

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



Araştırma Makalesi / Research Article

TÜRKİYE GÖL ÇALIşMALARINDA UZAKTAN ALGILAMANIN YERİ: BİBLİYOMETRİK BİR YAKLAşIM

The Role of Remote Sensing in Lake Studies in Türkiye: A Bibliometric Approach

Sadrettin KAHRAMAN^a, Muhammed Zeynel ÖZTÜRK^b

^a Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Niğde, Türkiye
kahramansadrettin47@gmail.com  <https://orcid.org/0009-0006-5524-3714>

^b Sorumlu Yazar / Corresponding Author,

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Niğde, Türkiye,
muhammed.zeynel@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-9834-7680>

Makale Tarihçesi

Geliş 13 Haziran 2025

Kabul 19 Temmuz 2025

Article History

Received 13 June 2025

Accepted 19 July 2025

Anahtar Kelimeler

Uzaktan Algılama, Bibliyometrik,
Göl ve Sulak Alan, Türkiye

Keywords

Remote Sensing, Bibliometric,
Lake and Wetlands, Türkiye

Atıf Bilgisi / Citation Info

Kahraman, S. & Öztürk, M. Z.
(2025) Türkiye Göl Çalışmalarında
Uzaktan Algılamanın Yeri:
Bibliyometrik Bir Yaklaşım / The
Role of Remote Sensing in Lake
Studies in Türkiye: A Bibliometric
Approach, Jeomorfolojik
Araştırmalar Dergisi / Journal of
Geomorphological Researches,
2025 (15): 43-54.

doi: 10.46453/jader.1719133

ÖZET

Ülkemizdeki göller ve sulak alanlar, iklim değişikliği ve insan faaliyetleri nedeniyle artan bir baskı altındadır. Bu baskı göller ve sulak alanlarda önemli çevresel değişimlere neden olmaktadır ve bu değişimler uzaktan algılama (UA) teknolojileriyle yakından izlenmektedir. Özellikle dramatik değişimlerin yaşandığı göller, benzer veriler ve yöntemler kullanılarak onlarca çalışmada incelenmektedir. Bu durum bibliyometrik bir çalışmaya ihtiyaç oluşturmuştur. Bu çalışma, Türkiye'de göl araştırmalarında UA'nın mevcut durumunu ortaya koyarak gelecek çalışmalar için yol gösterici olmayı amaçlamaktadır. Çalışmada Web Of Science, Google Scholar ve DergiPark veri tabanlarından 156 makale tespit edilmiş ve tüm makalelerin içeriklerine göre bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veriler ülkemizde göl çalışmalarında uzaktan algılamanın 2007'den itibaren kullanılmaya başlandığını ve 2020 sonrasında önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Göl çalışmalarında Geomatik ve Coğrafya bölümleri ön plana çıkmaktadır. Bugüne kadar Türkiye'de 88 göl UA kullanılarak incelenmiş olup, Burdur Gölü (41 makale) en çok çalışılan göldür. Çalışmaların başlıca amacı göllerdeki alansal değişimleri tespit etmektir. 156 adet makalenin 135 tanesi göllerdeki kıyı çizgisi değişimine odaklanmıştır ve incelenen göllerin tamamına yakınında alan kaybı tespit edilmiştir. En yaygın kullanılan yöntemler sucul ortamlarını tespit etmek için kullanılan NDWI, MNDWI ve NDVI indeksleridir. Landsat uydu serisi (özellikle 5 ve 8) en çok kullanılan veri kaynağıdır ve Google Earth Engine (GEE) kullanımı 2019 sonrasında yaygınlaşmıştır.

ABSTRACT

The lakes and wetlands in our country are under increasing pressure due to climate change and human activities. This pressure causes significant environmental changes in lakes and wetlands, and these changes are closely monitored by remote sensing (RS) technologies. In particular, lakes with dramatic changes have been examined in dozens of studies using similar data and methods. This situation created a need for a bibliometric study. By outlining the present state of RS in lake research in Türkiye, this study seeks to direct future investigations. This study discovered 156 articles from the Web of Science, Google Scholar, and DergiPark databases, creating a comprehensive database based on the content of these publications. According to the statistics, our nation's usage of remote sensing for lake studies started in 2007 and grew dramatically after 2020. Departments of Geography and Geomatics play a significant role in lake studies. To date, 88 lakes in Türkiye have been studied using UA, with Lake Burdur (41 articles) being the most studied lake. The primary aim of the studies was to identify spatial changes in the lakes. 135 of the 156 articles focused on shoreline changes. Lake area loss has been detected in almost all of the lakes studied. The most common methods used are NDWI, MNDWI, and NDVI indices for determine acuatice areas. The most widely utilised data source is the Landsat satellite series, particularly 5 and 8. Since 2019, Google Earth Engine (GEE) has expanded. In lake studies, departments of geography and geomatics play a significant role. The primary goal of these studies is to identify spatial changes in lakes, and the most popular techniques for doing so are NDWI, MNDWI, and NDVI indices. In particular, the Landsat satellite series 5 and 8 are the most commonly used data sources. The use of Google Earth Engine (GEE) has increased since 2019.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Wetlands and lakes are important ecosystems that provide various environmental services, such as carbon sequestration, freshwater storage, climate management, and biodiversity protection. However, the combined effects of population development, fast urbanisation, climate change, and increased water demand threaten these ecosystems. The need to track and comprehend the geographical and temporal dynamics of surface water body degradation and shrinkage is increasingly pressing. The ability of remote sensing (RS) technologies to consistently and objectively monitor vast areas over time has made them invaluable in this setting (Dörnhöfer and Oppelti, 2016). This study offers insights into current research trends, gaps, and future goals by doing a bibliometric analysis of scientific literature that uses RS techniques to examine lakes in Türkiye.

Methods and Materials

This study thoroughly evaluated 156 scientific publications from three major databases-Web of Science (WoS), Google Scholar, and DergiPark. To guarantee thorough coverage, keyword combinations like "lake," "remote sensing," "climate change," and "Türkiye" were employed in addition to the names of specific lakes in both Turkish and English. Every article was analysed and grouped according to several metadata, including the lead author's field of expertise, the year of publication, the journal name, the indexing database, the research goal, the scope of the study (local, national, or international), the remote sensing techniques, the satellite data sources, the names of the lakes under study, and the data's temporal range.

Results, Discussion, Conclusions

The results indicate that the application of RS in lake research in Türkiye commenced in 2007 but experienced substantial acceleration post-2020. In 2023, 24 articles were published, marking a record high. Most of the studies were published in SCIE-indexed journals (61 articles) and TR Dizin (48 articles), with significant increases observed post-2021 and post-2019,

respectively. The predominant lead authors originated from Geomatics (41 publications) and Geography departments (39 articles), succeeded by departments including Remote Sensing and GIS, Environmental Engineering, and Landscape Architecture.

Concerning study objectives, 135 of the 156 publications concentrated on identifying spatial alterations in lake surface areas, indicating a predominant focus on lake reduction and desiccation. Secondary subjects encompassed investigations of surface water temperature, chlorophyll quantification, and land-use alterations surrounding lakes. Regarding approach, more than 100 distinct techniques were employed; however, many were utilised only once. The predominant indices utilised were the Normalised Difference Water Index (NDWI), its modified variant (MNDWI), and the Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), all of which are proficient in differentiating aquatic environments from vegetated regions. Moreover, diverse categorisation methods encompassing supervised and unsupervised approaches were utilised to define lake boundaries.

Forty-five distinct satellite data were used in the articles. The Landsat satellite series, especially Landsat 5 and 8, became the most utilised due to their complementary access and extensive historical archive. Other satellites, including Sentinel-1, Sentinel-2, MODIS, and Envisat, were used with lesser frequency. The utilisation of the Google Earth Engine (GEE) platform has significantly increased since 2019, with seven research projects in both 2022 and 2023 employing its cloud-based, high-performance data processing capabilities.

The temporal examination of the studies reveals two principal methodologies: discontinuous and continuous. Approximately 70% of the studied papers reported changes at irregular intervals, whereas the remaining 30% utilised continuous annual data, predominantly post-2015, coinciding with the increased accessibility of platforms such as GEE. The year's most frequently analyzed were 1975, 2000, and 2020, which align with the launch or

enhancement of notable Earth monitoring satellites.

The investigations indicated that RS techniques have been employed to examine 88 lakes in Türkiye. Burdur Lake was the most extensively researched, with 41 articles, followed by Beyşehir with 21, Tuz with 16, Acıgöl, Akşehir, Eber, and Eğirdir each with 15, and Salda with 14. Many of these lakes are situated in the "Lakes Region" in southwestern Türkiye, distinguished by a semi-arid to Mediterranean climate, shallow lake basins, and a pronounced vulnerability to hydrological alterations. The recurrent examination of this area signifies the abundance of lakes and the speed and prominence of lake reduction in this climatic zone.

A concerning finding is that the majority of the examined lakes exhibit a decreasing trend in water surface area, with rare exceptions such as the lakes in the Erzurum Plain and Pamuklu Lake, where increases in water levels are ascribed to either negligible anthropogenic influence or particular human activities such as rice cultivation. As documented in national and international literature, numerous lakes, previously vital biological and hydrological entities, have now entirely desiccated.

The discussion section of the paper emphasises the increasing apprehension around academic redundancy. The surge in publications indicates heightened awareness; yet, other research utilises analogous methodologies on identical

lakes, frequently resulting in redundant conclusions. This phenomenon can be partially elucidated by institutional elements, such as the academic performance evaluation systems in Türkiye, which emphasise publication quantity, thereby encouraging the replication of established research frameworks. The policies implemented by entities like the Higher Education Council (YÖK) and the increase in universities and academic personnel have exacerbated this trend.

Technological improvements have significantly contributed to the proliferation of remote sensing-based lake investigations. The availability of openly accessible datasets from entities such as the United States Geological Survey (USGS), NASA, and the European Space Agency (ESA) has democratised data utilisation. Platforms such as GEE enable researchers to access and analyse extensive datasets without requiring advanced local computing resources, permitting more comprehensive and prompt assessments of lakes and wetlands.

These findings highlight the need for more diversified, interdisciplinary, and innovative research methodologies. Future research should incorporate socioeconomic, meteorological, and policy factors into remote sensing analysis. Increased focus on under-researched lakes, novel satellite technologies, and sophisticated data processing platforms such as GEE will augment the scope and depth of forthcoming lake studies in Türkiye.

1. GİRİŞ

Göller ve sulak alanlar, biyolojik çeşitliliği korumanın yanı sıra iklim düzenleme, tatlı su kaynakları olma ve karbon depolama gibi kritik ekosistem hizmetleri sunmaları nedeniyle büyük öneme sahiptir. Bu alanlar, sayısız bitki ve hayvan türüne yaşam alanı sağlayarak biyoçeşitliliği destekler (Lake vd., 2000; Mitsch & Gosselink, 2000). Ancak küresel iklim değişikliği, değişen arazi koşulları, artan nüfus ve artan su ihtiyacı göller ve sulak alanlar üzerindeki baskıyı her geçen gün artmaktadır (Woolway vd., 2020). Bu baskı göller üzerinde alansal ve zamansal değişimlerin yaşanmasına neden olmakta ve göllerin yönetiminin daha karmaşık bir hale gelmesine yol açmaktadır.

Göllerde yaşanan değişimlerin anlaşılmasında son yıllarda birçok bilimsel çalışma gerçekleştirilmektedir ve bu çalışmalarda UA teknolojileri yoğun şekilde kullanılmaktadır (Dörnhöfer & Oppelt, 2016). UA teknolojisi, geniş gözlem alanı ile hızlı ve zamansal veri koleksiyonu sunduğu için, yüzey suyu kaynaklarının izlenmesi ve yönetiminde yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Jiang vd., 2014). Özellikle iklimsel değişimlerin ve insan etkilerinin ortaya çıkarılmasında, alansal, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesine ve tüm bu özelliklerinin alansal ve zamansal değişimlerinin ortaya çıkarılmasında UA yaygın olarak kullanılmaktadır (Dörnhöfer & Oppelt, 2016). Örneğin, UA çalışmalarına göre son 150 yılda, başta kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde olmak üzere, dünyadaki sulak alan ve göllerin yarısından fazlası zarar görmüş ya da tamamen ortadan kalkmıştır (Akbaş, 2024; Davidson, 2014). Göllerin zarar görmesi ya da ortadan kalması ise beraberinde birçok çevre felaketinin ya da afetin yaşanmasına neden olmaktadır (Öztürk vd., 2025).

Türkiye sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik ve iklimsel özelliklerinden dolayı farklı gelişim özelliğine sahip birçok göl barındırmaktadır (Ataol & Onmuş, 2021; Öztürk vd., 2021). Ancak ülkemiz sahip olduğu değişken iklim koşulları (Küçük vd., 2009), iklim değişikliğinin etkilerine karşı çok hassas bir konumda olması (Demircan vd., 2017; Tayanç vd., 2009) ve toplam nüfusumuz her geçen yıl artmasından (Coşkun,

2023) kaynaklı olarak tatlı su ihtiyacının artması göllerimiz üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Bu baskından dolayı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin göllerinde son yıllarda önemli değişimler yaşanmaktadır. Bu değişimlerin belirlenmesinde UA yoğun olarak kullanmakta ve bu konuda çok fazla bilimsel makale yazılmaktadır (Durmaz vd., 2016; Fıratlı vd., 2022). Ancak bu makaleler incelendiğinde bazı konuların yoğunlukta olduğu, aynı göllerin birçok makalede benzer veri ve yöntem kullanılarak tekrar tekrar ele alındığı görülmüştür. Bu durum ülkemizdeki göller üzerine bir bibliyometrik analiz ihtiyacı doğurmuştur ve bu çalışmada ülkemizdeki göller üzerinde UA kullanılarak yapılmış bilimsel makaleler hakkında bibliyometrik bir analiz yapılmıştır.

Bibliyometrik analiz bir araştırma alanındaki bilimsel bilginin durumu ve eğilimleri sunmak için büyük miktardaki bibliyometrik veriyi özetlemek için uygulanmaktadır (Donthu vd., 2021). Özellikle incelenecek konunun kapsamı çok geniş olduğunda yaygın kullanılan bir tekniktir. Günümüzde bilimsel veri tabanlarının artmasıyla birlikte birçok alanda bibliyometrik analiz çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada uygulanan bibliyometrik analiz sonucunda, UA'nın Türkiye göllerinde hangi konularda kullanıldığı, ne tür verilerin göl analizlerinde kullanıldığı, en fazla hangi yöntemlere başvurulduğu, hangi göllerin incelendiği (Şekil 1), göllerin kaç farklı çalışmada ele alındığı ve yapılan çalışmaların zaman içerisindeki değişimi gibi konularında alansal ve zamansal veriler elde edilmiştir.

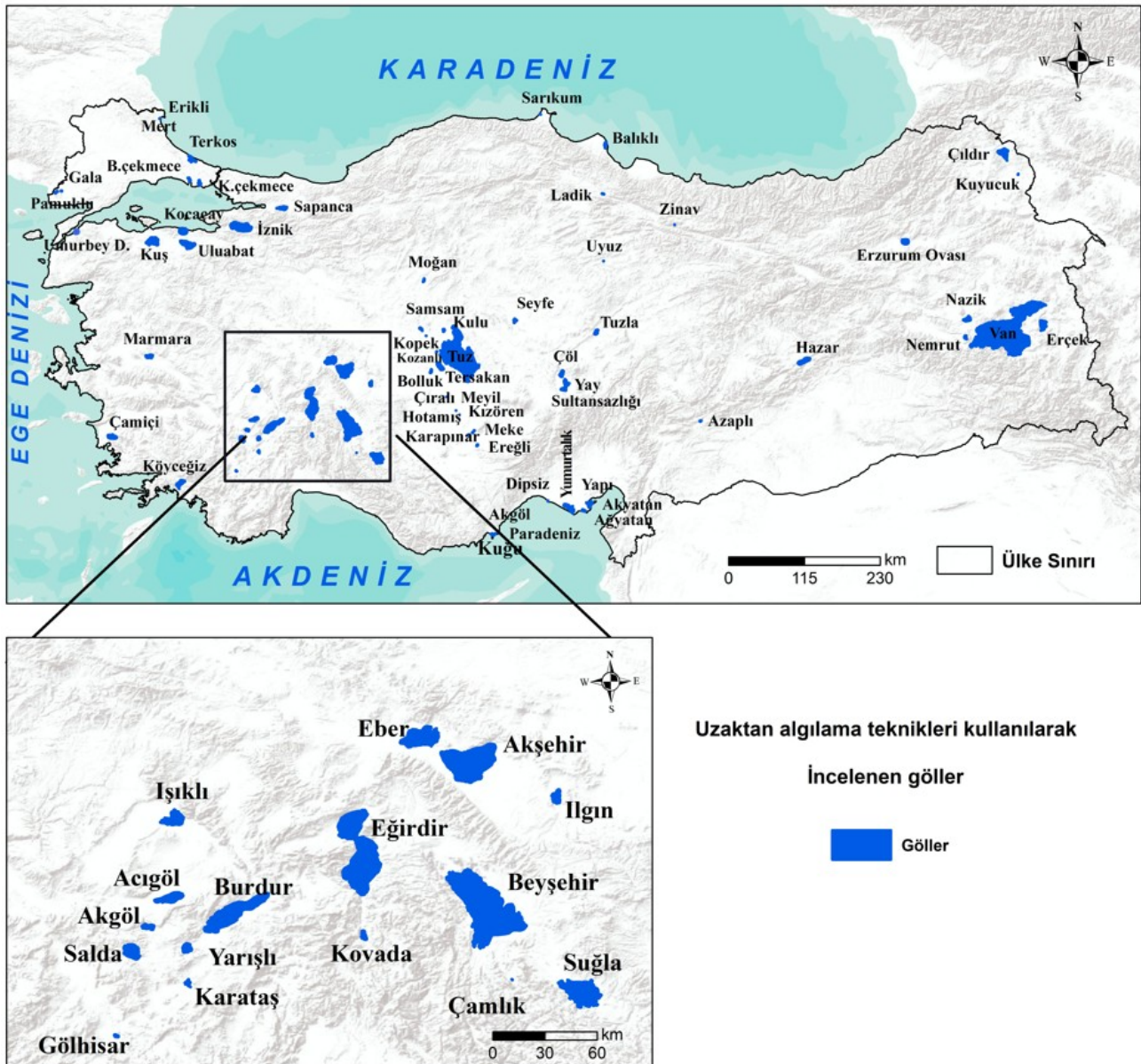
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Türkiye'de UA teknolojileri kullanılarak göl ve sulak alanların incelendiği bilimsel makalelerin bibliyometrik analizini içermektedir. Bibliyometrik analizler günümüzde yaygın olarak bilimsel veri tabanları kullanılarak yapılmaktadır (Yang vd., 2022). Bu çalışmada, makale konusunun dar bir çerçeveyi içermesi, çok fazla sayıda gölü barındırması hem ulusal hem de uluslararası makaleleri kapsamı, ayrıca otomatik gerçekleştirilen

taramaların içermediği özelliklerinde derlenmek istenmesi nedeniyle bibliyometrik analiz manuel olarak yapılmıştır.

Makale arama çalışmalarında Web of Science, GoogleScholar ve DergiPark veri tabanlarından yararlanılmıştır. Her üç veri tabanında da “Lake, Remote sensing, Climate change and lake, satellite and Lake, Turkish lakes remote sensing” gibi İngilizce kelimeler ve bu kelimelerin Türkçe’leri ile aramalar yapılmıştır. Fakat bu anahtar kelimeler araştırma konusunun tamamını kapsamadığından dolayı Türkiye’deki göller hem İngilizce hem de Türkçe olarak tek tek veri tabanlarında aratılmıştır. Tüm dünyadaki göllerin durumlarının incelendiği küresel çalışmalarda ise her bir küresel makalenin veri tabanları incelenerek Türkiye’den hangi göllerin incelendiği bilgisine ulaşılmıştır.

Makalelere ulaşılmasından ardından tüm çalışmalar; (1) İlk yazarın bilimsel çalışma alanı, (2) makalenin yayınlandığı yıl, (3) makalenin yayınlandığı dergi ismi ve (4) tarandığı index türü, (5) makalenin araştırma problemi (amacı), (6) çalışmanın düzeyi (yerel, ulusal ve uluslararası), (6) çalışmada kullanılan uzaktan algılama yöntemleri, (7) incelenen göller, (8) kullanılan veriler (uydu türleri), (9) ele alınan yıllar gibi bilgileri içerecek şekilde bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanına ait Excel dosyası ve veri tabanının oluşturulmasında kullanılan kaynaklara ait referansların yer aldığı WORD dosyasına makalenin ekler bölümündeki linkten ulaşılabilir. Veri tabanının oluşturulmasının ardından Excel ve Arcmap programları kullanılarak veritabanına ait istatistikler, grafikler ve haritalar oluşturulmuştur.



Şekil 1: Türkiye’de UA teknolojileri kullanılarak incelenen göllerin alansal dağılışı / **Figure 1:** Spatial distribution of lakes studied using RS technologies in Türkiye.

3. BULGULAR

Literatür çalışmasına göre bugüne kadar UA yöntemleri ile Türkiye’deki göllerin incelendiği 156 bilimsel makaleye ulaşılmıştır. Basım tarihlerine göre bilimsel makaleler 2007 yılından itibaren (Şekil 2a) başlamaktadır. 2019 yılına kadar yıllık 10’dan daha az makale yayınlanırken 2020 yılı itibariyle yayın sayısında önemli bir artış yaşanmıştır. Yayın sayısı 2023 yılı itibariyle 24 makale ile en yüksek sayıya ulaşmıştır. Bu sonuçlar göl çalışmalarının günümüze doğru popüler bir çalışma konusu haline geldiğini göstermektedir. Yayınların indeks türlerine göre (Şekil 2a) en fazla yayının SCIE (61) ve TR Dizin (48) yayınlanmıştır. SCIE indeksteki makale sayısı 2021 yılından, TR Dizin ise 2019 yılından sonra ciddi artış göstermiştir. TR Dizin 2024 yılında 14 makale ile en yüksek sayıya ulaşmıştır.

İlk yazarın bilim alanına göre (Şekil 2b) çalışmalarda 41 makale ile Geomatik ve 39 makale ile Coğrafya bölümleri dikkat çekmektedir. Bu iki temel bölümün yanı sıra Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Peyzaj ve Çevre Mühendisliği bölümlerinde 10’ar makale yayınlanmıştır. Bu bölümlerin de yanı sıra çok az olmakla birlikte Bilgisayar Mühendisliği, Meteoroloji Mühendisliği, Mimarlık gibi bölümlerde göller üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu sonuçlar göllerin çok farklı disiplinlerin dikkatini çektiğini göstermektedir.

Göl çalışan bilim alanlarının fazlalığı çalışmaların amacını, uygulanan yöntem sayısını ve veri kaynağını zenginleşmesine neden olmuştur. Makalelerin çalışma konularına göre sınıflandırıldığında büyük bölümün (135’i) göllerdeki alansal değişimlere odaklandığı görülmektedir. Bu konunun ardından göl yüzey suyu sıcaklıklarının belirlenmesi, göllerdeki klorofil değerlerinin belirlenmesi ve değişen göl alanları ile birlikte yaşanan arazi kullanım değişiklikleri konuları incelenmiştir (Şekil 2c). Bilim alanlarının ve çalışma konularının çeşitliliğinden dolayı uzaktan algılama çalışmalarında göl alanları incelenirken 103 farklı yöntem kullanılmıştır. Ancak bu yöntemlerden 74 adedi sadece

çalışmalarda birer kez kullanılmıştır. Çalışmalarda büyük oranda göllerin tespiti üzerine odaklandığından dolayı su alanlarının tespitinde kullanılan Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (Normalized Difference Water Index-NDWI) ve bunun güncellenmiş versiyonu olan Modifiye Edilmiş ya da Değiştirilmiş Normalize Fark Su İndeksi (Modified Normalized Difference Water Index-NDWI), Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI) gibi yöntemler yoğun olarak kullanılmıştır (Şekil 2d). Bu indekslerin yanı sıra birçok çalışmada görüntü işleme teknikleri, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma tekniklerine göre göl alanları incelenmiştir.

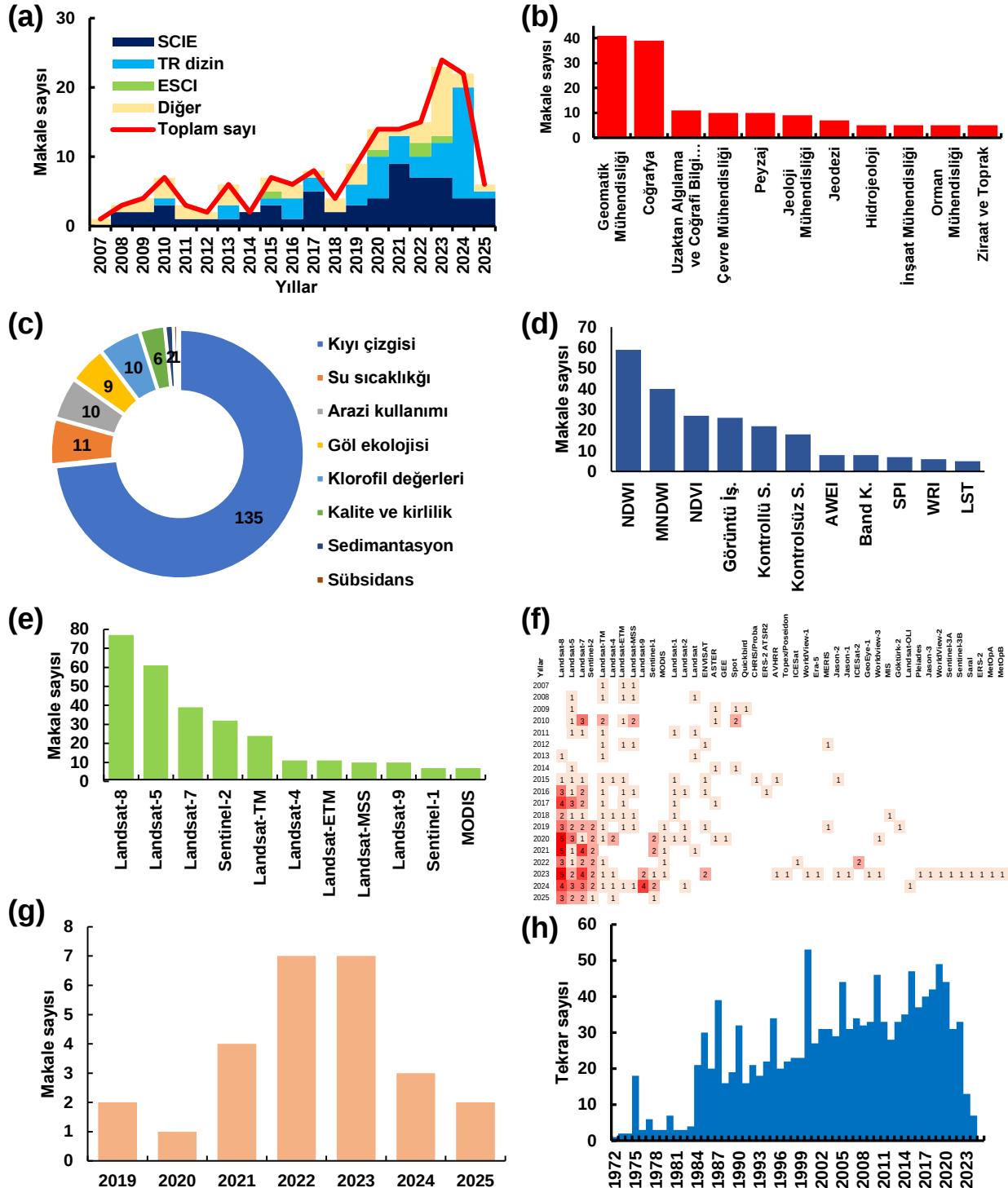
Göllerin incelenmesinde bugüne kadar 45 farklı uyduya ait veriler kullanılmıştır (Şekil 2e). Ancak ücretsiz erişim imkanından ve zamansal olarak en geriye gidebilen uydu olmasından dolayı makalelerde yoğun olarak Landsat uydu verileri kullanılmıştır. Landsat verileri içerisinde ise Landsat 8 ve 5 en çok tercih edilen (Şekil 2f) uydulardır. Landsat uydularının yanı sıra Sentinel 1-2, MODIS, Envisat gibi uydularda kullanılmıştır. 24 adet uyduya ait veriler ise sadece birer çalışmada kullanılmıştır. Yeni uydular özellikle 2023 yılında yoğun olarak kullanılmıştır.

Çalışmalarda dikkati çeken bir diğer özellik ise Google Earth Engine (GEE) kullanımıdır (Şekil 2g). Bu platform çok büyük verilerin hızlıca işlenmesine imkân sağladığı için son yıllarda yaygın kullanılmaya başlanmıştır. GEE kullanılan çalışmalar 2019’dan sonra başlamış ve 2022-2023 yıllarda 7’şer çalışma ile en yüksek seviyelerine ulaşmıştır.

Çalışmalarda incelenen zaman aralıklarına göre çalışmalar kesikli ve sürekli olarak sınıflandırılmıştır. Eğer veri belirli yılları atlayarak analizlerini gerçekleştirmişse zaman aralığı açısından kesikli, bir zaman aralığında tüm yıllar incelenmiş ise sürekli olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre makalelerin %70’i analizlerini kesikli şekilde gerçekleştirilirken % 30’luk kesimi sürekli veri analizi şeklinde gerçekleştirmiştir. Sürekli veri analizleri 2015 yılından sonra uygulanmaya başlamıştır. Özellikle GEE’nin sayesinde

2020'den sonra verilerde süreklilik oranı artmıştır. Kesikli çalışmalarda 10, 5 ve 2'şer yıllık aralıklarla da göller incelenmiştir. 1975 yılı, 2000 ve 2020 yıl aralıkları çalışmaların büyük bir çoğunluğunda kullanılmaktadır. Bunun birçok nedeni olmakla birlikte o

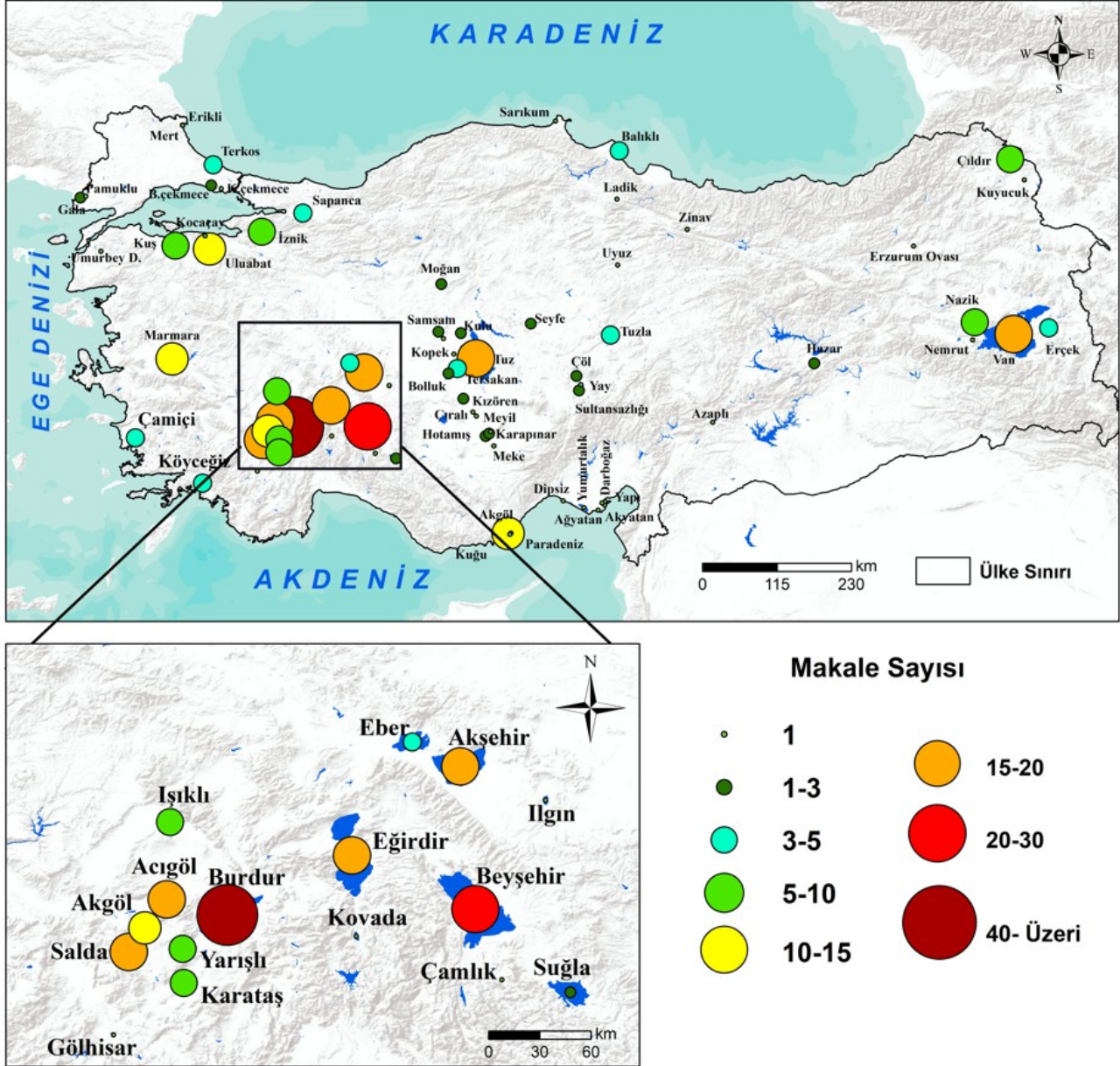
tarihlerde uzaya gönderilen uydulardan kaynaklanmaktadır. Yani yeni uyduların fırlatılması ya da mevcut uydularda meydana gelen güncellemeler çeşitli yıllarda daha birçok çalışmada ele alınmıştır.



Şekil 2: (a) Makale sayısı ve indeks türlerinin yıllara göre değişimi, (b) bilim alanlarına, (c) makalenin amacına göre makale sayısı, (d) makalede kullanılan yöntemlerin tekrar sayısı, (e) uyduların kaç makalede kullanıldığı ve (f) hangi yıllarda kullanıldığının, (g) GEE kullanımının yıllara göre değişimi ile (h) makalelerde incelenen yılların toplam sayısı / **Figure 2:** (a) Changes in the number of articles and index types over the years (b) number of articles by scientific field, (c) Number of articles by purpose, (d) number of repetitions of methods used in articles, (e) number of articles in which satellites were used and (f) the years in which they were used, (g) changes in GEE usage over the years and (h) the total number of years examined in the articles.

Makalelerde incelenen göllere göre bugüne kadar ülkemizdeki 88 adet göl uzaktan algılama teknikleriyle incelenmiştir. Tüm göller içerisinde en fazla çalışılan göl 41 makale ile Burdur Gölü'dür (Şekil 3). Burdur Gölü'nün ardından Beyşehir (21 adet), Tuz Gölü (16 adet), Acıgöl (15 adet), Akşehir (15 adet), Eber (15 adet) Eğirdir (15 adet) ve Salda (14 adet) gölleri en fazla incelenen göllerdir. 48 adet göl 1 ya da

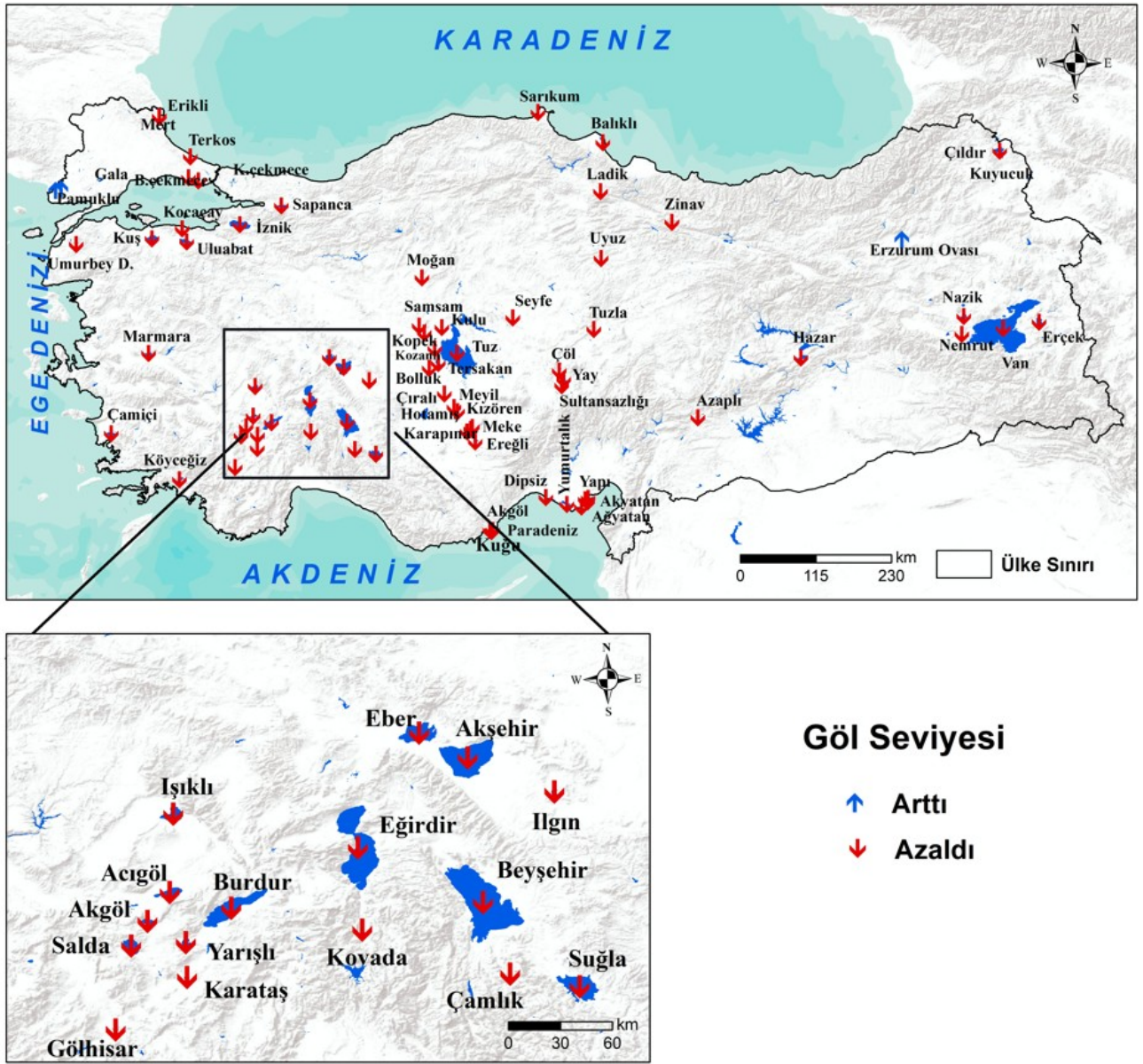
2 kere makalede incelenmiştir. Çalışılan göllerin alansal dağılışında özellikle Göller Yöresi'ndeki göllerin yoğun olarak çalışıldığı dikkat çekmektedir. Göller Yöresi'nde hem çok fazla sayıda gölün olması ve göllerin sığ olması ve sahip olduğu ikliminden dolayı (Taşoğlu vd., 2024) göllerdeki alansal değişiminin çok hızlı yaşanmasına neden olarak bu bölgedeki göllerin çok fazla çalışılmasına neden olmuştur.



Şekil 3: Göllerde uzaktan algılama kullanılarak yapılan çalışma sayısı / **Figure 3:** Number of studies conducted using remote sensing in lakes.

Çalışmaların büyük bölümü kıyı çizgisi değişimine odaklandığından dolayı çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre incelenen göllerin kıyı çizgisi değişimleri de derlenmiştir (Şekil 4). Literatüre göre sadece iki alanda (Erzurum Ovası sulak alanı ile Gala ve

Pamuklu gölleri) göller haricindeki tüm göllerimizde alanında azalma trendleri belirlenmiştir. Hatta çalışılan bazı göller günümüzde malesef tamamen kurumuş durumdadır.



Şekil 4: Göl seviyesi değişimi çalışmalarına göre göllerde meydana gelen seviye değişiminin yönü / **Figure 4:** Trends of water level change in lakes according to coastline change studies.

4. TARTIŞMA

Ülkemiz, sahip olduğu iklimsel koşulların ve artan nüfus ihtiyaçlarının bir sonucu olarak göllerinin hızla yok olmakta ya da ciddi zarar görmektedir. Makalelerdeki incelenen göllerin neredeyse tamamında alanı azalmıştır. Sadece iki göl ve sulak alanda (Erzurum Ovası sulak alanı ile Gala ve Pamuklu gölleri) alansal artış tespit edilmiştir. Erzurum Ovası sulak alanındaki göllerde seviyenin artması ise yüzey alanı değişimine değişimin ve insan faaliyetlerinin etkileri de incelenmiş ve değerlendirme sonucunda iklimsel faktörlerden daha çok yeraltı su rezervlerindeki artışın neden olduğu hidrolojik yapıdaki değişimin genişlemeye etkili olabileceği bulunmuştur (İrdemez & Eymirli,

2021). Gala ve Pamuklu göllerindeki artışlar ise litolojik özellikler ve pirinç yetiştiriciliğinden kaynaklanmaktadır. Göller çevresindeki çeltik sahalarıyla göllerin arasındaki seddeler çeltik sulamasında kullanılan suların göle gelmesini engellediği yönünde bir algı oluşturmaya rağmen sahanın geçirimli litolojik özelliğinden dolayı göller bu çeltik sahalarının suları tarafından beslenmektedir. Bu durum göl alanlarının büyümesindeki en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Bitek vd., 2024).

Göllerin ortadan kalkması beraberinde birçok çevre problemlerine de neden olmaktadır. Bu nedenle göllerde yaşanan bu değişimlerin anlaşılması konusunda ülkemiz gölleri üzerine yapılan UA çalışmaları büyük öneme sahiptir. Ancak, bibliyometrik analiz sonuçları, belirli

alanlardaki göllerin çok fazla sayıda çalışıldığını göstermektedir. Bu durumun oluşmasında doğal ve doğal olmayan birçok faktör etkilidir. En fazla çalışılan göller genelde iklim ve insan baskısının fazla olduğu büyük göllerdir. Özellikle yarı kurak iklim koşullarında göllerdeki değişimlerin kolay bir şekilde belirlenebilmesi en önemli nedenlerden bir tanesidir. Bu durum sadece ülkemizdeki bilim insanları tarafından değil, uluslararası çalışmalarda da benzer bir eğilim olduğunu ortaya koymaktadır (Akbaş, 2024).

Göl çalışmalarında dikkati çeken en önemli konulardan bir tanesi ise aynı alanda benzer yöntemler kullanılarak yapılan çalışmaların fazlalığıdır. Özellikle alansal değişimin fazla olduğu göller en sık çalışılan göller olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, göllerdeki değişimin oldukça dramatik şekilde olmasının yanı sıra, dikkat çekici sonuçlar elde edilmesinden dolayı kolay yayına dönüştürülebilmesi de önemli bir etkidir. Özellikle ülkemizde son yıllarda uygulanan akademik teşvik uygulamasının yanı sıra, akademik yükselme konusunda baskı, benzer yöntemler ile benzer sonuçların elde edildiği, aynı alanları inceleyen çalışmaların sayısının artmasına neden olmaktadır (URL 1, 2). Özellikle 2010 yılından sonra bu artış hız kazanmıştır (URL 1). Bu artışta, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) ve üniversitelerin akademik yükselme ve atama kriterlerinde uluslararası yayın şartlarını zorunlu kılması, üniversite ve akademisyen sayısındaki artışlar gibi politika ve düzenlemelerin doğrudan etkisi bulunmaktadır (URL 2). Bu tür kriterler, akademisyenler üzerinde yoğun bir yayın yapma baskısı oluşturmuş ve bu baskı, yayın sayılarının artışında temel bir itici güç olmuştur.

Göl çalışmalarında UA tekniklerinin yaygın kullanılmasında gelişen teknolojik koşullarda önemli bir etkidir. Özellikle ücretsiz erişim imkanının ve analiz imkanlarının artmasıyla birlikte göl çalışmalarında UA hız kazanmıştır. Özellikle son on yılda birçok uydu görüntüsü ve arazi yüzey modellerinin Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey, USGS), Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Araştırmaları Dairesi (National Aeronautics and Space Administration, NASA) ve Avrupa Uzay Ajansı

(European Space Agency, ESA) gibi kurumlar tarafından ücretsiz olarak erişim imkânı sunulmasıyla, UA verileri kullanılarak yürütülen çalışmalar oldukça hız kazanmıştır (Karaca vd., 2022). Son yıllarda uzaktan algılama teknolojisinde büyük yeniliklere imza atılmıştır. Bu yeniliklerden biri de Google Earth Engine (GEE) platformudur. GEE, çok büyük veri kümelerini işlemek için yüksek performanslı bilgi işlem kaynaklarına erişimi kolaylaştıran bulut tabanlı bir platformdur (Gorelick vd., 2017). GEE platformunun en önemli avantajlarından biri, UA ürünlerine tam ve eksiksiz ulaşım sağlaması ve bu ürünleri çok hızlı bir şekilde işleme yeteneğine sahip olmasıdır (Karaca vd., 2022).

5. SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye göllerinde UA teknolojilerinin kullanımına dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Ülkemizde UA tabanlı göl çalışmaları 2020 sonrasında hız kazanmıştır. Coğrafya ve Geomatik disiplinleri araştırmalara öncülük etmekte olup göllerdeki alansal değişim (%86) bilimsel makalelerin başlıca odak konusudur. Makalelerde çok fazla yöntem kullanılmakla birlikte makalelerin büyük bölümü alansal değişime odaklandığından dolayı NDWI, MNDWI ve NDVI indisleri en yaygın kullanılan yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Landsat uyduları temel veri kaynağı olup, GEE kullanımı son 5 yılda kritik bir ivme kazanmıştır. Özellikle son yıllarda kullanılan uydu ve yöntem türlerinde önemli bir çeşitlilik olmaya başlamıştır. Bugüne kadar 88 göl UA teknolojileriyle incelenmiş olmakla birlikte yarı kurak iklim koşullarının etkili olduğu Burdur Gölü ve Göller Yöresi'ndeki göller yoğun şekilde çalışılmıştır. Alansal değişimin incelendiği göllerin neredeyse tamamında göl alanında azalma tespit edilmiştir.

EK

Çalışmada oluşturulan veri setini içeren Excel dosyasına ve veri setinin oluşturulmasında yararlanılan bilimsel makalelere ait referans listesinin yer aldığı Word dosyasına aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16023439>

KAYNAKÇA

- Akbaş, A. (2024). Human or climate? Differentiating the anthropogenic and climatic drivers of lake storage changes on spatial perspective via remote sensing data. *Science of The Total Environment*, 912, 168982. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168982>
- Ataol, M., & Onmuş, O. (2021). Wetland loss in Turkey over a hundred years: Implications for conservation and management. *Ecosystem Health and Sustainability*, 7(1), 1930587. <https://doi.org/10.1080/20964129.2021.1930587>
- Bitek, D., Uludağ, M., & Kurban, E. A. (2024). Gala Ve Pamuklu Gölleri Su Yüzeyi Değişim Alanlarının Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi Ve Çevresel Etkilerinin İzlenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(2), 461-486. <https://doi.org/10.26468/trakyasobed.1479079>
- Coşkun, S. (2023). Türkiye’de Nüfus Artışı ve Ekonomik Gelişme Arasındaki İlişki. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 313-329. <https://doi.org/10.17541/optimum.1296107>
- Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934. <https://doi.org/10.1071/MF14173>
- Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H., & Coşkun, M. (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 1(1), 22-43. <https://doi.org/10.31807/tjwsm.297183>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Dörnhöfer, K., & Oppelt, N. (2016). Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. *Ecological Indicators*, 64, 105-122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.009>
- Durmaz, fz, Karakaya, N., & Evrendilek, F. (2016). Spatiotemporal Change Detection Analysis of Turkish Lake Water Surface Area in Response to Anthropogenic Ecosystem Disturbances Using Long-Term Landsat TM/ETM+ Data. *Journal of Ecosystem & Ecography*, 6(2). <https://doi.org/10.4172/2157-7625.1000188>
- Fıratlı, E., Dervişoğlu, A., Yagmur, N., Musaoğlu, N., & Tanık, A. (2022). Spatio-temporal assessment of natural lakes in Turkey. *Earth Science Informatics*, 15(2), 951-964. <https://doi.org/10.1007/s12145-022-00778-8>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- İrdemez, Ş., & Eymirli, E. B. (2021). Determination of spatiotemporal changes in Erzurum plain wetland system using remote sensing techniques. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(5), 265. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09041-x>
- Jiang, H., Feng, M., Zhu, Y., Lu, N., Huang, J., & Xiao, T. (2014). An Automated Method for Extracting Rivers and Lakes from Landsat Imagery. *Remote Sensing*, 6(6), 5067-5089. <https://doi.org/10.3390/rs6065067>
- Karaca, M., Yağmur, N., & Balçık, F. (2022). İstanbul Terkos Gölü Zamansal Değişiminin Google Earth Engine Kullanılarak Belirlenmesi. *Geomatik*, 7(3), 235-242. <https://doi.org/10.29128/geomatik.975714>
- Küçük, M., Kahya, E., Cengiz, T. M., & Karaca, M. (2009). North Atlantic Oscillation influences on Turkish lake levels. *Hydrological Processes*, 23(6), 893-906. <https://doi.org/10.1002/hyp.7225>
- Lake, P. S., Palmer, M. A., Biro, P., Cole, J., Covich, A. P., Dahm, C., Gibert, J., Goedkoop, W., Martens, K., & Verhoeven, J. (2000). Global Change and the Biodiversity of Freshwater Ecosystems: Impacts on Linkages between Above-Sediment and Sediment Biota. *BioScience*, 50(12), 1099. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050)
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). The value of wetlands: Importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35(1), 25-33. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00165-8)
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., & Utlu, M. (2021). Anadolu’nun sirk gölleri. *Türk Coğrafya Dergisi*(78), 49-60. <https://doi.org/10.17211/tcd.998089>
- Öztürk, M. Z., Poyraz, M., Duman, H., & Taşoğlu, E. (2025). A geospatial approach to understanding sinkhole formation in Akgöl Wetland, Türkiye. *Environmental Earth Sciences*, 84(209), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12665-025-12225-0>
- Taşoğlu, E., Öztürk, M. Z., & Yazıcı, Ö. (2024). High Resolution Köppen-Geiger Climate Zones of Türkiye. *International Journal of Climatology*, 44(14), 5248-5265. <https://doi.org/10.1002/joc.8635>

- Tayanç, M., İm, U., Doğruel, M., & Karaca, M. (2009). Climate change in Turkey for the last half century. *Climatic Change*, 94(3-4), 483-502. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9511-0>
- Woolway, R. I., Kraemer, B. M., Lenters, J. D., Merchant, C. J., O'Reilly, C. M., & Sharma, S. (2020). Global lake responses to climate change. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(8), 388-403. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0067-5>
- Yang, X., O'Reilly, C. M., Gardner, J. R., Ross, M. R. V., Topp, S. N., Wang, J., & Pavelsky, T. M. (2022). The Color of Earth's Lakes. *Geophysical Research Letters*, 49(18). <https://doi.org/10.1029/2022gl098925>

İnternet Kaynakları

- URL 1: SCOPUS TÜRKİYE Adresli Veriler - Cahit Arf Bilgi Merkezi, erişim tarihi Haziran 11, 2025, <https://cabim.ulakbim.gov.tr/bibliyometrik-analiz/scopus-turkiye-adresli-veriler/>
- URL 2: YÜKSEKÖĞRETİM KURULU 2024-2028 STRATEJİK PLANI - YÖK, erişim tarihi Haziran 11, 2025, https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/strateji_dairesi/stratejik-plan/2024-2028-yok-stratejik-plani.pdf