



#### Atıf/Citation

Taş, M.K., & Akpınar, E.,(2021). Burdur havzasındaki göllerde yaşanan seviye değişikliklerinin coğrafi bilgi sistemleri (cbs) ve uzaktan algılama (ua) ile tespiti. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 26 (46), 37-54.

## BURDUR HAVZASI'NDAKİ GÖLLERDE YAŞANAN SEVİYE DEĞİŞİKLİKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE UZAKTAN ALGILAMA (UA) İLE TESPİTİ

Detection of Level Changes In Lakes in Burdur Basin With Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS)

Arş. Gör. Mehmet Akif TAŞ\*

Prof. Dr. Erdal AKPINAR\*\*



#### Öz

Göller ve göl ekosistemleri doğal, beşeri ve ekonomik hayat açısından büyük öneme sahiptir. Bunun için göl ortamlarında ve yakın çevrelerinde neler olup bittiğini, ne tür değişimlerin yaşandığı bilmenin pek çok yararı vardır. Göller Yöresi, adından da anlaşılacağı üzere Türkiye'de gerek sayı, gerekse alan bakımından göllerin en fazla yoğunlaştığı yerdir. Bu yörenin en önemli havzalarından biri, Burdur Havzası'dır. Bu çalışmada, Burdur Gölü ana havzası ve alt havzalarında bulunan altı gölde (Burdur Gölü, Acıgöl, Akgöl, Yarışlı Gölü, Karataş Gölü, Salda Gölü) son yıllarda yaşanan seviye değişiklikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için 1985-2021 yılları arasında kapsayan 36 yıllık devre incelenmiş, adı geçen göllerdeki genel seviye değişimleri yanında, şubat ve temmuz aylarına ait veriler yardımıyla mevsimsel değişimler de tespit edilmiştir. Veriler NASA, ESA, USGS, Sentinelhub, Libra gibi uluslararası kuruluşlardan temin edilen LANDSAT uydu görüntülerinden elde edilmiştir. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri kullanılarak görselleştirilmiş, sayısallaştırılmış ve analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, son 36 yıllık devrede Salda Gölü dışındaki diğer göllerin suları büyük ölçüde çekilmiştir. Hatta Acıgöl %80 oranında küçülmüş, Akgöl ise tamamen kurumuştur. Bu durum, havzada Salda dışındaki diğer göllerin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Burdur Havzası, Göller Yöresi, İklim Değişikliği, CBS, Uzaktan Algılama.

#### Abstract

Lakes and lake ecosystems are of great importance in terms of natural, human and economic life. For this, knowing what is happening in the lake environment and its immediate surroundings and what kind of changes are experienced has many benefits. Lakes Region, as the name suggests, is the place where lakes are most concentrated in terms of both number and area. One of the most important basins of this region is the Burdur Basin. In this study, it was tried to determine the level changes in the

\* Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi [akif.tas@erzincan.edu.tr](mailto:akif.tas@erzincan.edu.tr), ORCID ID: 0000-0003-3543-037X.

\*\* Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, [eakpinar@erzincan.edu.tr](mailto:eakpinar@erzincan.edu.tr), ORCID ID:0000-0002-5281-9785.

six lakes (Burdur Lake, Acıgöl, Akgöl, Sıralı Lake, Karataş Lake, Salda Lake) in the main basin and sub-basins of Burdur Lake in recent years. For this, the 36-year period covering the years 1985-2021 was examined, and seasonal changes were determined with the help of the data of February and July, as well as the general level changes in the mentioned lakes. Data were obtained from LANDSAT satellite images obtained from international organizations such as NASA, ESA, USGS, Sentinelhub, Libra. It was visualized, digitized and analyzed using Remote Sensing (UA) and Geographic Information Systems (GIS) technologies. According to the research findings, the waters of other lakes except Salda Lake have been withdrawn to a great extent in the last 36 years. In fact, Acıgöl has shrunk by 80% and Akgöl has completely dried up. This situation shows that other lakes in the basin except Salda are in danger of extinction.

**Keywords:** *Burdur Basin, Lakes Region, Climate Change, GIS, Remote Sensing.*

## 1. Giriş

Küresel ısınma ve kuraklık sorunu, dünyanın ve Türkiye'nin önemli çevre problemleri arasında yer almaktadır. Son yıllarda nüfus artışı, hızlı kentleşme, plansız sanayileşme ve arazi kullanımında yaşanan büyük değişikliklere paralel olarak, doğal ortamların ve ekosistemlerin yükü giderek yoğunlaşmaktadır. Sıcaklıklar artmakta, yağışlar azalmakta, yağış rejimleri bozulmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini başta akarsular ve göller olmak üzere, sularda ve sulak alanlarda belirgin bir şekilde görmek mümkündür. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bazı göller ve sulak alanlar ya tamamen kurumakta, ya da sularının çekilmesi sonucu giderek küçülmektedir.

Türkiye'de bir kısmı turistik potansiyele sahip, irili ufaklı yüzlerce göl vardır. Bu göllerin toplam yüzölçümü 13000 km<sup>2</sup>, en büyük on gölün yüzölçümü ise 7500 km<sup>2</sup> kadardır. Esasen Türkiye'de göller, ülke yüzölçümü dikkate alındığında nispeten dar bir alan (%1,6) kaplamaktadır (Akpınar ve Akbulut, 2008; 3). Diğer yandan Türkiye, küresel iklim değişikliğinin ve çevresel baskıların etkilerini bariz bir şekilde yaşayan, göllerin ve sulak alanların ciddi tehdit altında olduğu ülkelerden biridir. Nitekim bu sorunu, Göller Yöresi'nin genelinde ve Burdur Havzası'nda bariz bir şekilde görmek mümkündür.

Burdur Havzası ve yakın çevresindeki göller, Ramsar Sözleşmesi ve Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından koruma altına alınmıştır. Türkiye, Ramsar Sözleşmesini 1993 yılında imzalamış olup, bu sözleşme kapsamında 1994 yılında havzanın yaklaşık %50'si koruma altına alınmıştır (Yiğitbaşıoğlu ve Uğur, 2006; 135, Kaya vd., 2015;7). Yine havzada yer alan Acıgöl 2015'de, Akgöl ve Yarıklı gölleri 2016'da Ulusal Önemli Haiz Sulak Alanlar kapsamına dahil edilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019; 10). Salda Gölü ise 15.03.2019 tarihli Cumhurbaşkanlığı Kararı ile Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak belirlenmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).

Göllerde yaşanan seviye değişiklikleriyle ilgili ulusal düzeyde birçok araştırma mevcuttur. Türkiye göllerinin su seviyelerinin eğilimi ve harmonik analizi (Cengiz, T. M. ve Kahya, E., 2006), Tuz Gölü ve çevresindeki değişimin uzaktan algılama tekniğiyle analizi (Ekercin, S., 2007), Dijital görüntülerin göl seviye değişimlerinin belirlenmesindeki rolü (Akar, İ. ve Maktav, D., 2012), Kovada Gölü'ndeki seviye değişimleri (Bahadır, M., 2012), Akşehir Gölü'ndeki alansal değişim (Bahadır, M., 2013), Eğirdir Gölü'ndeki seviye değişimi (Keskin vd., 2017), Van Gölü'ndeki seviye değişimi ve etkileri (Batur, E. vd., 2009, Batur, E., 2009b, Düzen, H., 2013), Tuzla Gölü'nde seviye değişimi (Özlu, T. ve Gündüz, S., 2017, Altan Aydın, F. ve Doğu, A. F., 2018), Atkhisar Barajı'nda seviye değişimi (Özelkan, E., 2019) ve Keban Barajı'nda seviye değişimi (Arslan, H. vd., 2020) söz konusu araştırmalardan bazılarıdır.

Konu ile ilgili uluslararası literatürde pek çok çalışmaya rastlamak mümkündür. CBS ve uydu görüntüleri tekniğiyle Tibet Platosundaki göllerde yaşanan iklim değişikliğinin incelenmesi (Yanhong, W. vd., 2008), Kainji Gölü havzasında arazi kullanımı ve değişimi (Ikusemoran, M., 2009), CBS yardımıyla LANDSAT görüntüleri üzerinden Basaka Gölü'ndeki değişimin tespiti (Dinka, M. O., 2012), CBS'nin göl alanlarındaki değişimin belirlenmesindeki rolü (Nath, B. vd., 2012), CBS ve uzaktan algılama tekniğiyle Plastira Gölü ve yakın çevresindeki vejetasyonun değişiminin belirlenmesi (Markogianni, V. vd., 2013), Urmiye Gölü'nde 1990-2012 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi (Jaafari, S. vd., 2013), CBS ve uzaktan algılama tekniğiyle Burullus Gölü'ndeki değişimin incelenmesi (Mohsen, A. vd., 2018), CBS tekniğiyle Poyang Gölü ve yakın çevresindeki ekolojik risklerin analizi (Xie, H. vd., 2021) bu çalışmaların sadece birkaçıdır.

Yukarıda çeşitli örnekler üzerinden açıklamaya çalıştığımız göllerdeki seviye değişimleri konusuna yönelik bilimsel ilgi, Burdur Havzası için de geçerlidir. Burdur Gölü'nün uzun süreli seviye değişimlerinin çevresel etkileri (Beyhan, M. vd., 2007), Acıgöl'ün 1970-2008 arasındaki değişimi (Özdemir, M. A. 2010), Burdur Gölü Havzası'nda arazi kullanımından kaynaklanan sorunlar (Yiğitbaşıoğlu, H. ve Uğur, A., 2010), Acıgöl Havzası'nda yağışların trend analizi ve geleceğe yönelik yağış projeksiyonları (Bahadır, M. ve Özdemir, M., 2012), Burdur ve Eğirdir göllerinin su seviyelerinin analizi (Göncü, S. vd. (2017), Burdur Havzası'nın taşkın yönetimi ve alınması gereken önlemler (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019), Burdur Havzası Yönetim Planı (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019), Burdur Gölü'nün su bilançosu (Selek, Z. ve Arslan, C., 2019), Akgöl'de kuraklığın CBS ile analizi (Şener, E. ve Şener, Ş., 2019) ve Burdur Gölü kıyı şeridinin uzaktan algılama ile haritalanması (Sabuncu, A. (2020) bu çalışmalara örnek gösterilebilir.

Tarafımızdan yapılan bu çalışmada, 1985-2021 yılları arasında Burdur Havzası ve yakın çevresindeki önemli göllerin (Burdur Gölü, Acıgöl, Akgöl, Salda Gölü, Yarıklı Gölü ve Karataş Gölü) yüzölçümlerinde ve su seviyelerinde meydana gelen değişiklikler incelenmektedir. Bu araştırmanın benzerlerinden en önemli farkı, 36 yıl gibi uzun sayılabilecek bir zaman dilimindeki değişimi irdelemesi ve konumları itibarıyla birbirine yakın altı



## **2. Yöntem**

Çalışmada NASA, ESA, USGS, Sentinelhub ve Libra gibi birçok uluslararası kuruluşun uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında, öncelikli olarak Sentinelhub Playground modülü yardımıyla yıl içerisinde göllerin seviyelerinde meydana gelen değişiklikler tespit edilmiştir. Verilerin toplanma sürecinde uydu görüntülerinin net olmasına özen gösterilmiştir. Genel olarak su seviyesi şubat ayında maksimum, temmuz ayında ise minimum seviyede gerçekleşmektedir. Daha net veri elde edebilmek için, bazı yıllar görüntüleme takviminden az da olsa sapılmıştır. Örneğin 2018 yılı şubat ayına ait net görüntü elde edilemeyince, onun yerine 26 Ocak 2018 tarihli görüntü kullanılmıştır.

1985 yılı için USGS GloVis modülü kullanılarak, LANDSAT 5 uydu görüntüleri temin edilmiş, bu görüntüler üzerinde Nearinfrared Band (4,3,2) uygulanmıştır. Şubat 2000-Temmuz 2020 devresinin verilerinin temininde, USGS Glovis ve Nasa EarthData veritabanlarından elde edilen LANDSAT 7 görüntülerinden yararlanılmıştır. Bu görüntüler üzerinde Nearinfrared Band (5,4,3) uygulanmıştır. Temmuz 2020 ve Şubat 2021 aylarına ait ölçümlerde, ESA Copernicus veritabanından elde edilen kaliteli ve yüksek çözünürlüklü Sentinel 2 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Bu görüntüler üzerinde Multispectral Nearinfrared Band (8,4,3) uygulanmak suretiyle göl alanları ölçülmüştür. Bu uygulamanın nedeni; vejetasyon, yerleşme ve su toplama alanlarının birbirlerinden daha keskin bir şekilde ayırt etmeye olanak tanınmasıdır.

Uydu görüntülerinin indirilmesi ve band kombinasyonlarının belirlenmesinden sonra, göl yüzölçümlerinin sayısallaştırma işlemine geçilmiştir. Bunun için ArcMap Pro yazılımı ile Calculate Geometry modülü kullanılmıştır. Araştırma, 1985-2021 yılları arasında, yani 36 yıllık bir dönemi kapsamaktadır. Dönemin ilk 30 yılı 15'er yıllık iki evre halinde, 2016-2021 yılları arasında kapsayan son beş yılı ise yıllık periyotlar halinde incelenmiş, yıllık değişimin seyri ortaya konmaya çalışılmıştır. Her bir gölün 1985, 2000, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yılları şubat ve temmuz aylarındaki yüzölçümleri sayısallaştırılmış ve haritalandırılmıştır (Harita 2 ve 3).

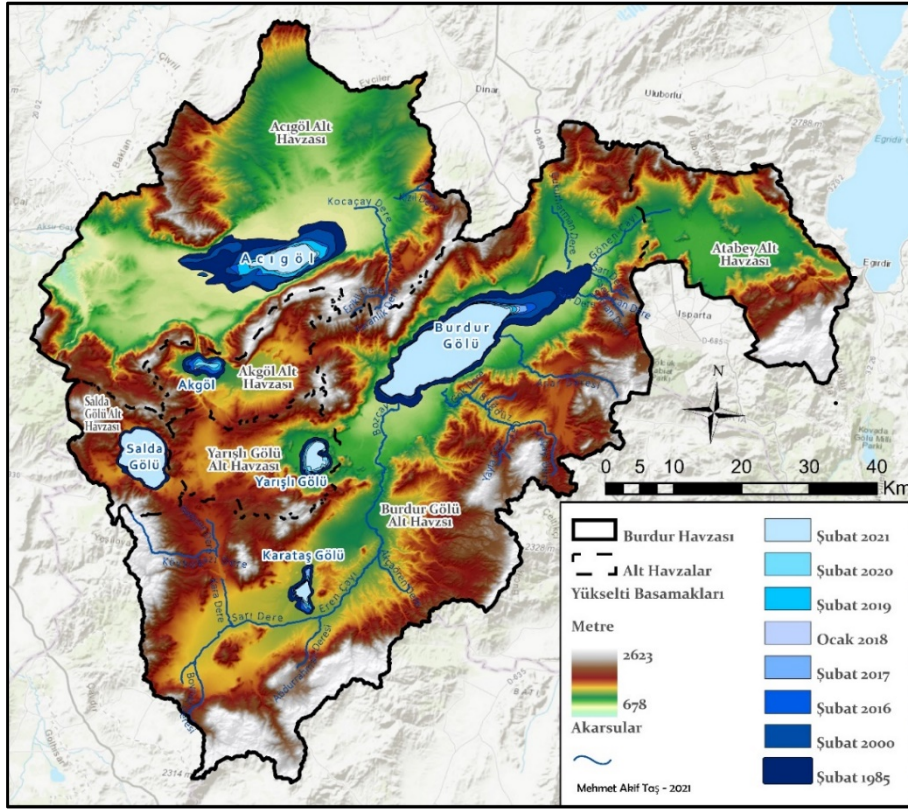
Burdur Gölü Havzası ve alt havzalarının sınırlarının tespitinde, ArcMap Pro Hydrology Tools kullanılmıştır. Belirlenen sınırlar, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı Burdur Havzası Nehir Havzası Yönetim Planı'ndaki (2019) sınırlara göre revize edilmiştir. Havzaların ve göllerin yüzölçümlerinin hesaplanmasında bu sınırlar esas alınmıştır.

## **3. Bulgular**

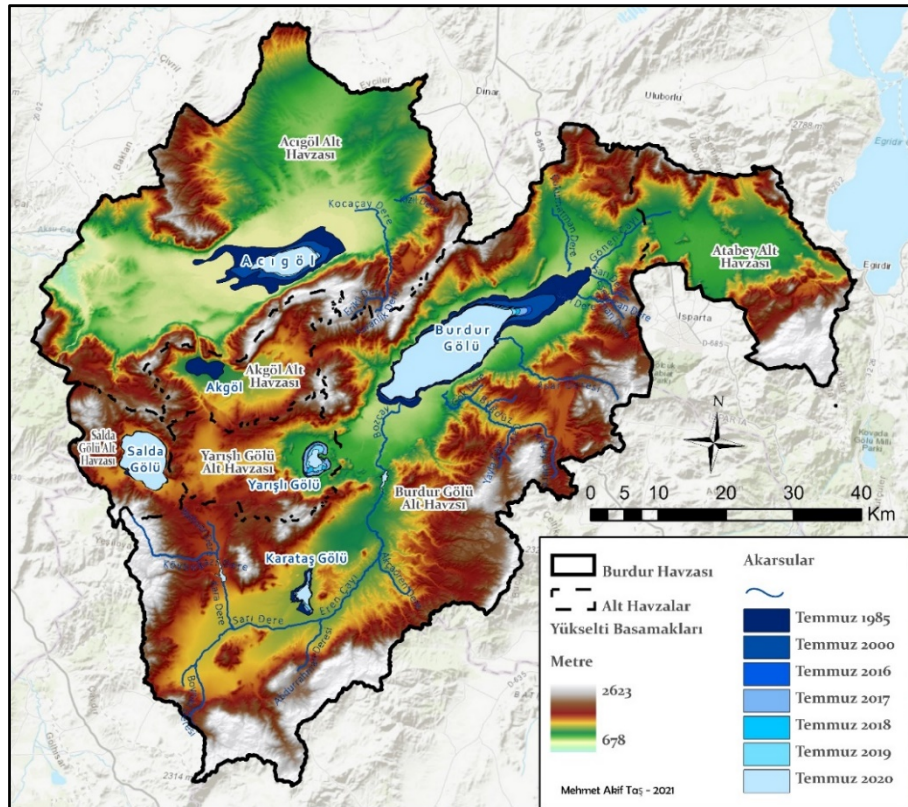
Çalışma sahası, Burdur Havzası ile sınırlı olup, altı alt havzadan oluşmaktadır. Bunlar; Burdur Gölü, Acıgöl, Akgöl, Salda Gölü, Yarışlı Gölü ve Atabey alt havzalarıdır. Havzalar, Karataş Gölü dışında ekseriyetle göllerin isimlerini taşırlar. Diğer yandan Atabey Alt Havzası'nda herhangi bir göl bulunmadığı için, araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır. Kapladığı alan itibariyle en geniş alt havza, 3248,4 km<sup>2</sup> (%49,4) yüzölçümüyle Burdur ve Karataş göllerini kapsayan Burdur Gölü Alt Havzası'dır. Genişlik itibariyle Acıgöl Alt Havzası 1864,7 km<sup>2</sup> (%28,4) yüzölçümü ile ikinci, Atabey Alt Havzası 602,4 km<sup>2</sup> (%9,17) yüzölçümüyle üçüncü, Yarışlı Gölü Alt Havzası 329,2 km<sup>2</sup> (%5) yüzölçümüyle dördüncü, Akgöl Alt Havzası 298 km<sup>2</sup> (%4,5) yüzölçümüyle beşinci ve Salda Gölü Alt Havzası 221,3 km<sup>2</sup> (%3,3) yüzölçümüyle altıncı sırada yer alır.

Burdur Gölü Alt Havzası, 3248,4 km<sup>2</sup> (%49,4) yüzölçümüyle çalışma sahasının en büyük alt havzası olup, içerisinde Burdur ve Karataş gölleri bulunmaktadır. Burdur Gölü aynı zamanda havzanın en büyük gölüdür. Tespitlerimize göre, incelenen dönem itibariyle Burdur ve Karataş göllerinin seviyelerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Değişimin yıl içerisindeki seyrinin daha iyi anlaşılabilmesi için, şubat ve temmuz ayı verileri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir (Harita 4 ve 5).

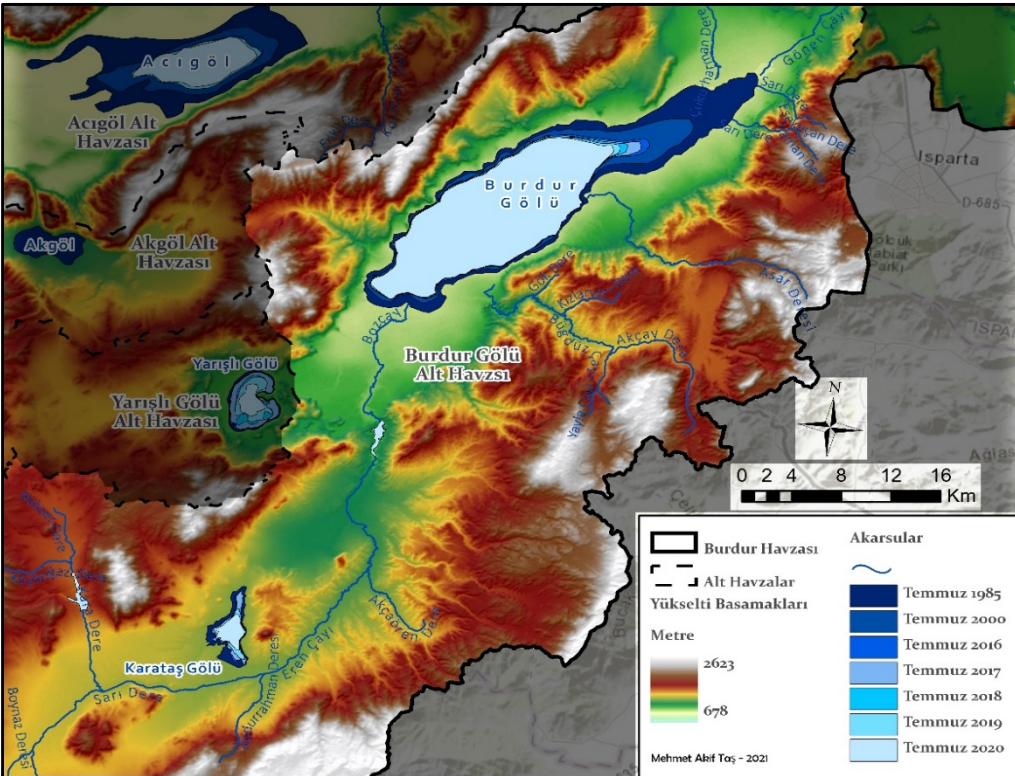
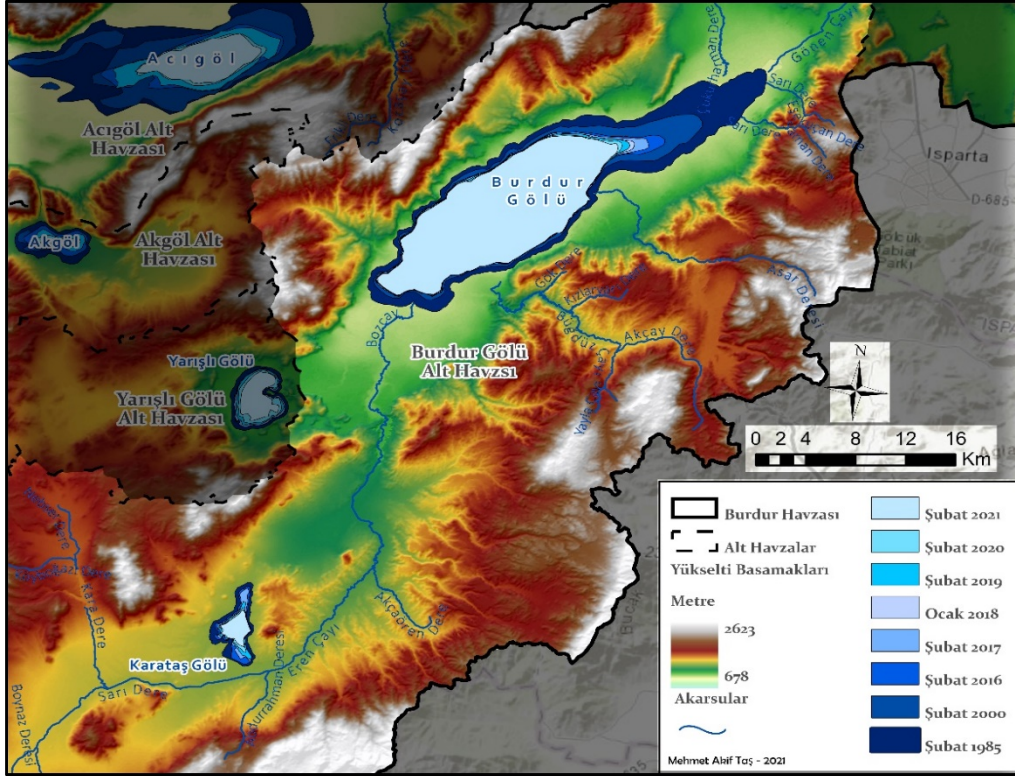
Tespitlerimize göre, Burdur Gölü'nün yüzölçümü 16 Şubat 1985 tarihi itibariyle 20551,2 ha'dır. Bu değer 28 Şubat 2021 tarihine ait uydu görüntüsü kayıtlarıyla karşılaştırıldığında, aradan geçen 36 yılda gölün büyük ölçüde çekilmiş (%40,1), yüzölçümünün 12308,5 ha'a düşmüş olduğu görülür. Karataş gölünün yüzölçümü ise 1985 yılında 1113,6 ha iken, 2021 yılında %64,8'lik bir küçülme ile 391,5 ha'a düşmüştür (Tablo 1).



Harita 2: 1985-2021 devresinde şubat ayı itibariyle Burdur Havzası'ndaki göllerin alansal değişimi.



Harita 3: 1985-2021 devresinde temmuz ayı itibariyle Burdur Havzası'ndaki göllerin alansal değişimi.



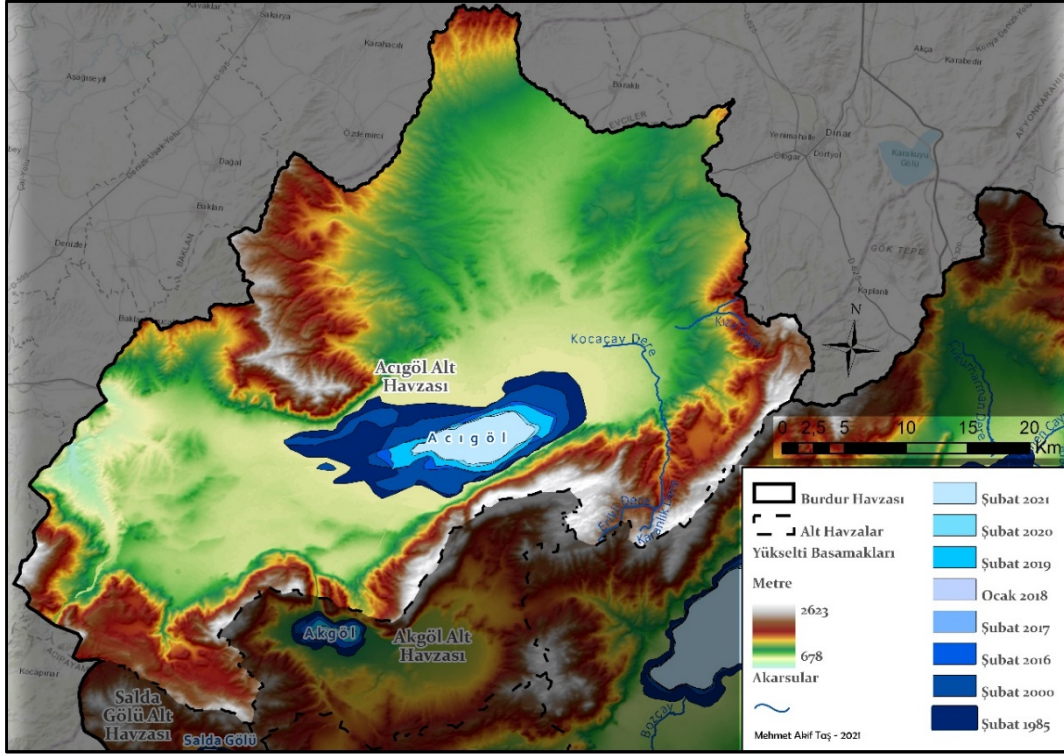
**Tablo 1:** 1985-2021 Devresinde Burdur ve Karataş Göllerinin Alansal Değişimi (ha).

Tarih	Burdur Gölü	Değişim Oranı	Karataş Gölü	Değişim Oranı
16 Şubat 1985	20527,6	-	1112,6	-
10 Temmuz 1985	20661,5	0,65%	1219,5	9,61%
2 Şubat 2000	15891,4	-23,09%	542,3	-55,53%
27 Temmuz 2000	15718	-1,09%	420,6	-22,44%
22 Şubat 2016	13429,7	-14,56%	917,2	118,07%
31 Temmuz 2016	13315,3	-0,85%	720,5	-21,45%
24 Şubat 2017	13044,9	-2,03%	710,8	-1,35%
2 Temmuz 2017	13025,2	-0,15%	667	-6,16%
26 Ocak 2018	12718,2	-2,36%	500,3	-24,99%
21 Temmuz 2018	12780,3	0,49%	448,9	-10,27%
27 Şubat 2019	12669,3	-0,87%	566,4	26,18%
19 Temmuz 2019	12615,5	-0,42%	516,2	-8,86%
17 Şubat 2020	12428,8	-1,48%	442,3	-14,32%
28 Temmuz 2020	12383,1	-0,37%	387,8	-12,32%
28 Şubat 2021	12294,9	-0,71%	391,2	0,88%
1985-2021 Arası Değişim		-40,1%		-64,8%

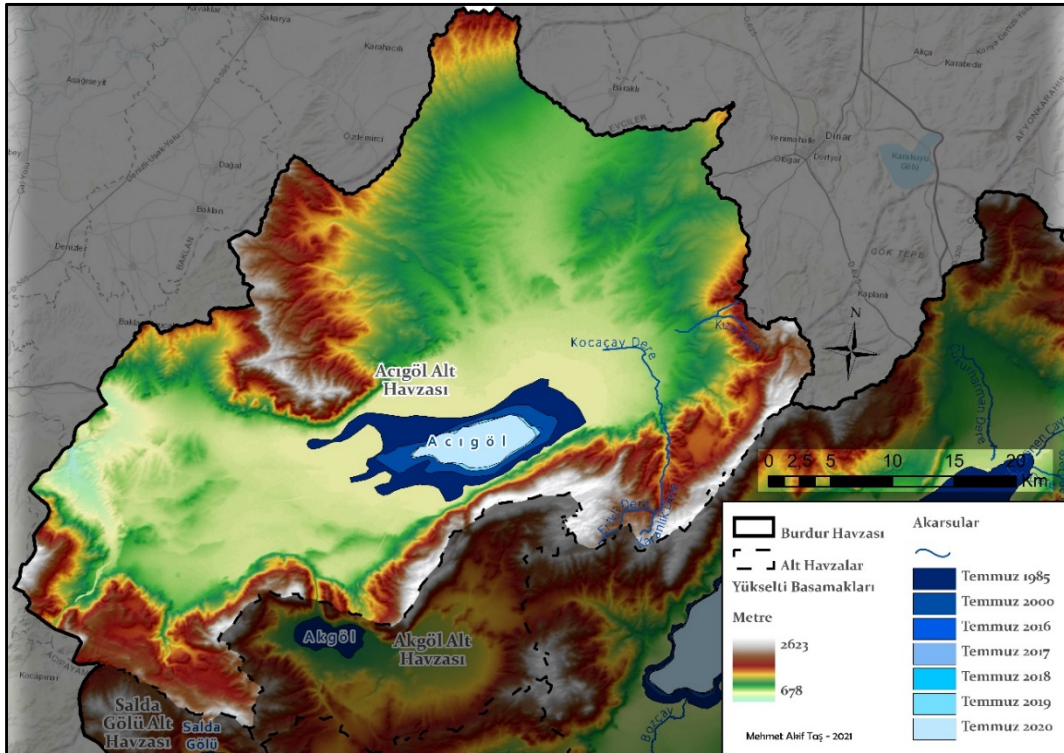
**Kaynak:** NASA EarthData, ESA Copernicus ve Sentinelhub uydu görüntüleri.

Acıgöl Alt Havzası, Denizli ve Afyonkarahisar illeri arasında yer almaktadır. Yaklaşık 1864,7 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile ana havzanın %28,4'ünü oluşturur. Acıgöl'ün incelen dönem itibariyle dikkate değer alansal değişimler geçirdiği anlaşılmaktadır (Harita 6 ve 7). Nitekim 1985 yılı şubat ayında gölün yüzölçümünün 12300,2 ha, aynı yılın temmuz ayında ise 9574,1 ha olduğu görülmektedir. Yaklaşık 15 yıl sonra 2000 yılı temmuz ayı verilerine göre gölün yarıya yakın bir kısmı (%47,4) yok olmuş, göl 4562,3 ha alana çekilmiştir. Ne yazık ki bu çekilme sonraki yıllarda da devam etmiştir. Nitekim 15 yıl sonra 2016 yılı şubat ayında göl alanı 2681,4 ha'a gerilemiştir. Bu durum %40,5 oranında küçülmeye karşılık gelir. Diğer yandan son beş yılda da gölün küçülmeye devam ettiği anlaşılmaktadır. Nitekim 2021 yılı şubat ayı verilerine göre gölün yüzölçümü 2385 ha kadardır. Sonuç olarak inceleme devresinde gölün %80,6 oranında küçüldüğünü söylemek mümkündür (Tablo 2).





Harita 6: 1985-2021 devresinde şubat ayı itibariyle Acıgöl Alt Havzası'ndaki göllerin alansal değişimi.



Harita 7: 1985-2021 devresinde şubat ayı itibariyle Acıgöl Alt Havzası'nda göllerin alansal değişimi.

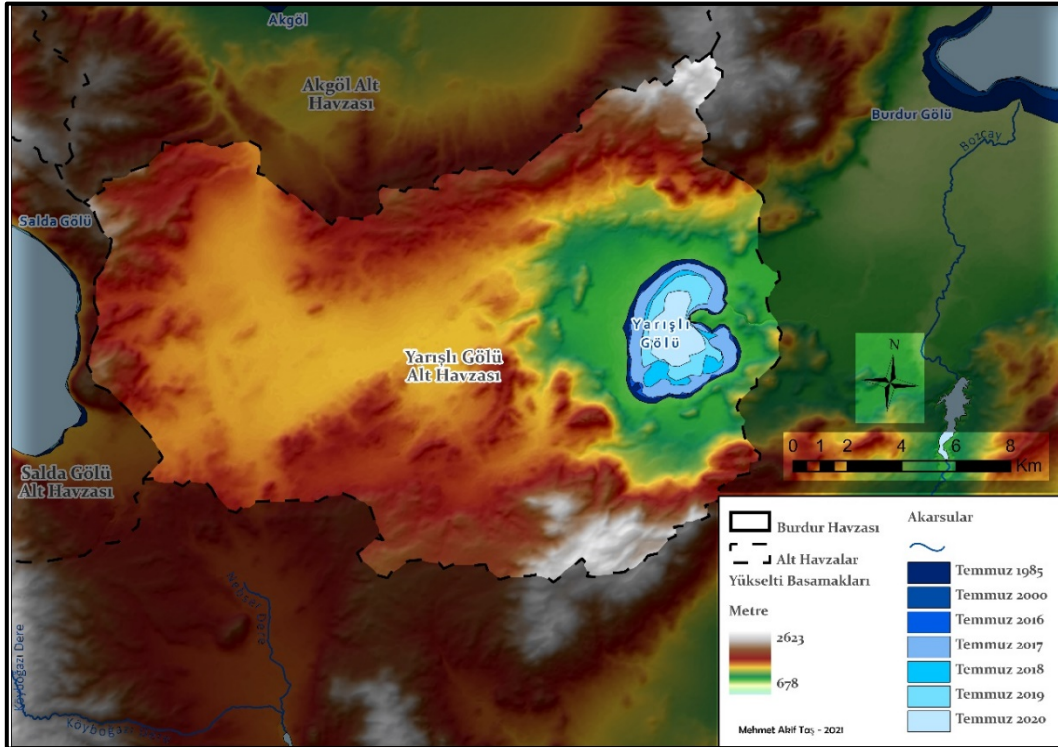
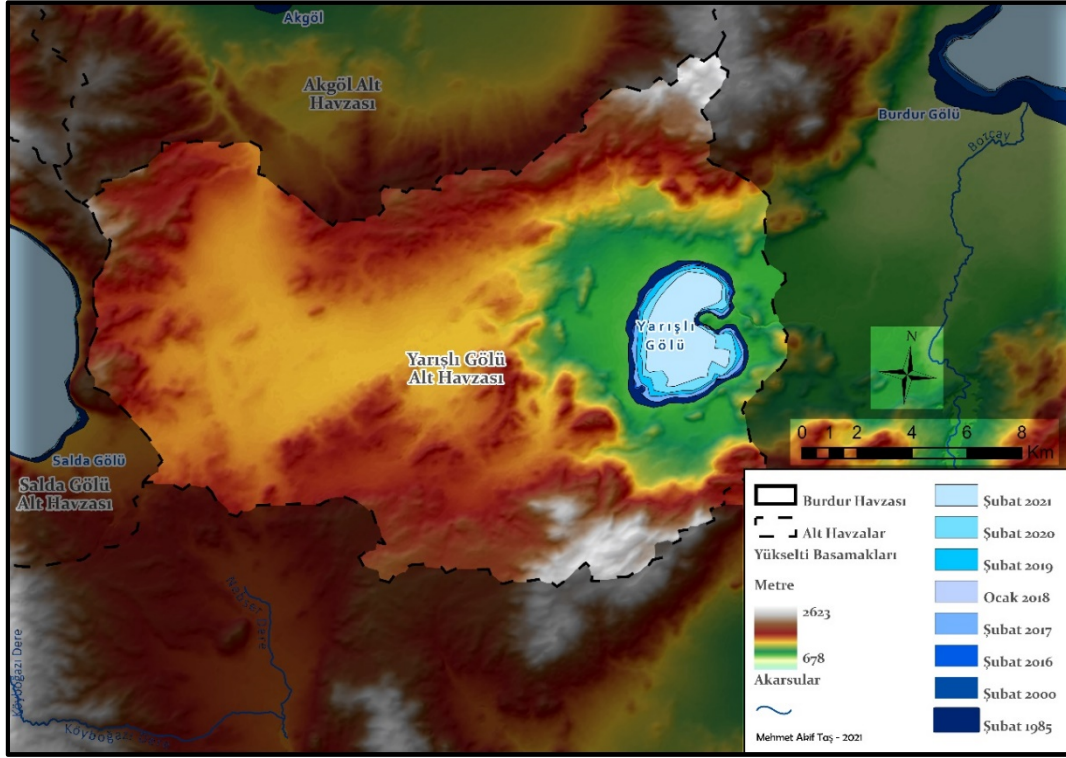
**Tablo 2:** 1985-2021 Devresinde Acıgöl'ün Alansal Değişimi (ha).

Ölçüm Tarihi	Acıgöl Göl Alanı	Değişim Oranı
16 Şubat 1985	12300,2	-
10 Temmuz 1985	<b>9574,1</b>	<b>-22,16%</b>
2 Şubat 2000	8684,7	-9,29%
27 Temmuz 2000	<b>4562,3</b>	<b>-47,47%</b>
22 Şubat 2016	4510,2	-1,14%
31 Temmuz 2016	<b>2681,4</b>	<b>-40,55%</b>
24 Şubat 2017	2514,9	-6,21%
2 Temmuz 2017	2404,3	-4,40%
26 Ocak 2018	2344,8	-2,47%
21 Temmuz 2018	2257,5	-3,72%
27 Şubat 2019	<b>3967,4</b>	<b>75,74%</b>
19 Temmuz 2019	2664,8	-32,83%
17 Şubat 2020	2637,5	-1,02%
28 Temmuz 2020	2405,7	-8,79%
28 Şubat 2021	<b>2385,6</b>	<b>-0,84%</b>
1985-2021 Arası Değişim		<b>-80,61%</b>

**Kaynak:** NASA EarthData, ESA Copernicus ve Sentinelhub Uydu görüntüleri.

Burdur ili sınırları içerisinde yer alan Yarışlı Gölü Alt Havzası ana havzanın yaklaşık %5'ini kapsamakta olup, 329,2 km<sup>2</sup> yüzölçüme sahiptir. Bu alt havzanı tek önemli gölü, Yarışlı Gölü'dür. Bu gölde de 1985-2021 yılları arasında önemli seviye değişiklikleri olduğu görülmektedir (Harita 8 ve 9).

Yarışlı Gölü, 1985 yılı şubat ayı uydu görüntülerine göre 1661,2 ha yüzölçüme sahiptir. Bundan 15 yıl sonra, 2000 yılı şubat ayına gelindiğinde göl alanının 34,2'lik bir daralma ile 1080,2 ha alana gerilediği görülmektedir. Mevsimsel çekilme çok daha dikkat çekici olup, gölün yüzölçümü 2000 yılı temmuz ayında 482,9 ha'a kadar düşmüştür. Daha sonraki yıllarda iniş çıkışlar olmakla birlikte, geçmiş dönemdeki kayıpların nispeten telafi edildiği anlaşılmaktadır. Nitekim 2016 yılı şubat ayı verilerine göre, gölün yüzölçümü tekrar genişleyerek 1477,2 ha'a çıkmıştır. Son beş yıllık dönemde göl alanında inişli çıkışlı bir trend izlenmekle birlikte, çok fazla bir çekilme yaşanmamıştır. Diğer yandan araştırmaya konu olan 1985-2021 evresinde göl alanındaki en büyük çekilmenin 2020 yılı temmuz ayında gerçekleştiğini, gölün yüzölçümünün 363,3 ha'a kadar düştüğünü belirtmek gerekir. Sonuç olarak, 1985-2021 devresinde göl alanında toplamda %49,7 oranında bir çekilme söz konusudur (Tablo 3).

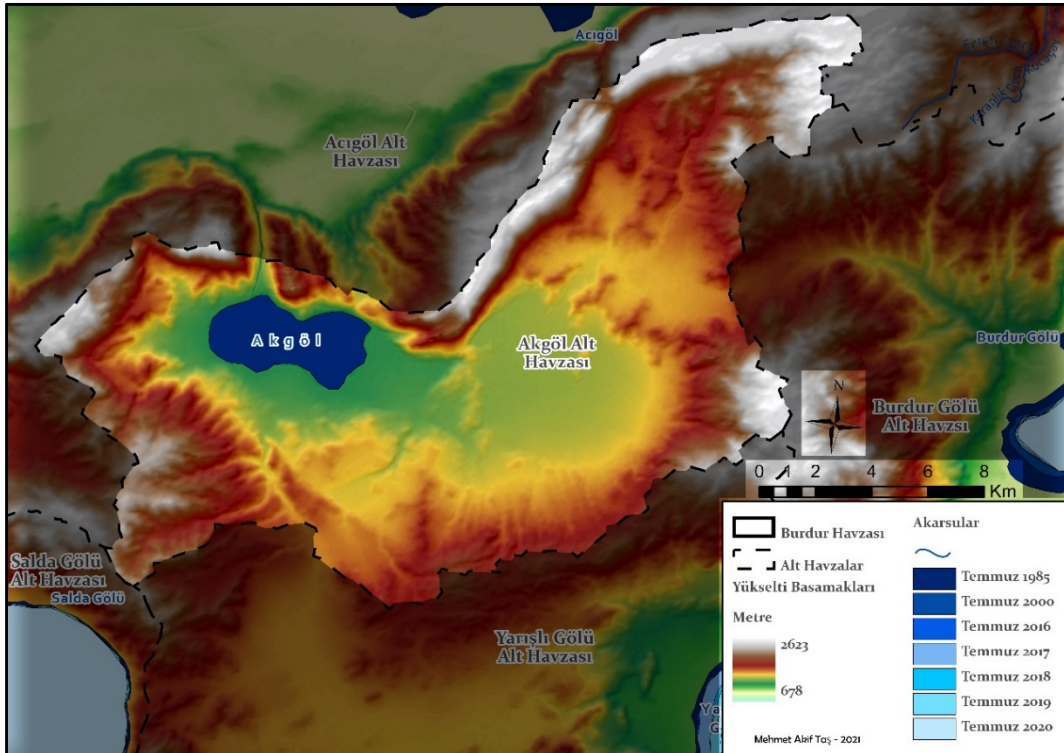
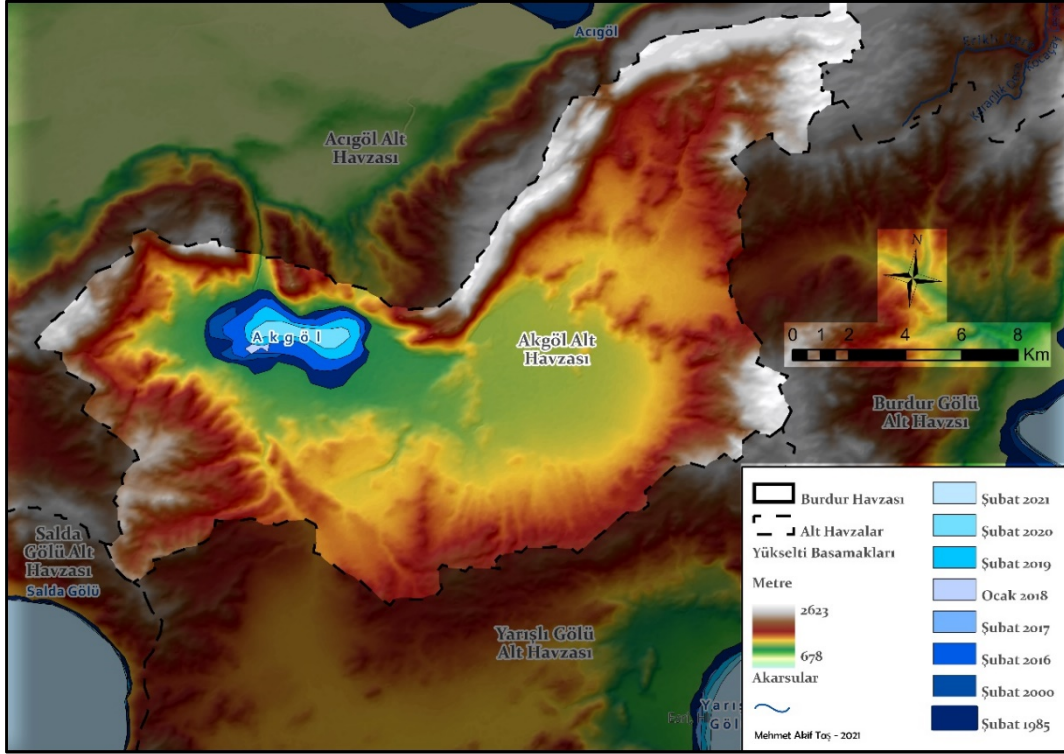


**Tablo 3:** 1985-2021 Devresinde Yarışlı Gölü'nün Alansal Değişimi (ha).

Ölçüm Tarihi	Yarışlı Gölü Alanı	Değişim Oranı
16 Şubat 1985	1661,2	-
10 Temmuz 1985	1641,7	-1,17%
2 Şubat 2000	1080,2	-34,20%
27 Temmuz 2000	482,9	-55,30%
22 Şubat 2016	1477,2	205,90%
31 Temmuz 2016	1451,3	-1,75%
24 Şubat 2017	1445,7	-0,39%
2 Temmuz 2017	1388,5	-3,96%
26 Ocak 2018	1047,4	-24,57%
21 Temmuz 2018	836,8	-20,11%
27 Şubat 2019	1308,7	56,39%
19 Temmuz 2019	700,1	-46,50%
17 Şubat 2020	1125,8	60,81%
28 Temmuz 2020	363,3	-67,73%
28 Şubat 2021	834,3	129,64%
1985-2021 Arası Değişim		-49,78%

**Kaynak:** NASA EarthData, ESA Copernicus ve Sentinelhub Uydu görüntüleri.

Araştırma sahasındaki alt havzalardan biri de, Akgöl Alt Havzasıdır. Tamamına yakını Burdur ili sınırları içinde kalan havza, 298 km<sup>2</sup> yüzölçümüyle ana havzanın %4,5'ini oluşturur. Akgöl, bu alt havzanın en önemli gölüdür (Harita 10 ve 11). Tespitlerimize göre, Akgöl'de 1985-2021 yılları arasında radikal değişiklikler yaşanmıştır. Nitekim 1985 yılı şubat ayında 1219,8 ha olan göl alanı, aradan geçen 15 yıl zarfında %54,2 küçülmek suretiyle 2000 yılı şubat ayında 537,2 ha alana çekilmiştir. Şubat ayı göstergelerine bakıldığında, 2016 ve 2019 yılları dışında göl alanında sürekli kayıplar olduğu görülür. Son büyük kayıpları 2018 (% 88,4) ve 2020 (%58,1) yıllarında yaşanan göl, 2021 yılı şubat ayı itibariyle tamamen kurumuştur. Dolayısıyla 2000 yılından beri yaz mevsiminde zaten susuz olan göl, nihayetinde kış mevsiminde de kurumuştur. Dolayısıyla 1985-2021 devresinde göl alanındaki değişim %100'ü bulmuştur (Tablo 4).



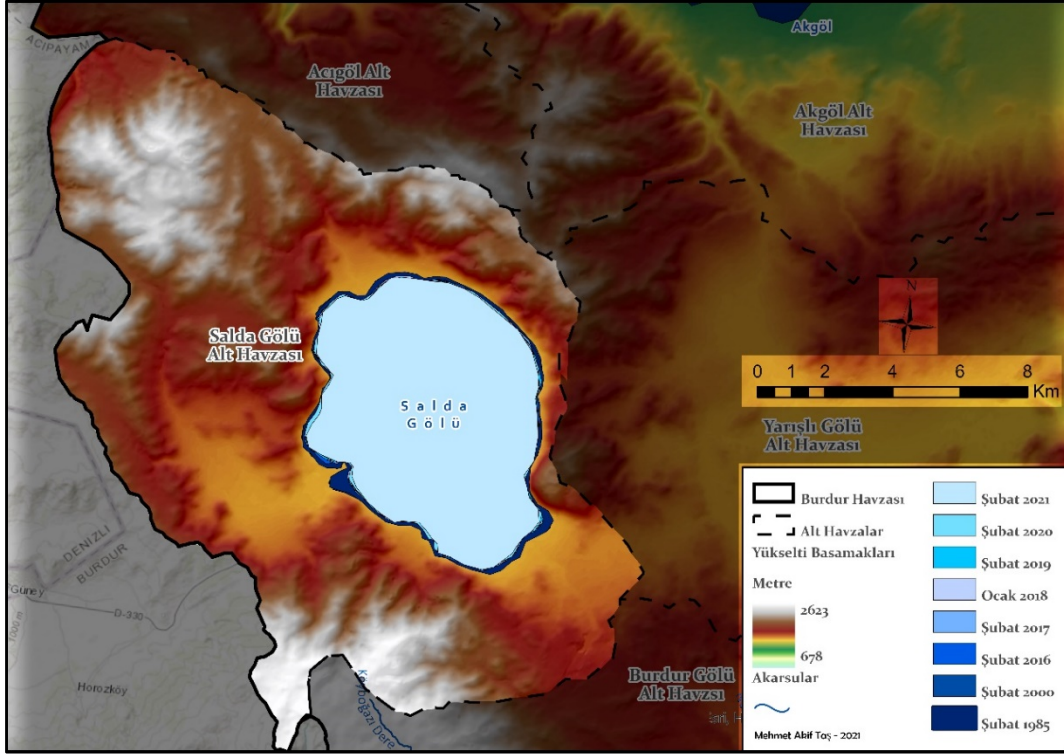
**Tablo 4:** 1985-2021 Devresinde Akgöl'ün Alansal Değişimi (ha).

Ölçüm Tarihi	Akgöl Alanı	Değişim Oranı
16 Şubat 1985	1219,8	-
10 Temmuz 1985	1173,3	-3,81%
2 Şubat 2000	537,2	-54,21%
27 Temmuz 2000	0	-100%
22 Şubat 2016	824,1	53,41%
31 Temmuz 2016	0	-100%
24 Şubat 2017	207,8	-74,78%
2 Temmuz 2017	0	-100%
26 Ocak 2018	24,1	-88,40%
21 Temmuz 2018	0	-100%
27 Şubat 2019	419,9	1642,32%
19 Temmuz 2019	0	-100%
17 Şubat 2020	175,7	-58,16%
28 Temmuz 2020	0	-100%
28 Şubat 2021	0	-
1985-2021 Arası Değişim		-100%

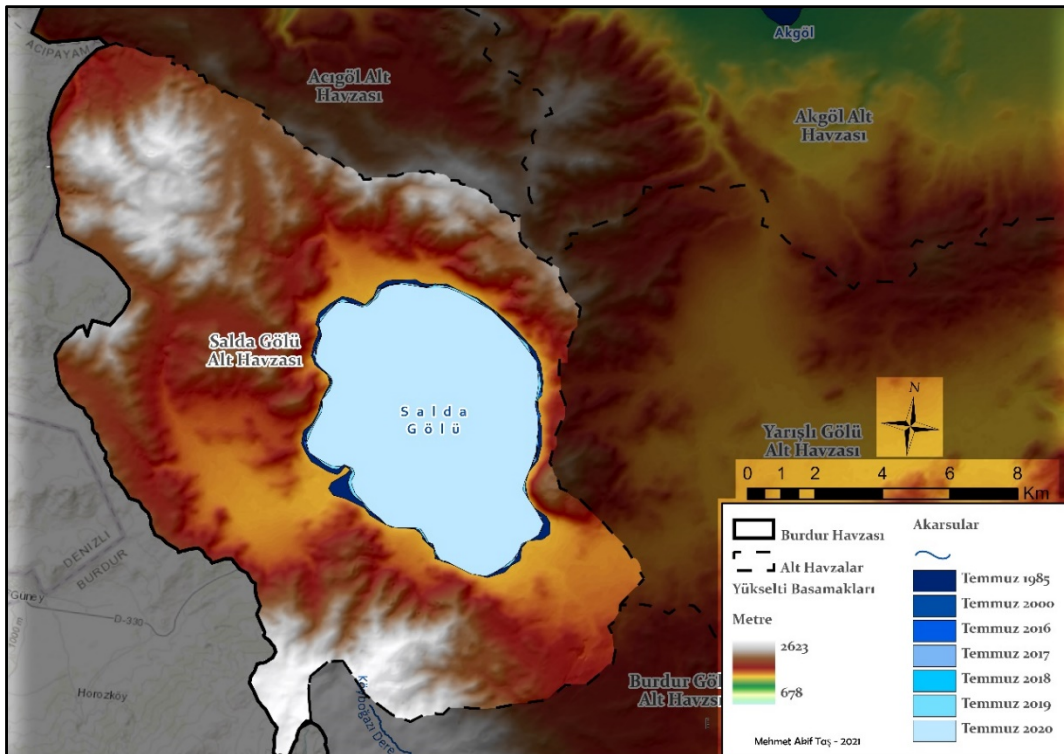
**Kaynak:** NASA EarthData, ESA Copernicus ve Sentinelhub Uydu görüntüleri.

Araştırmamıza konu olan alt havzaların sonuncusu Salda Gölü Alt Havzası olup, 221,3 km<sup>2</sup> yüzölçümüyle ana havzanın %3,3'ünü oluşturmaktadır. Ana havzanın batısında yer alır. Salda Gölü söz konusu alt havzanın en önemli gölüdür (Harita 12 ve 13).

Salda Gölü, araştırma sahası gölleri arasında alansal bakımdan en az değişim gösteren göldür. Nitekim 1985 yılı şubat ayı verilerine göre 4544,9 ha olan göl alanı, 15 yıllık süre zarfında %5,2 küçülerek 2000 yılı şubat ayında 4377,7 ha'a çekilmiştir. Bu alan inceleme dönemi boyunca çok küçük değişimler göstermiştir. Sonraki yıllarda göl alanındaki daralmalar çok daha küçük olup, %0,1 ile %1,3 oranında değişmektedir. Göl alanında 1985-2021 devresindeki toplam çekilme ise 227,1 ha (%5) kadardır (Tablo 5).



**Harita 12:** 1985-2021 devresinde şubat ayı itibariyle Saldı Gölü Alt Havzası'ndaki göllerin alansal değişimi.



**Harita 13:** 1985-2021 devresinde temmuz ayı itibariyle Saldı Gölü Alt Havzası'ndaki göllerin alansal değişimi.

**Tablo 5:** 1985-2021 Devresinde Salda Gölü'nün Alansal Değişimi (ha).

Ölçüm Tarihi	Salda Gölü Alanı	Değişim Oranı
16 Şubat 1985	4544,9	-
10 Temmuz 1985	4618,1	1,61%
2 Şubat 2000	4377,7	-5,21%
27 Temmuz 2000	4320,6	-1,30%
22 Şubat 2016	4369,4	1,13%
31 Temmuz 2016	4393,3	0,55%
24 Şubat 2017	4375,6	-0,40%
2 Temmuz 2017	4369,3	-0,14%
26 Ocak 2018	4360,3	-0,21%
21 Temmuz 2018	4369,2	0,20%
27 Şubat 2019	4362,8	-0,15%
19 Temmuz 2019	4377,6	0,34%
17 Şubat 2020	4361,1	-0,38%
28 Temmuz 2020	4329,8	-0,72%
28 Şubat 2021	4317,8	-0,28%
1985-2021 Arası Değişim		-5,00%

**Kaynak:** NASA EarthData, ESA Copernicus ve Sentinelhub Uydu görüntüleri.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, Burdur Havzası ve alt havzalarında 1985-2021 devresinde yaz ve kış aylarındaki alansal değişimler incelenmiştir. Bulgularımıza göre, bu süreçte araştırmaya konu olan göllerin tamamında negatif yönde değişiklikler yaşanmıştır. Bununla birlikte değişimlerin ebatı ve niteliği birbirinden nispeten farklıdır.

Havzada incelenen göllerden Salda Gölü dışındaki tüm göller, son 35 yılda suyla kaplı alanlarının %40 veya daha fazlasını kaybetmişlerdir. En büyük değişim ise Akgöl'de yaşanmıştır. Mevcut bulgulara göre Akgöl, 1985 yılı temmuz ayı dışında, araştırma devresinin tüm yaz mevsimlerinde tamamen kurudur. Son olarak göl alanının 2021 yılında kış mevsimini temsil eden şubat ayında da tamamen susuz kaldığı tespit edilmiştir. Bu verilere bakarak, gölün önümüzdeki yıllarda tamamen yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu söylemek mümkündür. Ana havzada büyük su kaybı yaşayan bir diğer göl, Acıgöl'dür. Bu gölde negatif yöndeki değişim son yıllarda nispeten daha olumlu seyretmekle birlikte, 1985-2021 yılları arasında göl alanının %80,6'sı yok olmuştur. Bunların dışında havzada oransal bakımdan en fazla su kaybına uğrayan diğer göller sırasıyla; Karataş (%64,8), Yarışlı (%49,7) ve Burdur (%40,1) gölleridir. Havzada alansal bakımdan en az daralan göl ise Salda Gölü'dür (%5).



Genel bir değerlendirme yapabilmek için, yıllar itibariyle havzadaki göllerin yüzölçümlerinin toplamalarının karşılaştırılması da yararlı olacaktır. Araştırma evresinin başlangıcını oluşturan 1985 yılı şubat ayı verilerine göre toplam göl alanı 41366,3 ha iken, son ölçümlerin yapıldığı 2021 yılı şubat ayında bu değer 20223,8 ha'a gerilemiştir. Buna göre havzadaki göller 36 yıllık süre zarfında kış mevsimi itibariyle suyla kaplı alanlarının yaklaşık yarısını (%51,1) kaybetmişlerdir. Kuşkusuz bu çok yüksek bir orandır. Benzer bir durum, yaz mevsimi için de geçerlidir. Nitekim toplam göl alanı 1985 yılı temmuz ayı ölçümlerine göre 38888,2 ha iken, bu değer 2020 yılı temmuz ayında 19869,7 ha'a gerilemiştir. Yani %48,9 oranında bir su kaybı yaşanmıştır.

Sonuç olarak havzadaki göller 1985-2021 yıllarını kapsayan 36 yıllık devrede suyla kaplı alanlarının yaklaşık yarısını kaybetmek suretiyle dikkate değer oranda küçülmüşlerdir. Bu verilere bakarak, araştırmaya konu olan altı gölden beşinin son yıllarda kuruma, yani tamamen yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu söylemek mümkündür. Kuşkusuz bu durum gerek doğal gerekse beşerî ve ekonomik bakımdan çok önemli bir sorundur. Bu araştırmada nesnel verilere dayalı olarak, sorunun boyutları ortaya konmaya çalışılmıştır. Sorunun nedenleri ve çözüm yolları ise daha farklı araştırmaların konusudur.

### Kaynakça

- Akar, İ., Maktav, D., & Günel, N. (2012), Göl yüzeyi değişimlerinin belirlenmesinde farklı dijital görüntü işleme tekniklerinin kullanılması. *Journal of Aeronautics & Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(4).
- Akpınar, E., & Akbulut, G. (2007). Hafik gölü ve yakın çevresinin turizm olanakları. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1).
- Arslan, C., & Selek, Z. (2019). Entegre su kaynakları yönetiminde WEAP modelinin kullanılması: Burdur gölü havzası örneği. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 5(1), 54-64.
- Arslan, H., Üneş, F., Demirci, M., Taşar, B., & Yılmaz, A. (2020). Keban baraj gölü seviye değişiminin ANFIS ve destek vektör makineleri ile tahmini. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 1-7.
- Aydın, F. A., & Doğu, A. F. (2018). Göllerde seviye değişimleri ve nedenleri: Van gölü örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 41, 183-208.
- Bahadır, M. (2012). Kovada gölü'nde seviye değişimlerinin istatistiksel analizi. *Electronic Turkish Studies*, 7(3).
- Bahadır, M. (2013). Akşehir gölü'nde alansal değişimlerin uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 28, 246-275.
- Bahadır, M., & Özdemir, M. (2012). Acıgöl havzası'nda yağışın trend analizi ve haritalanması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 57, 33-42.
- Batur, E., Kadioğlu, M., Akın, İ., Özkaya, M., Saban, M., Elkatmış, M. N., & İlikçi, A. (2009b). Van Gölü'nün su bütçesi ve göl su seviyesinin alansal yağış ve akımlarla ilişkisi. *Su Vakfı Su Kaynakları Dergisi*, 2(1), 12-26.
- Batur, E., Kadioğlu, M., Özkaya, M., Saban, M., İ., & Akın, İ. (2009). Van Gölü su seviye modellenmesi. *Su Vakfı Su Kaynakları Dergisi*, 2(1), 27-40.
- Beyhan, M., Şahin, Ş., Keskin, M. E., & Harman, B. İ. (2007). Burdur gölü uzun periyotlu seviye değişiminin su kalitesi ve ağır metaller üzerindeki etkisi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2).
- Cengiz, T. M., & Kahya, E. (2011). Türkiye göl su seviyelerinin eğilim ve harmonik analizi. *İTÜ Dergisi*, 5(3).
- DeVogel, S. B., Magee, J. W., Manley, W. F., & Miller, G. H. (2004). A GIS-based reconstruction of late quaternary paleohydrology: lake eyre, arid central Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 204(1-2), 1-13.
- Dinka, M. O. (2012). Analysing decadal land use/cover dynamics of the lake basaka catchment (Main Ethiopian Rift) using LANDSAT imagery and GIS. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 17(1), 11-24.
- Düzen, H. (2013). *Van Gölü su seviye değişimlerine hidrojeolojik yaklaşım*. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.
- Ekercin, S. (2007). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu ile tuz gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişim analizi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Göncü, S., Albek, E. A., & Albek, M. (2017). Burdur, Eğirdir, Sapanca ve Tuz gölleri su seviyelerinin nonparametrik istatistik yöntemler ile eğilim analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 555-570.

- Ikusemoran, M. (2009). Landuse and landcover change detection in the Kainji lake basin Nigeria using remote sensing and gis approach. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(1), 83-90.
- Jaafari, S., Shabani, A. A., & Danehkar, A. (2013). Investigation of coastline change of the urmia lake using remote sensing and GIS (1990-2012). *International Journal of Aquatic Biology*, 1(5), 215-220.
- Keskin, M. E., Aksoy, Y. R., Aksoy, A. S., & Yılmazkoç, B. (2017). Göl seviye tahmini: Eğirdir gölü. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 601-608.
- Markogianni, V., Dimitriou, E., & Kalivas, D. P. (2013). Land-use and vegetation change detection in Plastira Artificial lake catchment (greece) by using remote-sensing and GIS techniques. *International Journal Of Remote Sensing*, 34(4), 1265-1281.
- 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.
- Nath, B., Acharjee, S., & Mitra, A. K. (2012). Lake configuration and change detection studies using remote sensing and GIS techniques: A study on bogakine lake, Bandarban, Bangladesh. *International Journal of Lakes and Rivers*, 5(2), 75-89.
- Özdemir, M., & Bahadır, M. (2009). Çölleşme sürecinde Acıgöl (1970-2008). *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 18, 1-20.
- Özelkan, E. (2019). Uzaktan algılama ile belirlenen baraj gölü alanının zamansal değişiminin meteorolojik kuraklık ile değerlendirilmesi: Atikhisar barajı (Çanakkale) örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 904-916.
- Özlu, T., Gündüz, S. (2018). Tuzla Gölü'nün (Kayseri) hidrografik özellikleri ve 1975-2015 yılları arasında yaşanan seviye değişimleri. *Firat University Journal of Social Sciences/Sosyal Bilimler Dergisi*, 28(1).
- Sabuncu, A. (2020). Burdur Gölü kıyı şeridindeki değişiminin uzaktan algılama ile haritalanması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4), 623-633.
- Şener, E., & Şener, Ş. (2019). Meteorolojik kuraklığın coğrafi bilgi sistemleri tabanlı zamansal ve konumsal analizi: Çorak Gölü havzası (Burdur-Türkiye) örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 596-607.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2019). *Burdur havzası nehir havzası yönetim planı, stratejik çevresel değerlendirme kapsam belirleme raporu*, Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2019). *Su kalitesi yönetimi hizmet içi eğitimi*, Nisan 2019, Antalya.
- Wu, Y., & Zhu, L. (2008). The response of lake-glacier variations to climate change in nam co catchment, central tibetan plateau during 1970–2000. *Journal of Geographical Sciences*, 18(2), 177-189.
- Xie, H., Wen, J., Chen, Q., & Wu, Q. (2021),. Evaluating the landscape ecological risk based on GIS: A case-study in the poyang lake region of China. *Land Degradation & Development*, 32(9), 2762-2774.
- Yigitbaşıoğlu, H., & Uğur, A. (2010), Burdur Gölü havzasında arazi kullanım özelliklerinden kaynaklanan çevre sorunları, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 129-143.

#### **İnternet Kaynakları**

- ESA Copernicus (2021). <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> adresinden 05.05.2021 tarihinde erişilmiştir.
- Libra, <https://libra.developmentseed.org/> adresinden 05.05.2021 tarihinde erişilmiştir.
- NASA Earth Data (2021). <https://search.earthdata.nasa.gov/search/> adresinden 05.05.2021 tarihinde erişilmiştir.
- Sentinelhub Playground (2021). <https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground> adresinden 05.05.2021 tarihinde erişilmiştir.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2019), Saldı Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, Ankara, <https://tvk.csb.gov.tr/salda-golu-i-91578> adresinden 09.06.2021 tarihinde erişilmiştir.
- USGS Glovis, (2021). <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=0>, adresinden 05.05.2021 tarihinde erişilmiştir.