI pozitif değer veren ($> +0.51$ 'den $0,14'e$) alanlarda 0.7 km'lik yerel su çekilmesi olduğu görülmektedir. Akkeçili köyünün karşı kıyısında, 300 metrelik su çekilmesi görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında 1 numara ile işaretlenen alanda kırmızı renk ile ifade edilen su çekilme bölgesi görülmektedir. Çekilmenin olduğu bu alanda yoğun tarımsal faaliyet gözlenmemektedir. Çekilme tüm hat boyunca devam etmektedir. Doğal oluşan burnun batı ucunda kırmızı su çekilme alanı göl içinde tekrar etmektedir. Gölün güney kısmında işaretlenen 2 numaralı bölgede sudaki çekilme yoğun tarımsal faaliyetin olduğu alanın doğu kısmında bulunmaktadır. Suyun çekildiği alanın batısında su yönünden pozitif değer veren alan izlenmektedir. Hacılar köyünün kuzeyinde yer alan 3 numaralı alanda yoğun tarımsal faaliyet alanlarının batı ucundan başlayan ve tüm tarımsal alanı takip eden su çekilme alanı görülmektedir.

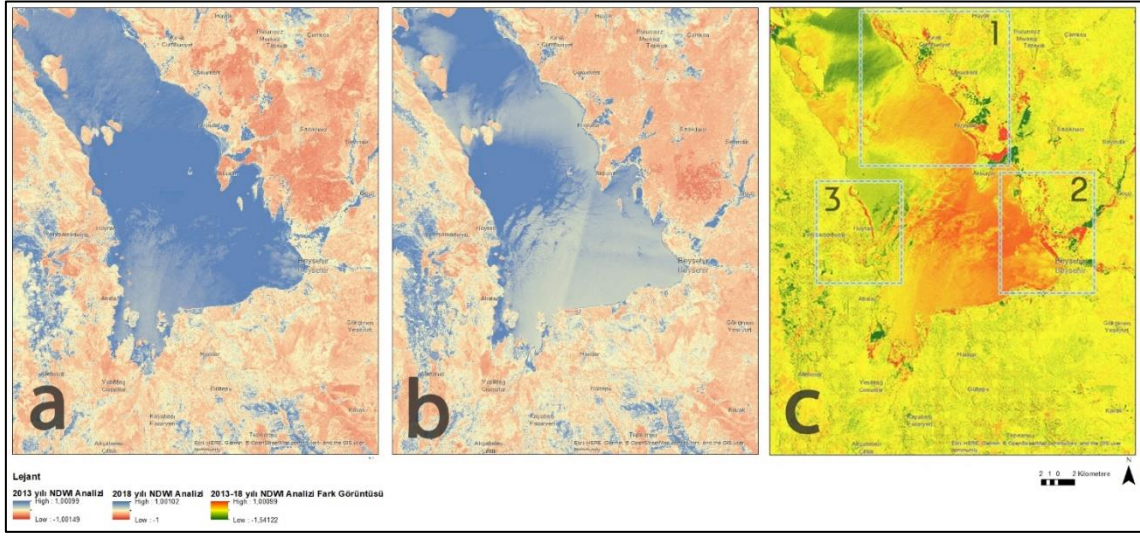
3.4. Beyşehir Gölü

Beyşehir Gölü Türkiye'nin en büyük tatlı su gölüdür. 91947 hektar alana sahip olan göl, 1120 metre deniz seviyesinden yukarıdadır. Alanda iki adet milli park ve doğal kentsel sit alanı bulunur. DSİ'nin yürüttüğü 300 bin hektar alanın sulanmasını düşünüldüğü, Konya Ovası Projesi göl için risk oluşturmaktadır (Etken 2006). Beyşehir Gölü'nün tatlı su içermesi, gölün tarımsal faaliyetlerde de kullanımını kolaylaştırmaktadır. Gölün yoğun kullanımı ve küresel iklim değişiklikleri su seviyesinde çeşitli değişimleri meydana getirmiştir. Bu kullanımı gözlemleyebilmek için göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Beyşehir Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında gölün güney kısmında (Beyşehir merkez batı kısmı) NDWI pozitif değer veren ($> +0.56$ 'dan $0,43$ 'e) alanlarda 0.6 km'lik yerel su çekilmesi olduğu görülmektedir. Kıyıkdede köyünün güneybatı kısmında, çeşitli adacıkların olduğu izlenmektedir (Şekil 7).

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında 1 numara ile işaretlenen alanda kırmızı renk ile ifade edilen su çekilme bölgesi görülmektedir. Çekilmenin olduğu (Kireli Cumhuriyet'ten Akburun'a kadar olan) alanda yoğun tarımsal faaliyet gözlenmektedir. Çekilme tüm hat boyunca devam etmektedir.

Gölün güney kısmında işaretlenen 2 numaralı bölgede sudaki çekilme yoğun tarımsal faaliyetin olduğu Beyşehir merkeze yakın alanda bulunmaktadır. Suyun çekildiği alanın karşı kıyısında bulunan 3 numaralı bölgede, Hoyran köyü sahilinde hat boyunca devam eden çekilme alanı izlenmektedir.



Şekil 7. Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

4. TARTIŞMA

Yapılan çalışmada Landsat-8 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Uzaktan algılama çalışmalarında zamansal çözünürlük, çalışılan alandaki verilerin takip edilebilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu sebepten iki yıl aralığında (2013 ve 2018) oluşan değişiklikler kaçırılmamaktadır. Devam niteliğinde yapılması muhtemel çalışmalarda, 2013 yılı öncesinin uydu görüntüleri kullanılarak zamansal değişime dair daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilir.

Alanı detaylı bir şekilde çalışmak için uydu görüntülerinin başladığı yıllar dikkate alınır ise 1984 yılından günümüze her yıl için uydu görüntüsü alınarak analiz yapılabilir. Detaylı zamansal çözünürlüğün olacağı çalışmada, küresel ısınma verileri de dahil edilerek (yıllık ortalama yağış, sıcaklık, rüzgâr verileri) göllerin sıcaklık artışına verdiği tepki görülebilir. Aynı zamanda çevresel değişimlerin, tarım alanlarının artışı-azalışı ve arazi kullanımları ile de yıllık uydu görüntüsündeki veriler eşleştirilebilir. Bunun yanında gelecek projeksiyonları için her bir gölün derinlik haritası analiz çalışmasına eklenir ise gölün suyunun çekilmesinin göl yüzeyinde nerelerden olacağı belirlenebilir. Bunun yanı sıra sulak alan yönetimindeki karar mekanizmasının daha verimli çalışmasına katkı sağlayabilir. Doğru çalışan karar mekanizması ekosistemin korunması ve sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Ayrıca uygulanan tarım politikalarındaki sorun ve aksaklıklar yapılan zamansal değişim analizleri ile doğru bir şekilde tespit edilebilir. Yapılan bu tespitler, tarımsal faaliyetlerde planlama süreçlerine girdi olarak kullanılabilir.

Gölün ekolojik sürdürülebilirliğinin sağlanması için öncelikle yağış etkinliği gibi doğal faktörler önemlidir. Bunun yanında araştırmada bahsi geçen (Eğirdir, Yarıklı, Burdur ve Beyşehir) göllerinin çevresinde beşerî baskı net bir şekilde görülmektedir. Bu bölgede özellikle yüzey sularının korunması için tarımsal kullanımlarda su tüketimini azaltmak için su gereksinimi az olan türlere ağırlık verilmesi ve diğer taraftan tarımsal sulamada yüksek verimli sistemlerin tercih edilmesi uygun olacaktır. Göllerin çevresinde yaşamını sürdüren insanların sulak alanların korunmasına ilişkin bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir. Sonuç olarak sürdürülebilir tarımsal uygulamalar ve insan sulak alan etkileşiminin doğru olması, göçmen kuşların da uğrak yeri olan bu alanlar için kritik derecede önemlidir. Aksi takdirde sulak alanların sürdürülebilir bir şekilde korunabilmesi ve yönetim planlarının uygulanabilir olması da mümkün olmayacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim-1 (2019). Son Erişim Tarihi: 4 Ocak 2019. Erişim adresi: <http://www.burdurkulturturizm.gov.tr/TR-154880/burdur-golu.html>
- Anonim-2 (2019). Son Erişim Tarihi: 4 Ocak 2019. Erişim adresi: https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/doga_koruma/doal_alanlar/egirdir_golu/
- Anonim-3 (2018). Son Erişim Tarihi: 10 Aralık 2018. Erişim adresi: edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_ndwi.pdf
- Anonim-4 (2019). Son Erişim Tarihi: 5 Ocak 2019. Erişim adresi: <https://www.sentinel-hub.com/eoproducts/ndwi-normalized-difference-water-index>
- Anonim-5 (2019). Son Erişim Tarihi: 6 Ocak 2019. Erişim adresi: <https://www.ilmvemedenyet.com/turkiyenin-sinir-komsulari-ve-sinir-kapilari.html>
- Anonim-6 (2018). Son Erişim Tarihi: 11 Aralık 2018. Erişim adresi: <https://glovis.usgs.gov/>
- Ataol, M. (2010). *Burdur Gölü Havzası İçin Yeni Bir Su Yönetim Modeli Önerisi*. Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Balçık, F. B. (2010). *Mapping and Monitoring Wetland Environment by Analysis of Different Satellite Images and Field Spectroscopy*. İstanbul Teknik Üniversitesi (Doktora Tezi). Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Ceccato, P., vd. (2001). Detecting vegetation water content using reflectance in the optical domain. *Remote sensing of environment*, 77(1), s. 22-33.
- Çağırankaya, S., ve Köylüoğlu, F. (2013). Türkiye'nin Önemli Sulak Alanları: Ramsar Alanlarımız. Çağırankaya, S. ve Meriç, T. B. (Ed.) *Sulak Alan Kavramı, Sulak Alan Nedir? Sulak Alan Sınıflandırması* içinde (s. 9). Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Aksoy, T., Sarı, S. & Çabuk, A. (2019). Sulak Alanların Yönetimi Kapsamında Su İndeksinin Uzaktan Algılama ile Tespiti, Göller Yöresi. *GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics*, 1 (2): 35-48.

- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, DT., Lise, Y. 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği. Ankara.
- Gao, B. C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58(3), s. 257-266.
- Jensen J. R. (2005) Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. NJ: Prentice Hall.
- Lillesand T. M, Kiefer, R. W. ve Chipman, J. (2007). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: Wiley and Sons.
- Matthews, G. V. T. (1993). The Ramsar Convention on Wetlands: its History and Development. Luthi, E. (Ed.). Gland: Ramsar Convention Bürosu.
- Muttitanon, W., ve Tripathi, N. K. (2005). Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(11), s. 2311-2323.
- Uysal, F. (2018). *Göller Yöresinin Tarihi Coğrafyası*. Selçuk Üniversitesi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>