



## Aras, Çoruh ve Doğu Karadeniz Havzalarındaki Yüksek Rakımlı Göllerde Fitoplankton Tür Kompozisyonu ve Biyokütlesi

Tolga ÇETİN<sup>1\*</sup> Nilsun DEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.  
<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.

Geliş Tarihi: 31.03.2023

Kabul Tarihi: 18.08.2023

Basım Tarihi: 30.09.2023

Atf yapmak için: Çetin, T.& Demir, N. (2023). Aras, Çoruh ve Doğu Karadeniz Havzalarındaki Yüksek Rakımlı Göllerde Fitoplankton Tür Kompozisyonu ve Biyokütlesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(3), 352-360. <https://doi.org/10.35229/jaes.1274356>

How to cite: Çetin, T.& Demir, N. (2023). Phytoplankton Species Composition and Biomass in High Altitude Lakes in Aras, Çoruh and Eastern Black Sea Basins. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(3), 352-360. <https://doi.org/10.35229/jaes.1274356>

\*ID: <http://orcid.org/0000-0002-7817-3222>  
ID: <http://orcid.org/0000-0002-3895-7655>

\*Sorumlu yazarın:  
Tolga ÇETİN  
T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi  
Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
✉: [tolga.cetin@tarimorman.gov.tr](mailto:tolga.cetin@tarimorman.gov.tr)

**Öz:** Aras, Çoruh ve Doğu Karadeniz havzalarının ortalama yüksekliği fazladır ve bu havzalarda birçok yüksek rakımlı göl bulunmaktadır. Bu çalışmada, Aras (Aygır Gölü), Çoruh (Balık ve Boğa Gölü) ve Doğu Karadeniz (Camlı ve Çakır Gölü) havzalarında yer alan ve 2100 metrenin üzerinde bulunan doğal göllerin fitoplankton biyokütlesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Doğu Karadeniz havzası için 2018 yılında, Aras ve Çoruh havzaları için ise 2019 yılında üç dönemde fitoplankton ve su örnekleri toplanmıştır. Bacillariophyta (13), Charophyta (5), Chlorophyta (16), Cryptophyta (3), Cyanobacteria (6), Miozoa (2), Euglenozoa (1) ve Ochrophyta (2)'ya ait toplamda 48 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Bu göllerin ekolojik durumlarının değerlendirilmesi için fitoplankton biyokütlesi ile nutrientler (toplam azot ve toplam fosfor) arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Toplam azot Boğa (1434,33 µg/l), Balık (1195,00 µg/l) ve Aygır (988,83 µg/l) göllerinde yüksek çıkarken, Çakır (324,00 µg/l) ve Camlı (374,67 µg/l) göllerinde düşük bulunmuştur. Toplam fosfor Aygır (100,60 µg/l), Balık (35,80 µg/l) ve Boğa (15,40 µg/l) göllerinde yüksek çıkarken, Çakır (2,50 µg/l) ve Camlı (6,70 µg/l) göllerinde düşük bulunmuştur. Fitoplankton biyokütlesi toplam azot ve toplam fosfor ile benzerlik göstermiş ve Balık (1,92 mm<sup>3</sup>/l), Boğa (1,44 mm<sup>3</sup>/l) ve Aygır (1,34 mm<sup>3</sup>/l) göllerinde yüksek çıkarken Camlı (0,21 mm<sup>3</sup>/l) ve Çakır (0,25 mm<sup>3</sup>/l) göllerinde düşük bulunmuştur. Fitoplankton biyokütlesine göre; Camlı ve Çakır Göllerinin ekolojik durumunun çok iyi, Aygır, Balık ve Boğa Göllerinin ise ekolojik durumunun iyi olduğu tespit edilmiştir. Çok iyi durumda olan Camlı ve Çakır göllerinin yüksek rakımda yer alan göller için referans alan olarak değerlendirilmesi ve göllerin mevcut durumunun korunması için gerekli tedbirlerin alınması önerilir.

**Anahtar kelimeler:** Fitoplankton biyokütlesi, referans koşul, toplam azot, toplam fosfor, yüksek rakımlı göller.

## Phytoplankton Species Composition and Biomass in High Altitude Lakes in Aras, Çoruh and Eastern Black Sea Basins

**Abstract:** The Aras, Çoruh, and Eastern Black Sea basins have a high average elevation and there are several high altitude lakes in these basins. In this study, it was aimed to evaluate the phytoplankton biomass of natural lakes above 2100 meters in the Aras (Aygır Lake), Çoruh (Balık and Boğa Lake) and Eastern Black Sea (Camlı and Çakır Lake) basins. Phytoplankton and water samples were collected three sampling period in 2018 for the Eastern Black Sea basin, and in 2019 for the Aras and Çoruh basins. A total of 48 phytoplankton species belonging to Bacillariophyta (13), Charophyta (5), Chlorophyta (16), Cryptophyta (3), Cyanobacteria (6), Miozoa (2), Euglenozoa (1) and Ochrophyta (2) have been identified. In order to evaluate the ecological status of these lakes, the relationships between phytoplankton biomass and nutrients (total nitrogen and total phosphorus) were investigated. Total nitrogen levels were high in Boğa (1434.33 µg/l), Balık (1195.00 µg/l) and Aygır (988.83 µg/l) lakes, but low in Çakır (324.00 µg/l) and Camlı (374.67 µg/l) lakes. Total phosphorus levels were high in Aygır (100.60 µg/l), Balık (35.80 µg/l) and Boğa (15.40 µg/l) lakes, but low in Çakır (2.50 µg/l) and Camlı (6.70 µg/l) lakes. Phytoplankton biomass correlated with total nitrogen and total phosphorus, and was high in Balık (1.92 mm<sup>3</sup>/l), Boğa (1.44 mm<sup>3</sup>/l) and Aygır (1.34 mm<sup>3</sup>/l) lakes but low in Camlı (0.21 mm<sup>3</sup>/l) and Çakır (0.25 mm<sup>3</sup>/l) lakes. According to phytoplankton biomass, the ecological status of Camlı and Çakır Lakes is high, and the ecological status of Aygır, Balık, and Boğa Lakes is good. It is recommended that the Camlı and Çakır lakes, which are in high status, should be used as a reference site for lakes at high altitudes, and the necessary measures should be taken to protect the current status of the lakes.

\*Corresponding author:  
Tolga ÇETİN  
T.R. Ministry of Agriculture and Forestry,  
General Directorate of Water Management,  
Ankara,  
✉: [tolga.cetin@tarimorman.gov.tr](mailto:tolga.cetin@tarimorman.gov.tr)

**Keywords:** High altitude lakes, phytoplankton biomass, reference condition, total nitrogen, total phosphorus.

## GİRİŞ

Türkiye nüfusu hızla artış göstermekte ve buna bağlı olarak endüstrileşmektedir. Giderek artan çevre kirliliği ve su kirliliği önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Kısıtlı olan kıta içi su kaynaklarımızın hızla artan kentsel içme suyu ve endüstriyel su talebini karşılayabilmeleri için korunmaları gereklidir (Uslu & Türkman, 1987). Göl sularının kalitesi üzerine fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler etkili olmaktadır. Bu etkenler göllere nehirler vasıtası ile veya doğrudan gelen atık sular, yağmur suları ile gelen kirleticiler ve göl içinde oluşan maddelerdir. Sonuçta, nutrient artışı ile ötrofikasyon gerçekleşmektedir (Pulatsü vd., 2014). Su kirlenmesi olaylarının çoğunda azot ve azot içeren maddeler önemli kirlilik unsurlarındandır. Azot, doğal dolanımı olan ve mikroorganizmalar tarafından tüketilmek suretiyle bileşikler oluşturabilen bir maddedir. Fosfor da mikroorganizmalar için gerekli temel elementlerdendir ve su ortamında birincil üretimde rol alır. Fitoplankton miktarının artış göstermesi büyük ölçüde sudaki azot ve fosfor miktarı ile ilişkilidir (Şengül & Müezzinoğlu, 1995). Nutrientlere bağlı fitoplankton miktarındaki değişiklikler göllerin ekolojik durumunu doğrudan etkiler.

Göllerin ekolojik durumu, su ekosistemlerinin yapısını ve işleyişini ifade eder. İyi ekolojik durum bir gölde izlenen biyolojik kalite bileşenlerinin referans alan koşullarına sahip olması veya referans alandan az oranda sapma sağlaması durumudur. Referans alanlar, su kütlelerinde baskıların olmadığı veya etkilerinin ekosistem işleyişini etkilemediği, bozulmanın olmadığı ve doğala yakın su kütlelerini ifade etmektedir (Anonim, 2021). Bu nedenle göllerin ekolojik durumunun değerlendirilmesinde referans göllerin araştırılması önem taşımaktadır.

Fitoplankton, göllerde kompozisyon, bolluk ve biyokütle açısından değerlendirilmesi gereken bir kalite bileşenidir (Anonim, 2014). Bugüne kadar Türkiye’de yüksek rakımlı göllerde fitoplankton kompozisyonuna yönelik çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Fakıoğlu vd., 2019; Sömek & Ustaoglu, 2016; Şahin, 2000; Taş, 2016). Fitoplankton bolluğu ve bolluğa bağlı fitoplankton biyokütle hesaplamaları ekolojik durumun değerlendirilmesi açısından önemlidir. Türkiye’deki derin ve sığ göllerin fitoplankton biyokütlesi açısından değerlendirilmesi için PT-BV metriği geliştirilmiştir (Anonim, 2020a). Nutrientlerin fitoplankton biyokütlesi ile ilişkili bulunduğu bu çalışmada Türkiye’nin 25 havzasından örneklenen toplam 275 gölden elde edilen fitoplankton biyokütlelerine ilişkin sınır değerler belirlenmiştir.

Yüksek rakımlı göller genellikle nüfus, endüstri ve tarım gibi antropojenik etkilerden uzakta kalan göller olması dolayısıyla referans koşulların belirlenmesi açısından uygun göllerdir. Türkiye, yükselti bakımından 1141 m ortalama yükseltiye sahiptir ve yaklaşık %10’u 2000 ve 3000 m arasındaki yükselti basamağındadır (Elibüyük & Yılmaz, 2010). Anadolu’nun dağlık alanlarının alpin kuşaklarında çok sayıda göl bulunduğu, bunların büyük bölümünün Doğu Karadeniz dağları (511 adet) ve Doğu Anadolu dağlarında (59 adet) yer aldığı belirtilmiştir (Öztürk vd., 2021). Ulaşım koşullarının güçlüğü nedeniyle yüksek rakımlı göllerde yeterli limnolojik araştırma bulunmamaktadır. Oysa bu göller antropojenik olarak nispeten daha az etkilendiği için küresel iklim değişiminin uzun dönemli etkilerinin izlenebileceği göllerdir. Bu çalışma, topografya açısından ortalama yüksekliğin fazla olduğu havzalarda deniz seviyesinden 2100 m’den daha yüksek olan göllerde sürdürülmüştür. Çoruh havzasında bulunan Balık ve Boğa Gölleri ile Doğu Karadeniz havzasında bulunan Camlı ve Çakır Göllerinin fitoplanktonuna ilişkin daha önceden yapılan bir çalışma bulunamamıştır. Bu çalışmada, Aras havzasında bulunan Aygır Gölü (2126 m), Çoruh havzasında bulunan Balık Gölü (2146 m) ve Boğa Gölü (2358 m) ile Doğu Karadeniz havzasında bulunan Camlı Gölü (2757 m) ve Çakır Gölü’nde (2556 m) fitoplankton kompozisyonu ve biyokütlesinin incelenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca göllerdeki nutrientler olan toplam azot ve toplam fosfor derişimi ile fitoplankton biyokütlesi arasındaki ilişkiler incelenerek göllerin referans alan özellikleri değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

**Çalışma alanı:** Türkiye’nin kuzeydoğusunda yer alan Aras havzası, batısında Çoruh ve Fırat-Dicle havzaları ile güneyinde Fırat-Dicle havzası ile çevrilidir. Aras Nehri’nin uzunluğu 1072 km’dir. Kafkasların en büyük nehirlerinden birisidir (Anonim, 2019). Çoruh havzasını kuzeyde Doğu Karadeniz, doğuda Aras, güneyde Fırat-Dicle, batıda Yeşilirmak havzaları çevrelemektedir. Havzadaki en düşük rakım 550 m olup en yüksek rakım Kaçkar Dağı’nda 3397 m’dir. Çoruh Nehri ana kol uzunluğu 296 km’dir (Anonim 2020b). Doğu Karadeniz havzasının kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Kaçkar Dağları yer almaktadır. Türkiye’nin en fazla yağış alanına sahip Doğu Karadeniz havzası su kaynakları bakımından oldukça zengindir (Anonim 2020c). Göllerin havzalarda yerleşimi Şekil 1’de, koordinat, rakım, yüzey alanı ve derinlik bilgileri ise Tablo 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve göller.  
Figure 1. Study area and lakes.

Tablo 1. Havzalarda çalışılan göllerin bazı özellikleri.

Table 1. Some characteristics of the studied lakes in the basins.

Havza	Göller	İli	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Yüzeysel Alanı (ha)	Derinlik (m)
Aras	Aygır	Kars	40,76524	43,00564	2126	409,0	30,0
	Balık	Artvin	41,36609	42,50452	2146	1,0	4,0
Çoruh	Boğa	Artvin	41,40924	42,51099	2358	3,1	9,2
	Çamlı	Giresun	40,51342	38,19279	2757	3,0	14,6
Karadeniz	Çakır	Gümüşhane	40,57603	39,69068	2556	4,7	15,0

### Örnekleme ve analiz:

Çalışmada örnekleme Doğu Karadeniz havzasındaki göllerde Mayıs, Temmuz ve Eylül 2018'de, Aras ve Çoruh havzalarındaki göllerde ise Mayıs, Temmuz ve Eylül 2019'da yürütülmüştür. Balık, Boğa, Çakır ve Camlı göllerinden bir noktadan, Aygır Gölü'nden ise 50 ha'dan büyük olması nedeniyle iki noktadan örnekleme yapılmıştır. Kıyıda başlayarak gölün merkezine doğru gidilmiş ve en derin noktada bir örnekleme noktası seçilmiştir. Öncelikle öfotik derinlik Secchi derinliği ölçülerek belirlenmiş ve öfotik derinlikten Ruttner örnekleme ile 2 m'den fazla olmayacak derinlik aralıklarında su örnekleri alınarak birleşik örnek hazırlanmış, ışık geçirmeyen şişelere alınarak Lugol çözelitisi ile muhafaza altına alınmıştır. Nutrient analizi için su örnekleri yüzey, orta ve dipten alınmıştır. Göllerde fitoplanktonun kalitatif analizi için üst çapı 25 cm ve göz açıklığı 55 mikron plankton kepçesi ile çekim yapılmıştır. Önce trinoküler mikroskop (Leica 750) altında türlerin fotoğrafları çekilerek ilgili literatüre göre teşhis edilmiş ve güncel taksonomik adları global AlgaeBase veri tabanından kontrol edilmiştir (Guiry & Guiry, 2023; Huber-Pestalozzi, 1942; Huber-Pestalozzi, 1950; John vd., 2002; Komarek & Fott, 1983; Lind & Brook, 1980; Popovski & Pfiester, 1990; Prescott, 1973). Sayımda fitoplankton yoğunluğuna göre 10-100 ml'lik Hydrobios sayım çemberleri kullanılmış, çöktürülerek su örnekleri ters mikroskop (Leica DMIL) altında sayılmıştır (EN 15204, 2006; Utermöhl, 1958). Fotoğrafları çekilen türlerin boyutları Leica Application Suite (LAS) programı yardımıyla ölçülmüş ve Hillebrand vd., (1999) ve Olenina vd., (2006)'ya göre geometrik şekillere benzetilerek her bir türün biyohacimi hesaplanmıştır,

örnekteki tür sayısı ile çarpılarak toplam fitoplankton biyohacimi belirlenmiş, fitoplankton biyokütlesi  $1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  alg biyohaciminin  $1 \text{ mg}$  yaş ağırlığına  $\text{m}^3$  eşdeğer olduğu varsayılarak tahmin edilmiştir (Rott, 1981). Bu nedenle çalışma kapsamında fitoplankton biyokütlesi fitoplankton biyohacimi üzerinden değerlendirilmiştir.

Toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) derişimleri APHA, (2012)'ye göre analiz edilmiştir.

**Ekolojik durumun belirlenmesi:** Fitoplankton biyokütlesi, Türkiye göllerinde fitoplankton biyokütlesine bağlı olarak geliştirilen PT-BV metriği ile ekolojik durum sınıf aralıklarına göre değerlendirilmiştir (Anonim, 2020a). Bu metriğe göre 5 m'den derin göllerde  $0,6 \text{ mm}^3/\text{l}$ 'nin altındaki göller çok iyi,  $0,6-1,9 \text{ mm}^3/\text{l}$  arasındaki göller iyi olarak sınıflandırılmıştır. 5 m'den sığ göllerde ise  $0,78 \text{ mm}^3/\text{l}$ 'nin altındaki göller çok iyi,  $0,78-2,2 \text{ mm}^3/\text{l}$  arasındaki göller iyi olarak sınıflandırılmıştır.

**İstatistiksel analiz:** Fitoplankton kompozisyonu ve biyokütlesine dayalı göllerin gruplandırılması için birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi ve TN ve TP değerleri ile fitoplankton biyokütlesi arasındaki lineer regresyon analizi XLSTAT (Addinsoft, 2014) programı ile gerçekleştirilmiştir.

## BULGULAR

Çalışma yürütülen göllerde en yüksek TN değerleri sırasıyla Boğa Gölü ( $1434,33 \mu\text{g/l}$ ), Balık Gölü ( $1195,00 \mu\text{g/l}$ ) ve Aygır Gölü'nden ( $988,83 \mu\text{g/l}$ ) elde edilirken, Çakır Gölü ( $324,00 \mu\text{g/l}$ ) ve Camlı Gölü'ndeki ( $374,67 \mu\text{g/l}$ ) TN daha düşük bulunmuştur (Tablo 2). TP değerleri TN ile benzerlik göstererek sırasıyla Aygır Gölü ( $100,60 \mu\text{g/l}$ ), Balık Gölü ( $35,80 \mu\text{g/l}$ ) ve Boğa Gölü'nde ( $15,40 \mu\text{g/l}$ ) yüksek çıkarken Çakır Gölü ( $2,50 \mu\text{g/l}$ ) ve Camlı Gölü'nde ( $6,70 \mu\text{g/l}$ ) daha düşük çıkmıştır. Fitoplankton biyokütlesi değişimleri TN ve TP ile benzerlik göstermiş, sırasıyla Balık Gölü ( $1,92 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), Boğa Gölü ( $1,44 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) ve Aygır Gölü'nde ( $1,34 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) en yüksek değerlere ulaşırken Camlı Gölü ( $0,21 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) ve Çakır Gölü'nde ( $0,25 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) düşük olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Göllerdeki TN, TP derişimi ve fitoplankton biyokütlesinin değişimi (ortalama  $\pm$  standart hata).

Table 2. Variation of the TN, TP and phytoplankton biomass in the lakes (mean  $\pm$  standard error).

Havza	Göller	Fitoplankton Biyokütlesi ( $\text{mm}^3/\text{l}$ )	TN ( $\mu\text{g/l}$ )	TP ( $\mu\text{g/l}$ )
Aras	Aygır	$1,34 \pm 0,35$	$988,83 \pm 141,04$	$100,60 \pm 83,55$
	Balık	$1,92 \pm 0,56$	$1195,00 \pm 389,69$	$35,80 \pm 20,03$
Çoruh	Boğa	$1,44 \pm 0,28$	$1434,33 \pm 448,59$	$15,40 \pm 12,90$
	Çamlı	$0,21 \pm 0,08$	$374,67 \pm 112,19$	$6,70 \pm 2,21$
Doğu Karadeniz	Çakır	$0,25 \pm 0,07$	$324,00 \pm 67,68$	$2,50 \pm 0,00$

Araştırmada göllerde Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Miozoa, Euglenozoa ve Ochrophyta filumlarına ait toplam 48 fitoplankton türü teşhis edilmiş, türlerin aylara ve toplam

biyokütleyle oranla bulunuşları belirlenmiştir (Tablo 3). Teşhis edilen türlere ait fotoğraflar Şekil 2-4'te verilmiştir. *Paulschulzia tenera* (Korshikov) J.W.G.Lund (Maraşlıoğlu

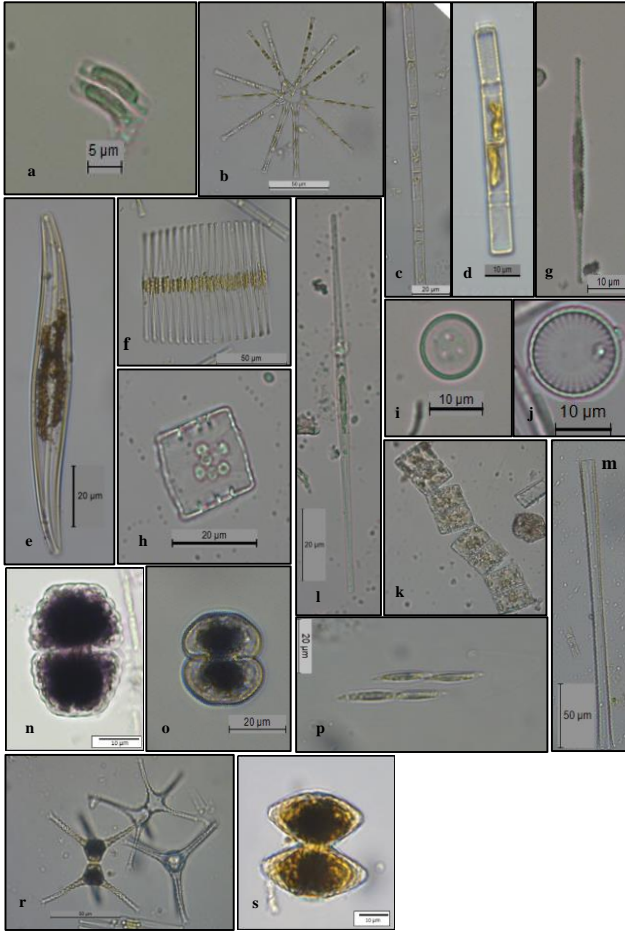
vd., 2022) ve *Chromulina ovalis* Klebs (Demir vd., 2021) türleri ilgili makalelerde yeni kayıt olarak bildirilmiştir.

**Table 3.** Göllerde teşhis edilen fitoplankton türleri ve aylara göre biyokütle bazında bulunuş oranları (Türün toplam biyokütledeki oranı \*%20'den az, \*\*%20-60 arasında, \*\*\*%60'dan fazla).

**Table 3.** Phytoplankton species identified in the lakes and their ratio by months in biomass (Ratio of species in total biomass \*less than 20%, \*\*between 20-60%, \*\*\*more than 60%).

	Tür	Aygır		Balık			Boğa			Camlı			Çakır			
		May.	Tem.	Ey.	May.	Tem.	Ey.	May.	Tem.	Ey.	May.	Tem.	Ey.	May.	Tem.	Ey.
	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarniecki											*	*		*	*
	<i>Asterionella formosa</i> Hassall			*				*		*	*	*	*	*	**	*
	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	*														
	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen			*	**											
	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			*	***	***	***	*	*	*	*	*	*			
	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst														*	
BAC	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kütton			*		*	*			*						
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith					*	*		*	*						
	<i>Odontidium mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing														*	
	<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	**	*	*												
	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing														*	
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M. Aboal				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère			*	*	*									*	
	<i>Cosmarium crenatum</i> Ralfs					*	*									
	<i>Cosmarium neodepressum</i> G.J.P.Ramos & C.W.N.Moura					*										
CHA	<i>Elakathrix gelatinosa</i> Wille			*	*											
	<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S.West) G.M.Smith			*	*											
	<i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson															*
	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	*	*	*								**	*	*	*	**
	<i>Carteria pseudoglobosa</i> Ettl	*	*	*												
	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck											**	**			
	<i>Comasiella arcuata</i> (Lemmermann) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz			*	*											
	<i>Lemmermannia triangularis</i> (Chodat) C.Bock & Krienitz	*	*	*												
	<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda															*
	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	*	*	*												
CHL	<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová						*	*	*							
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová						*	*	*			*				
	<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz						*	*	*							
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	*	*	*			*	*	*						*	*
	<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory	*	*	*												
	<i>Paulschulzia tenera</i> (Korshikov) J.W.G.Lund												*	*		
	<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	*	*	*				*	*							
	<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald	*	*	*						**	**	*			*	
	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	*	*	*			*	*	*			**	*	*	*	*
	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja			*	*				*		*	*	*	*	*	**
CRY	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg			*	*							*	*	*	*	*
	<i>Plagioselmis namnoplantica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	**	*	*			*	*	**							
	<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek		**	**												
CYA	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	*														
	<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelo		*	*												
	<i>Planktolingbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg				*	*										
	<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek				*	*		***	**							
MIO	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin		*	*												
	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	*	**	*												
EUG	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg			*	*	*								*		*
OCH	<i>Chromulina ovalis</i> Klebs			***	*	*										
	<i>Nephrodiella lunaris</i> Pascher	*	*	*												

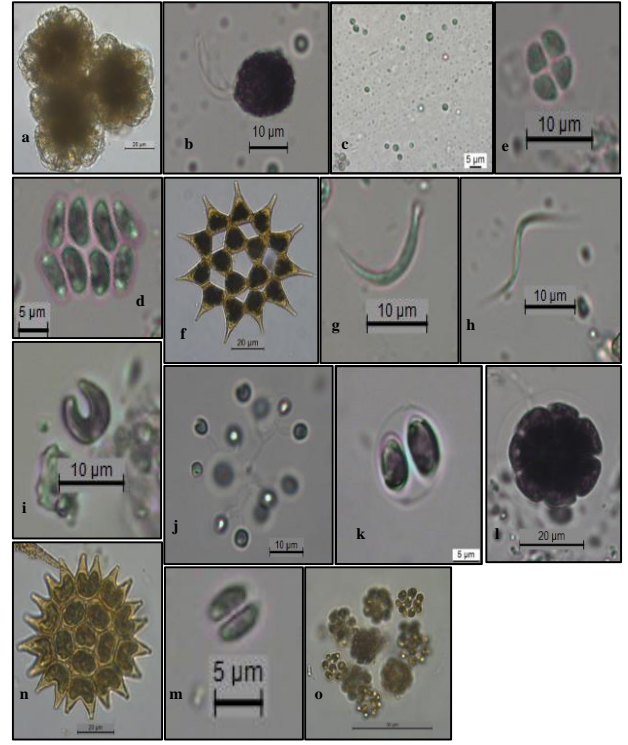
BAC; Bacillariophyta, CHA; Charophyta, CHL; Chlorophyta, CRY; Cryptophyta, CYA; Cyanobacteria, MIO; Miozoa, EUG; Euglenozoa, OCH; Ochrophyta.



**Şekil 2.** Bacillariophyta ve Charophyta filumlarına ait fotoğraflar (a. *Achnanthisidium minutissimum*, b. *Asterionella formosa*, c. *Aulacoseira italica*, d. *A. granulata*, e. *Gyrosigma acuminatum*, f. *Fragilaria crotonensis*, g. *Nitzschia acicularis*, h. *Odontidium mesodon*, i. *Pantocsekiella ocellata*, j. *Cyclotella meneghiniana*, k. *Tabellaria flocculosa*, l. *Ulnaria acus*, m. *U. ulna*, n. *Cosmarium crenatum*, o. *C. neodepressum*, p. *Elakatothrix gelatinosa*, r. *Staurastrum cingulum*, s. *S. punctulatum*)

**Figure 2.** Pictures of the phyla Bacillariophyta and Charophyta (a. *Achnanthisidium minutissimum*, b. *Asterionella formosa*, c. *Aulacoseira italica*, d. *A. granulata*, e. *Gyrosigma acuminatum*, f. *Fragilaria crotonensis*, g. *Nitzschia acicularis*, h. *Odontidium mesodon*, i. *Pantocsekiella ocellata*, j. *Cyclotella meneghiniana*, k. *Tabellaria flocculosa*, l. *Ulnaria acus*, m. *U. ulna*, n. *Cosmarium crenatum*, o. *C. neodepressum*, p. *Elakatothrix gelatinosa*, r. *Staurastrum cingulum*, s. *S. punctulatum*)

Fitoplanktonda Bacillariophyta filumundan *Cyclotella meneghiniana* türünün biyokütledeki oranı Temmuz ve Eylül aylarında Balık Gölü'nde, Mayıs ayında ise Boğa Gölü'nde %60'ın üzerinde olmuştur. Ayrıca *Chromulina ovalis* türü Mayıs ayında Balık Gölü'nde, siyanobakterilerden *Pseudanabaena limnetica* türü ise Temmuz ayında Boğa Gölü'nde %60'ın üzerinde biyokütle oranı sergilemiştir. Camlı Gölü'nde Temmuz ve Eylül aylarında *Chlorella vulgaris* türü toplam biyohacimin %20-40'ını oluştururken yine aynı gölde *Pseudopediastrum boryanum* türü Mayıs ve Temmuz aylarında toplam biyokütlenin %20-60'ını oluşturmuştur. Siyanobakterilerden *Aphanocapsa holsatica* türü Aygır Gölü'nde Temmuz ve Eylül aylarında toplam biyokütlenin %20-60'ını oluşturmuştur

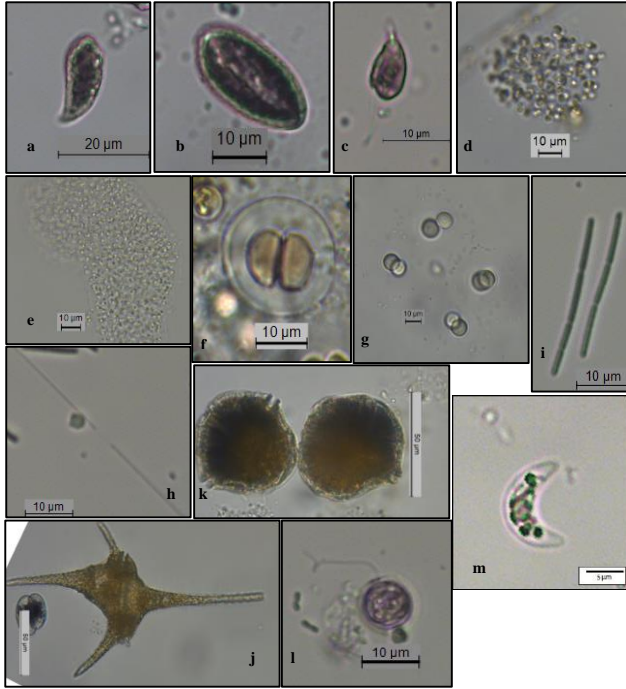


**Şekil 3.** Chlorophyta filumuna ait fotoğraflar (a. *Botryococcus braunii*, b. *Carteria pseudoglobosa*, c. *Chlorella vulgaris*, d. *Comasiella arcuata*, e. *Lemmermannia triangularis*, f. *Monactinus simplex*, g. *Monoraphidium contortum*, h. *M. irregulare*, i. *M. minutum*, j. *Mucidosphaerium pulchellum*, k. *Oocystis lacustris*, l. *Pandorina morum*, m. *Pseudodidymocystis planctonica*, n. *Pseudopediastrum boryanum*, o. *Sphaerocystis Schroeteri*)

**Figure 3.** Pictures of the phylum Chlorophyta (a. *Botryococcus braunii*, b. *Carteria pseudoglobosa*, c. *Chlorella vulgaris*, d. *Comasiella arcuata*, e. *Lemmermannia triangularis*, f. *Monactinus simplex*, g. *Monoraphidium contortum*, h. *M. irregulare*, i. *M. minutum*, j. *Mucidosphaerium pulchellum*, k. *Oocystis lacustris*, l. *Pandorina morum*, m. *Pseudodidymocystis planctonica*, n. *Pseudopediastrum boryanum*, o. *Sphaerocystis Schroeteri*)

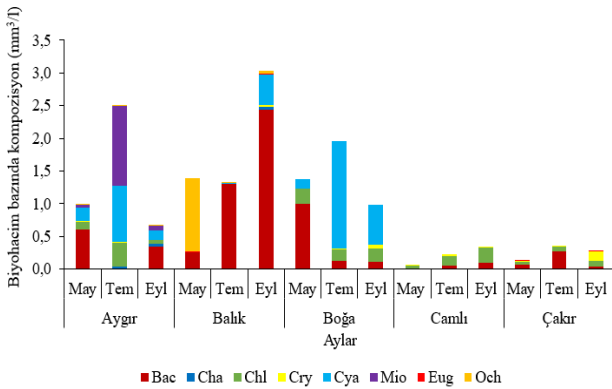
Göllerde fitoplankton biyokütlesinin Camlı ve Çakır Göllerinde düşüken, Aygır, Balık ve Boğa Göllerinde yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Filumların aylara göre değişimleri incelendiğinde Temmuz ve Eylül aylarında Boğa Gölü'nde siyanobakterilerin, Balık Gölü'nde ise Bacillariophyta filumunun fitoplankton kompozisyonundaki oransal artışları dikkat çekmektedir. Aygır Gölü'nde ise Temmuz ayında Miozoa filumundan *Peridinium cinctum* fitoplankton kompozisyonunda artış göstermiştir.

Aygır Gölü, 409,0 ha yüzey alanı ve 39,0 m derinlik ile diğer göllere göre büyük ve derin göl kategorisinde yer almıştır. Balık Gölü, 1,0 ha yüzey alanı ve 4,0 m derinlik ile küçük ve sığ göl özelliği göstermiştir. Boğa Gölü (3,0 ha yüzey alanı ve 9,2 m derinlik), Camlı Gölü (3,0 ha yüzey alanı ve 14,6 m derinlik) ve Çakır Gölü (4,7 ha yüzey alanı ve 15,0 m derinlik) ile küçük ve derin göl kategorisinde yer almıştır. Göllerin fitoplankton kompozisyonu ve biyokütlesine göre gruplandırılmış hali Şekil 6'da verilmiş olup aynı havzada bulunan ve aynı tipte göllerin fitoplankton açısından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.



**Şekil 4.** Cryptophyta, Cyanobacteria, Miozoa, Euglenozoa ve Ochrophyta filumlarına ait fotoğraflar (a. *Cryptomonas marssonii*, b. *C. ovata*, c. *Plagioselmis nannoplantica*, d. *Aphanocapsa delicatissima*, e. *A. holsatica*, f. *Chroococcus minutus*, g. *Limnococcus limneticus*, h. *Planktolyngbya limnetica*, i. *Pseudanabaena limnetica*, j. *Ceratium hirundinella*, k. *Peridinium cinctum*, l. *Trachelomonas volvocina*, m. *Nephrodiella lunaris*)

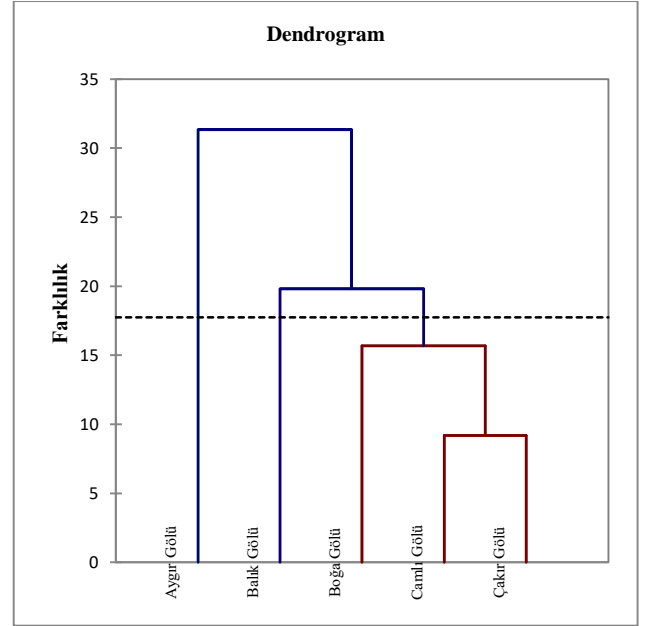
**Figure 4.** Pictures of the phyla Cryptophyta, Cyanobacteria, Miozoa, Euglenozoa and Ochrophyta (a. *Cryptomonas marssonii*, b. *C. ovata*, c. *Plagioselmis nannoplantica*, d. *Aphanocapsa delicatissima*, e. *A. holsatica*, f. *Chroococcus minutus*, g. *Limnococcus limneticus*, h. *Planktolyngbya limnetica*, i. *Pseudanabaena limnetica*, j. *Ceratium hirundinella*, k. *Peridinium cinctum*, l. *Trachelomonas volvocina*, m. *Nephrodiella lunaris*)



**Şekil 5.** Göllerin aylara göre fitoplankton biyokütlesinin filumlar bazında yüzde dağılım oranları (BAC: Bacillariophyta, CHA: Charophyta, CHL: Chlorophyta, CRY: Cryptophyta, CYA: Cyanobacteria, MIO: Miozoa, EUG: Euglenozoa, OCH: Ochrophyta)

**Figure 5.** Percentage distribution ratios of phytoplankton biomass in terms of phylum by months in lakes (BAC: Bacillariophyta, CHA: Charophyta, CHL: Chlorophyta, CRY: Cryptophyta, CYA: Cyanobacteria, MIO: Miozoa, EUG: Euglenozoa, OCH: Ochrophyta)

Göllerin fitoplankton biyokütlesine göre kalite durumları PT-BV metriği ile değerlendirilmiştir (Tablo 4). Fitoplanktona göre Ayğır, Balık ve Boğa Gölleri iyi durumu gösterirken, Camlı ve Çakır Gölleri çok iyi durumda çıkmıştır.



**Şekil 6.** Göllerin fitoplankton kompozisyonu ve biyokütlesine dayalı birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi farklılık dendrogramı.

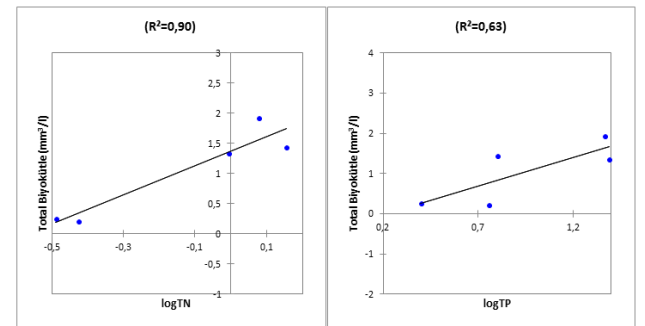
**Figure 6.** Agglomerative hierarchical clustering analysis dissimilarity dendrogram based on phytoplankton composition and biomass of lakes.

**Tablo 4.** Göllerdeki ortalama fitoplankton biyokütlesinin PT-BV metriğine göre değerlendirilmesi (mavi: çok iyi, yeşil: iyi durum).

**Table 4.** Evaluation of mean phytoplankton biomass by PT-BV metric (blue: high, green: good status).

Havza	Göller	PT-BV
Aras	Ayğır	İyi
	Balık	İyi
Çoruh	Boğa	İyi
	Camlı	Çok İyi
Doğu Karadeniz	Çakır	Çok İyi

Fitoplankton biyokütlesinin TN ve TP ile doğrusal ilişkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Toplam biyokütle ve TN arasındaki  $R^2$  oranı 0,90 çıkarken TP arasındaki  $R^2$  oranı 0,63 çıkmıştır (Şekil 7).



**Şekil 7.** Fitoplankton biyokütlesinin TN (solda) ve TP (sağda) ile ilişkisi.

**Figure 7.** Relationship of phytoplankton biomass to TN (left) and TP (right).

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, 2126 m ile 2757 m yükseklikler arasında yer alan 5 gölün fitoplankton kompozisyonu belirlenmiş ve bir kalite unsuru olarak fitoplanktona göre ekolojik durumları değerlendirilmiştir. Çalışma yürütülen

göllerde ortalama TN değerleri 324 µg/l ile 1434 µg/l arasında değişmiştir. Yüksek dağ gölleri azot gibi besin elementlerinin atmosferik taşınımından büyük ölçüde etkilenmektedir (Morales-Baquero vd., 2013). Özellikle nitrat formundaki azot yüksek dağ göllerindeki azot birikiminin ana kaynağıdır (Morales-Baquero & Perez-Martinez, 2016). Yüksek bir dağ gölü olan Blidinje'de trofik durumun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada (Ivankovic vd., 2011) 1810 µg/l ortalama toplam azot değeri ile çalışmamız ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. TN değerleri açısından göller yüksekten düşüğe doğru Boğa, Balık, Aygır, Camlı ve Çakır Gölü olarak sıralanmıştır. TP derişimi ise 2,5 ile 100,6 µg/l arasında değişmiş, göller yüksekten düşüğe doğru Aygır, Balık, Boğa, Camlı ve Çakır Gölü olarak sıralanmıştır. Göllerde fitoplankton biyokütlesi TN ve TP ile benzerlik göstermiş, Balık, Boğa ve Aygır Göllerinde yüksekken, Camlı ve Çakır Göllerinde oransal olarak daha düşük bulunmuştur. Bulgaristan'ın Rila Dağlarında bulunan 18 yüksek dağ gölünde yapılan çalışma kapsamında fitoplankton biyokütlesinin nitrat azotu ile pozitif yönlü korelasyon sergilediği bildirilmiştir (Beshkova vd., 2016). Fitoplankton biyokütlesi nutrient derişiminin etkisi ile değişiklikler göstermektedir. Taş ve Gönülol, (2007), fitoplankton komünitesinin sucul ekosistemdeki değişimlerden ilk ve en çok etkilenen grup olduklarını belirtmiştir. Toplam fitoplankton biyokütlesi ile TP ve TN arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur (p<0,05). Nutrientlerin yanı sıra diğer abiyotik (rakım, yüzey alanı ve derinlik) faktörler de fitoplankton üzerinde etkili olmaktadır. Kaçkar Dağlarında incelenen Avusor ve Koçdüzü göllerinin tür kompozisyonunun diğer yüksek dağ gölleri ve Türkiye'nin kuzeyindeki göller ile istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda diyatome florasının oluşumunda rakımın ana faktör olduğu bildirilmiş (Şahin & Barinova, 2022) ve bulgularımız bu çalışma ile uyum göstermiştir.

Göllerde Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Miozoa, Euglenozoa, Ochrophyta filumlarından fitoplankton türleri teşhis edilmiştir. Aygır Gölü'nde sentrik diyatomelerden *Pantocsekiella ocellata* ve *Aulacoseira italica* ile siyanobakterilerden *Aphanocapsa* spp. ve Miozoa'dan *Peridinium cinctum* toplam biyoküttelede %20-60 arasında bulunmuş ve zamansal artışlar göstermişlerdir. Diğer türler ise genellikle %20 altında varlık göstermişlerdir. *P. ocellata* ve *A. italica* küçük ve orta büyüklükteki mezotrofik göllerin tipik temsilcileri olarak belirtilmiş ve bazı durumlarda *Peridinium* türleri ile birlikte bulunabildikleri bildirilmiştir. *Aphanocapsa* türleri ise oligotrofik derin göllerin epilimniyon tabakasında yaz sonunda bulunabilmektedir. *Cryptomonas* spp. ve *Plagioselmis nannoplanctica* türleri de bu topluluk içinde

yer alabilmektedir (Padisak vd., 2009; Reynolds vd., 2002). Bu bildirişler gölün fitoplankton topluluğu ve derin oligo-mezotrofik yapısıyla uyum göstermektedir. Fitoplankton türleri içerisinde diyatomelerden *Cyclotella meneghiniana* türünün Temmuz ve Eylül aylarında Balık Gölü'nde, Mayıs ayında ise Boğa Gölü'nde biyokütledeki oranı %60'ın üzerinde olmuştur. Bu tür küçük ve orta büyüklükteki ötrofik göllerin temsilcilerinden biri olarak belirtildiğinden Balık ve Boğa Göllerinde ötrofikasyonun bir indikatörü olarak değerlendirilebilir. Siyanobakterilerden *Pseudanabaena limnetica* ve *Aphanocapsa delicatissima* türü ise Temmuz ayında Boğa Gölü'nde artışlar sergilemiştir. Bu türler besince zengin su sütunlarının temsilcileridir (Padisak vd., 2009). Fitoplankton biyokütlesinin daha yüksek olduğu bu göllerde nutrientlerin de Camlı ve Çakır Göllerinden yüksek olması, besin düzeyinin oransal olarak yüksek olduğuna işaret etmektedir. Camlı ve Çakır Göllerinde diyatome, Chlorophyta ve Cryptophyta filumlarına ait türleri bazı artışlar göstermekle birlikte toplam fitoplankton biyokütlesinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz havzasında 2900 m yükseklikte yer alan buzul gölünün (Aygır Gölü/Elmalı) temiz ve oligotrofik özellikler taşıdığı, fitoplanktonda diyatomelerin tür çeşitliliği ve kantitatif açısından baskın olduğu belirtilmiştir (Taş, 2016). Diyatome ve Chlorophyta üyelerinin Batı Anadolu dağ göllerinde de baskın olduğu saptanmıştır (Sömek & Ustaoglu, 2016). Benzer şekilde Erzurum'da yer alan üç buzul gölünün fitoplanktonunda diyatome baskın bulunmuştur (Fakioğlu vd., 2019). Bu bildirişler Camlı ve Çakır Göllerinde fitoplanktona yönelik bulgularla uyum göstermektedir.

Ortalama fitoplankton biyohacimi/biyokütlesine dayalı PT-BV metriğine göre (Anonim, 2020a) Aygır, Balık ve Boğa Gölleri iyi, Camlı ve Çakır Gölleri ise çok iyi durumda bulunmaktadır. Çelekli vd., (2020) tarafından Aygır Gölü'nde yapılan çalışmada da fitoplankton komünitesine yönelik PTI ve MedPTI indeksleri uygulanmış, gölün ekolojik durumunun iyi olduğu belirtilmiştir. Bulgularımız bu çalışma ile uyum göstermiştir. Camlı ve Çakır Göllerinde siyanobakteri bulunmaması da ekolojik durumunun çok iyi olmasını desteklemektedir. Aygır, Balık ve Boğa Göllerindeki siyanobakteri artışları ise ötrofikasyona işaret etmektedir. Camlı ve Çakır Göllerinin toplam fitoplankton biyokütlesi Søndergaard vd., (2005)'e göre de çok iyi durumu göstermektedir. Her iki metrik benzer sonuçlar vermiştir.

Göllerde fitoplankton kompozisyonu ve biyokütlesine göre gerçekleştirilen hiyerarşik kümelene analizinde Doğu Karadeniz havzasında yer alan Camlı ve Çakır Göllerinin ve Çoruh havzasında yer alan Boğa Gölü ve Balık Göllerinin benzerlik taşıdığı, Aras Havzasında yer alan Aygır Gölü'nün ise diğerlerinden daha fazla farklılık

gösterdiği belirlenmiştir. Haldizan Dağları (Trabzon) üzerinde 2600 m ve 2700 m yüksekliklerde yer alan iki buzul gölünün de algal floralarının benzer bulunduğu belirtilmiştir (Şahin, 2000). Yüksek rakım, benzer çevresel koşullar ve ulaşım zorluğu nedeniyle buzul gölleri nispeten temiz ve referans özellikler taşımaktadır.

Sonuç olarak, göllerin yüksekliklerinin benzer olmasına rağmen biyotik ve abiyotik etmenlerin fitoplankton toplulukları üzerine etkili olduğu söylenebilir. Bu çalışma ile incelenen göllerden Camlı ve Çakır Göllerinin benzer tipolojideki göller için ekolojik kalite oranlarının belirlenmesinde referans olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Türkiye'nin yüksek rakımlı bölgelerinde limnolojik olarak hiçbir bilgi bulunmayan çok sayıda göl bulunmaktadır. Bu göllerin çeşitli iklimsel ve antropojenik etkiler altında değişen su varlığına sahip çıkılması ve sürdürülebilir yönetimi adına mevcut durumlarının belirlenmesi ve izlenmesi gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü uhdesinde yürütülen "Türkiye'de Referans İzleme Ağının Kurulması Projesi" ile elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Addinsoft. (2014).** XLSTAT 5.03. Addinsoft, USA.
- Anonim. (2014).** *Yüzeysel sular ve yeraltı sularının izlenmesine dair yönetmelik*; 11 Şubat 2014 tarih ve 28910 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim. (2019).** *Aras havzası taşkın yönetim planı*; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2020a).** *Türkiye'de referans izleme ağının kurulması projesi nihai rapor*; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2020b).** *Çoruh havzası taşkın yönetim planı*; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2020c).** *Doğu Karadeniz havzası taşkın yönetim planı*; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2021).** *Yerüstü su kalitesi yönetmeliği*; 16 Haziran 2021 tarih ve 31513 sayılı Resmi Gazete.
- APHA. (2012).** *Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd Edition.* American Public Health Association. American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Beshkova, M., Kalchev, R. & Cheshmedjiev, S. (2016).** Phytoplankton assamblage pattern of eighteen high mountain lakes in Rila Mountains (Bulgaria) in

relation to the environmental factors. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, **69**(4), 459-466.

- Çelekli, A., Kayhan, S. & Çetin, T. (2020).** First assessment of lakes' water quality in Aras River catchment (Turkey); Application of phytoplankton metrics and multivariate approach. *Ecological Indicators*, **117**, 106706. DOI: [10.1016/j.ecolind.2020.106706](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106706)
- Demir, N., Öterler, B., Sömek, H., Sevindik, T.O., Soylu, E.N., Karaaslan, Y., Çetin, T., Çelekli, A., Coşkun, T., Solak, C.N., Maraşlıoğlu, F., Parlak, M., Koca, M. & Manavoğlu, D.C. (2021).** New records for the Turkish freshwater algal flora in twenty five river basins of Turkey, Part IV: Ochrophyta. *Turkish Journal of Water Science and Management*, **5**(2), 204-229. DOI: [10.31807/tjwsm.835111](https://doi.org/10.31807/tjwsm.835111)
- Elibüyük, M. & Yılmaz, E. (2010).** Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, **8**(1), 27-55. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000104](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000104)
- EN 15204. (2006).** Su kalitesi - değiştirilmiş mikroskopi yöntemi (Utermöhl technique) kullanılarak fitoplanktonların sayılmasına dair standart kılavuz.
- Fakıoğlu, Ö., Arslan, H. & Köktürk, M. (2019).** Kalitatif olarak buzul göllerin fitoplanktonunun araştırılması (Tortum, Erzurum). *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **9**(3), 1704-1709. DOI: [10.21597/jist.461249](https://doi.org/10.21597/jist.461249)
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2023).** AlgaeBase. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland. 30.03.2023. <https://www.algaebase.org/>.
- Hillebrand, H., Dürselen, C.D., Kirschtel, D., Pollinger, U. & Zohary, T. (1999).** Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, **35**, 403-424. DOI: [10.1046/j.1529-8817.1999.3520403.x](https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1999.3520403.x)
- Huber-Pestalozzi, G. (1950).** *Das phytoplankton des süßwassers, 3 teil. cryptophyceen, chloromonadien, peridineen.* In: A. Thienemann (Ed), Die Binnengewasser, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1942).** *Das phytoplankton des süßwassers, 2 teil. diatomeen.* In: A. Thienemann (Ed), Die Binnengewasser, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Ivankovic, A., Habul, E.V. & Knezovic, Z. (2011).** Physico-chemical characteristics of shallow, high mountain Lake Blidinje (in a karst area of Bosnia and Herzegovina) with emphasis on its trophic status. *Ocean and Hydro* **40**, 19-27. DOI: [10.2478/s13545-011-0025-4](https://doi.org/10.2478/s13545-011-0025-4)
- John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. (2002).** *The freshwater algal flora of the British Isles.* Cambridge Univ. Press, Cambridge.



- Komarek, J. & Fott, B. (1983).** *Chlorococcales, 7. teil. 1.Hälfte.* In: J. Elster and W. Ohle (Eds). Das phytoplankton des süßwassers, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Lind, M.E. & Brook, A.J. (1980).** *A key to the commoner desmids of the English Lake District.* Freshwater Biological Association Scientific Publications, 123.
- Maraşhoğlu, F., Öterler, B., Sevindik, T.O., Soyulu, E.N., Demir, N., Çelekli, A., Sömek, H., Coşkun, T., Solak, C.N., Çetin, T., Karaaslan, Y., Temizel, B., Koca, M., Güzel, U., Tunca, H., Manavoğlu, D.C. & Yılmaz, E. (2022).** New records for the Turkish freshwater algal flora in twenty-five river basins of Turkey, Part II: Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 22(8), DOI: 10.4194/TRJFAS19319
- Morales-Baquero, R. & Perez-Martinez, C. (2016).** Saharan versus local influence on atmospheric aerosol deposition in the southern Iberian Peninsula: significance for N and P inputs. *Glob. Biogeochem. Cycles* 30, 501–513. DOI: 10.1002/2015GB005254
- Morales-Baquero, R., Pulido-Villena, E. & Reche, I. (2013).** Chemical signature of saharan dust on dry and wet atmospheric deposition in the south-western mediterranean region. *Tellus B: Chem. Phys. Meteorol.* 65, 18720. DOI: 10.3402/tellusb.v65i0.18720
- Olenina, I., Hajdu, S., Edler, L., Andersson, A., Wasmund, N., Busch, S., Göbel, J., Gromisz, S., Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P., Ledaine, I. & Niemkiewicz, E. (2006).** *Biovolumes and size-Classes of phytoplankton in the Baltic Sea.* Helsinki: HELCOM Baltic Sea Environment Proceedings, 106.
- Öztürk, M.Z., Şimşek, M. & Utlü, M. (2021).** Anadolu'nun sirk gölleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 78, 49-60. DOI: 10.17211/tcd.998089
- Padisak, J., Crossetti, L.O. & Naselli-Flores, L. (2009).** Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 612, 1-19. DOI: 10.1007/s10750-008-9645-0
- Prescott, G.W. (1973).** *Algae of the western great lakes area, 5th edition.* Wm C Brown Company Publishers, Dubuque.
- Popovski, J. & Pfiester, L.A. (1990).** *Dinophyceae (Dinoflagellida), Band 6.* In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, & D. Mollenhauer (Eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fisher Verlag, Jena.
- Pulatsü, S., Topçu, A. & Atay, D. (2014).** *Su kirlenmesi ve kontrolü.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1617, Ankara, 384p.
- Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, K., Naselli-Flores, L. & Melo, S. (2002).** Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24, 417-428. DOI: 10.1093/plankt/24.5.417
- Rott, E. (1981).** Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrologie*, 43, 34-62. DOI: 10.1007/BF02502471
- Søndergaard, M., Jeppesen, E., Jensen, J.P., & Amsinck, S.L. (2005).** Water Framework Directive: ecological classification of Danish lakes. *Journal of Applied Ecology*, 42, 616-629. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2005.01040.x
- Sömek, H. & Ustaoglu, M.R. (2016).** Yaz aylarında Batı Anadolu'nun bazı dağ göllerinin (Denizli-Muğla) fitoplankton kompozisyonu ve trofik durum indeksi değerleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(2), 121-128. DOI: 10.12714/egejfas.2016.33.2.05
- Şahin, B. (2000).** Algal flora of lakes Aygır and Balıklı (Trabzon, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 24, 35-45. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol24/iss1/5>
- Şahin, B. & Barinova, S. (2022).** Role of altitude in formation of diatom diversity of high mountain protected glacier lakes in the Kaçkar Mountains National Park, Rize, Turkey. *Environments*, 9, 127. DOI: 10.3390/environments9100127
- Şengül, F. & Müezzinoğlu, A. (1995).** *Çevre kimyası*, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 243p.
- Taş, B. (2016).** Phytoplankton community and ecological state of a high-mountain lake within an important natural area (Eastern Black Sea, Turkey). *Fundamental and Applied Limnology*, 189(1), 51-61. DOI: 10.1127/fal/2016/0966
- Taş, B. & Gönüloğlu, A. (2007).** Derbent baraj gölü (Samsun)'nün planktonik algleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(3), 111-123. DOI: 10.3153/jfscm.2007014
- Uslu, O. & Türkman, O. (1987).** *Su kirliliği ve kontrolü*, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 364p.
- Utermöhl, H. (1958).** Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung der theoretische und Angewandte Limnologie*, 5, 567–596. DOI: 10.1080/05384680.1958.11904091