



Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice Baraj Göllerinin (Eskişehir, Ankara) Fitoplanktonunun ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi

Nurhayat DALKIRAN¹, Belgin YOLDAŞ², Cafer BULUT³

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Görükle Kampüsü, Nilüfer, Bursa, ²Adıyaman Sert Kabuklu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adıyaman, ³Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta

¹<https://orcid.org/0000-0002-1222-8809>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4104-3184>, ³<https://orcid.org/0000-0002-5525-170X>

✉: dalkiran@uludag.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada birbiri ile bağlantılı üç baraj gölünün fitoplanktonik alg florasının ve fitoplankton temelli indeks kullanarak trofik seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarıyar Baraj gölünden beş, Gökçekaya ve Yenice baraj göllerinden ise birer istasyondan fitoplankton örnekleri toplanmıştır. Fitoplankton örnekleme Ağustos ve Kasım 2016 tarihlerinde iki dönem olacak şekilde yapılmıştır. Bazı fizikokimyasal değişkenler ise Haziran 2016 - Mayıs 2017 tarihleri arasında aylık olarak örneklendirilmiştir. Elektriksel iletkenliğin yıllık ortalaması her üç baraj gölünde de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Kruskal-Wallis analizine göre amonyum azotu Sarıyar Barajı'ndan Yenice Barajı'na doğru anlamlı bir azalma gösterirken, nitrat azotu ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir. Her üç baraj gölünde toplam 144 alg taksonu belirlenirken, Yenice baraj gölünde 73, Gökçekaya baraj gölünde 64 ve Sarıyar baraj gölünde 108 alg taksonu tespit edilmiştir. Eğilimsiz Uyum Analizi sonuçları takson sayısındaki mekânsal dağılımı belirgin olarak ortaya çıkarmıştır. Takson çeşitliliği en yüksek divizyo 69 taksonla Chlorophyta olarak belirlenmiş, bu divizyoyu 38 taksonla Bacillariophyta takip etmiştir. Fitoplanktonik alg florası daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında 95 taksonun birbiri ile bağlantılı bu üç baraj gölü sistemi için yeni kayıt olduğu tespit edilmiştir. Fitoplankton trofik indeks sonuçları her üç baraj gölünde de biyolojik kalite oranının zayıf seviyede olduğunu göstermiştir. Baraj göllerinde yapılması planlanan alabalık yetiştiriciliği faaliyetleri için Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice baraj göllerinin uygun değerlendirilemediği sonucuna varılmıştır.

Mikrobiyoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 10.10.2023

Kabul Tarihi : 24.01.2024

Anahtar Kelimeler

Fitoplankton
Baraj gölleri
Tür çeşitliliği
Fitoplankton trofik indeksi
Su kalitesi

Assessment of Phytoplankton and Water Quality of Sarıyar, Gökçekaya and Yenice Dam Lakes (Eskişehir, Ankara)

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the phytoplanktonic algal flora and trophic level using a phytoplankton-based index of three interconnected dam lakes. Phytoplankton samples were collected from five study sites in the Sarıyar dam and one site each in the Gökçekaya and Yenice dams. Phytoplankton sampling was carried out in two periods in August and November 2016. Some physicochemical variables were sampled monthly between June 2016 and May 2017. The annual average electrical conductivity was determined to be over 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in all three dam lakes. According to Kruskal-Wallis analysis, ammonium nitrogen significantly decreased from Sarıyar Dam to Yenice Dam, however, nitrate nitrogen showed a statistically significant increase. While a total of 144 algal taxa were identified, 73 taxa were detected in Yenice, 64 in Gökçekaya, and 108 in Sarıyar. Detrended correspondence analysis results revealed the spatial distribution of the phytoplanktonic taxa. The highest taxa number was determined as Chlorophyta with 69 taxa, followed by Bacillariophyta with 38 taxa. When the phytoplanktonic algal flora was compared with previous studies, 95 taxa were found to be new records for these three interconnected dam lake systems. The

Microbiology

Research Article

Article History

Received : 10.10.2023

Accepted : 24.01.2024

Keywords

Phytoplankton
Dam lakes
Species richness
Phytoplankton trophic index
Water quality

phytoplankton trophic index results showed that the biological quality range was poor status in all three dam lakes. It has been concluded that Sarıyar, Gökçekaya, and Yenice dam lakes cannot be evaluated as suitable for trout farming activities planned to be carried out in the dam lakes.

Atıf Şekli: Dalkıran, N., Yoldaş, B., & Bulut, C., (2024). Fitoplanktonunun ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 27 (4)*, 802-816. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1373704>

To Cite : Dalkıran, N., Yoldaş, B., & Bulut, C., (2024). Manuscript Title. Assessment of Phytoplankton and Water Quality of Sarıyar, Gökçekaya and Yenice Dam Lakes (Eskişehir, Ankara). *KSU J. Agric Nat 27(4)*, 802-816. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1373704>

GİRİŞ

Baraj gölleri içme ve kullanma suyu, sulama, enerji üretimi, rekreasyonel amaçlı kullanım gibi çeşitli insan aktiviteleri ve kullanımı için uzun yıllardır inşaa edilen su yapılarıdır. Bu nedenle düzenli olarak su kaliteleri takip edilmektedir. Türkiye’de son yıllarda barajlarda yapılan biyolojik ve kimyasal su kalitesinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar giderek önem kazanmıştır (Köse ve ark., 2020; Maraşlıoğlu & Gönüloğlu, 2014; Sönmez ve ark., 2022; Varol, 2020; Varol ve ark., 2012; Yılmaz ve ark., 2022). Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice baraj gölleri Sakarya Nehri üzerinde enerji üretmek amacı ile inşa edilmiş üç baraj gölüdür. Gökçekaya ve Yenice Baraj Gölleri’nde su ürünleri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak 2011 yılından bu yana özellikle alabalık kafeslerinde balık ölümleri meydana gelmektedir. Her üç baraj gölünde de son yıllarda organik ve inorganik kirlilik yükü giderek artış göstermektedir.

Fitoplanktonik algler doğal göller ve baraj göllerinin birincil üretiminde ilk basamağı oluşturan canlılardır. Ayrıca besin tuzlarına hızlı cevap verdikleri için ötrofikasyon seviyesinin belirlenmesinde oldukça önemlidirler. Daha önceki yıllarda baraj göllerinde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde Sarıyar ve Gökçekaya baraj göllerinde fitoplanktonik ya da bentik algler ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcut iken Yenice baraj gölünde bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sarıyar baraj gölünde 7 farklı örnekleme noktasında Mart 1996 – Nisan 1997 yılları arasında yapılan çalışmada 195 alg taksonu tespit edilmiştir (Atıcı 1999, 2002a, 2002b, 2002c, 2004; Atıcı & Obalı 2006; Atıcı ve ark., 2008). Gökçekaya baraj gölünde ise 2005 ve 2006 yıllarında yapılan çalışmalarda 28 alg taksonu tespit edilmiştir (Akın ve ark., 2008). Dokcan (2010) 2009 yılında Sarıyar baraj gölü bentik alglerini çalışmış ve 69 takson tespit etmiştir.

Bu çalışmanın amacı bir baraj gölü sistemi olan Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice baraj göllerinin güncel fitoplanktonik alg florasını belirlemek, her üç baraj gölündeki alg florasının farklılıklarını ortaya koymaktır. Ayrıca baraj göllerinde balık yetiştiriciliğinde önemli olan birincil üretici alglerin çeşitliliğini ve bolluğunu belirlemek, fitoplankton tabanlı indeksler kullanarak baraj göllerinin ekolojik kalitesini tespit etmek ve balık yetiştiriciliğinde

zararlı olabileceği düşünülen siyanotoksin üretebilen potansiyeline sahip Cyanobacteria türlerinin varlığını tespit etmek ise bu çalışmanın diğer amaçlarını oluşturmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma alanı

Her üç baraj gölü de birincil olarak enerji üretmek amacı ile çeşitli dönemlerde Sakarya Nehri üzerinde inşa edilmiştir. Birbiri ile bağlantılı olan bu barajlardan Sarıyar Hasan Polatkan Barajı Ankara'nın Nallıhan ilçesi sınırlarında bulunmaktadır. 1951-1956 yılları arasında inşa edilmiş Türkiye'nin ilk büyük hidroelektrik santrali olma özelliğindedir. Barajın gövde hacmi 568.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 80 m'dir. Normal su kotunda göl hacmi 1.900 hm³, yüzey alanı ise 83 km²'dir. Baraj gölünün uzunluğu 63 km, genişliği ise yer yer 1 km ile 200 m arasında değişmektedir. Eskişehir ili Alpu'da bulunan Gökçekaya Barajı Sarıyar barajı mansabında yer alır. 1962-1972 yılları arasında inşa edilmiştir. Barajın gövde hacmi 650.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 115 m, normal su kotunda göl hacmi 910 hm³ ve gölalanı 20 km²'dir. Yenice Barajı, enerji üretmek amacıyla 1985-1999 yılları arasında Eskişehir ili Yenice'de inşa edilmiştir. Barajın akarsu yatağından yüksekliği 41 m ve yüzey alanı 3.6 km²'dir.

Baraj göllerinde fitoplanktonun tür kompozisyonunu ve nispi bolluklarını belirlemek için Yenice ve Gökçekaya baraj göllerinden birer örnekleme noktası, Sarıyar Baraj Gölü'nden ise 5 örnekleme noktası belirlenmiştir. Fitoplankton örnekleme tarihleri Ağustos ve Kasım 2016 tarihlerinde iki mevsim olarak gerçekleştirilmiştir. Bu örnekleme tarihleri su sıcaklığı artışı, su seviyesinin düşmesi, ve besin tuzu derişiminin artması ve suyun bekleme süresinin artması gibi çevresel faktörlerin siyanobakterilerle çoğalmaları için en uygun dönemler olması nedeni ile belirlenmiştir. Fizikokimyasal analizler için su örnekleri yüzeyden Haziran 2016 - Mayıs 2017 tarihleri arasında (Ocak ve Şubat ayları hariç) aylık olarak Sarıyar Barajı'ndan 4, Yenice ve Gökçekaya barajlarından birer noktadan alınmıştır. Örnekleme noktaları Şekil 1, 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Örnekleme noktaları barajların kirlilik yükünü en iyi temsil

edecek noktalardan seçilmiştir. Örneklemeye noktalarına ait koordinatlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Örneklemeye noktalarına ait koordinatlar
Table 1. Coordinates of sampling sites

Sarıyar-1	40° 1'39.88"K - 31°27'0.41"D
Sarıyar-2	40° 1'10.88"K - 31°35'25.23"D
Sarıyar-3	40° 3'53.49"K - 31°39'58.90"D
Sarıyar-4	40° 1'27.30"K - 31°42'57.18"D
Sarıyar-5	40° 3'1.51"K - 31°45'52.67"D
Gökçekaya	40° 2'23.66"K - 31° 0'56.15"D
Yenice	40° 3'41.27"K - 30°51'53.65"D

Fizikokimyasal Analizler

Su sıcaklığı (T, °C), elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH ve çözülmüş oksijen (ÇO, mg/L), WTW marka 3430i multiplus arazi ölçüm seti ile arazi esnasında anlık ölçülmüştür. Amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$, mg/L) indophenole blue metodu ile, Nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$, mg/L) N-(1-Naphthyl)-ethylendiamine metodu ile, Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$, mg/L) 2,6-dimethylphenole metodu ile ve Fosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$, mg/L) phosphomolybdenum blue metodu kullanılarak Optizen Pop V Model UV Visible Spektrofotometre ile standart yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 1998). Bu analizler Eğirdir Su Ürünleri Enstitüsü Kimya Laboratuvarları’nda analiz edilmiştir.



Şekil 1. Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice Baraj göllerinin genel görünümü
Figure 1. Location of Sarıyar, Gökçekaya and Yenice Dam lakes.



Şekil 2. Sarıyar barajı örneklemeye noktaları
Figure 2. Sarıyar Dam sampling sites



Şekil 3. Gökçekaya HES örnekleme noktaları
Figure 3. Gökçekaya HEPP sampling sites



Şekil 4. Yenice HES örnekleme noktası
Figure 4. Yenice HEPP sampling sites

Fitoplankton Örneklemesi, Sayım ve Tanımlama

Baraj göllerinde fitoplankton nispi bolluğunu ve tür çeşitliliğini belirlemek için, 55 mikron göz açıklığına sahip plankton kepçesi ile Ağustos 2016 tarihinde belirlenen örnekleme noktalarında yüzeyden yatay ve su kolonundan dikey örnekleme yapılmıştır. Yatay çekim tekne ile 0.5-1 m derinlikten, dikey çekim ise 5 m derinlikten yüzeye doğru, toplam çekim 5 dakika olacak şekilde yapılmıştır. Ağustos ayında alınan örneklerde yatay ve dikey örneklemede önemli bir fark gözlenmediği için Kasım fitoplankton örneklemesinde sadece dikey örnekleme yapılmıştır. Örnekler 250 ml poliüretan örnekleme kaplarına alınmış ve lügol (I-KI) çözeltisi ile fikse edilmiştir. Tür teşhisleri 1000x büyütmeli Euromex marka ışık mikroskopunda gerçekleştirilmiştir. Alglerin tür teşhisleri Huber-Pestalozzi (1961), Krammer & Lange-Bertalot (1991a, 1991b, 1997a, 1997b), Komárek & Anagnostidis (1999) ve John ve ark. (2003)'e göre gerçekleştirilmiştir.

Baraj göllerinde fitoplankton tür çeşitliliği ve bolluğuna göre Plankton Trofik İndeksi (PTI) (Phillips ve ark., 2013) biyolojik su kalitesini belirlemek için Eşitlik 1'de verilen formüle göre hesaplanmıştır. a_j örnekteki j'inci taksonun oranı ve s_j örnekteki j'inci taksonun optimumudur. Hesaplanan indeks sonuçları $1 - (\text{değer-min}/\text{maks-min})$ formülü kullanılarak 0 – 1 aralığına standardize edilmiş ve biyolojik kalite oranı belirlenmiştir.

$$PTI = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j}{\sum_{j=1}^n a_j} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

İstatistik Analizler

Baraj göllerinde belirlenen fizikokimyasal değişkenlerin göllere göre farklılıklarını tespit etmek için parametrik olmayan testlerden Kruskal Wallis analizi uygulanmıştır. Kolmogorov Smirnov testine göre verilerin normal dağılım göstermemesi ve baraj

göllerinde belirlenen örnekleme miktarlarının eşit olmaması nedeni ile bu test seçilmiştir. Çoklu karşılaştırma testi olarak ise parametrik olmayan Dunn's testi uygulanmıştır. Her iki analiz de Past 4.03 paket programında uygulanmıştır. Baraj göllerindeki fitoplanktonun zamansal ve mekânsal değişimini belirlemek için bir ordinasyon metodu olan Eğilimsiz Uyum Analizi (Detrended Correspondance Analysis, DCA) uygulanmıştır. Bu analizde taksonların nispi bollukları kullanılmış ve nadir taksonlar analizden çıkarılmıştır. DCA analizinde CANOCO 4.5 paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma dönemi boyunca örnekleme noktalarında ölçülen bazı fizikokimyasal değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Her üç baraj gölünde de hafif alkaliden bazik karaktere doğru bir pH gözlenirken, ortalama Eİ değerlerinin 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Kruskal-Wallis analizi sonuçları $\text{NO}_3\text{-N}$ (F : 6.99; p : 0.030) ve $\text{NH}_4\text{-N}$ 'in (F : 8.65; p : 0.013) baraj göllerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit etmiştir (Çizelge 2, Şekil 5). $\text{NH}_4\text{-N}$ Sarıyar Barajı'ndan Yenice Barajı'na doğru anlamlı bir azalma gösterirken, $\text{NO}_3\text{-N}$ ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir. Yıllık ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri Sarıyar Barajı'nda 2.66 ± 1.13 , Gökçekaya ve Yenice barajları ise sırasıyla 3.77 ± 1.2 ve 3.18 ± 1.2 mg/L olarak tespit edilmiştir. $\text{NH}_4\text{-N}$ Sarıyar Barajı'nda 0.70 ± 0.57 ,

Gökçekaya'da 0.27 ± 0.12 ve Yenice'de ise 0.35 ± 0.22 mg/L olarak belirlenmiştir. $\text{NO}_2\text{-N}$ Sarıyar'da 0.14 ± 1.14 , Gökçekaya'da 0.1 ± 0.53 Yenice ise 0.1 ± 0.04 mg/L olarak tespit edilmiştir. $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerinin yıllık ortalaması her üç baraj gölünde de 0.45 mg/L'nin üzerinde tespit edilmiştir. (Çizelge 2). Fitoplankton örnekleme noktasının yapıldığı Ağustos ayında ÇO konsantrasyonunun Sarıyar ve Yenice Baraj göllerinde 16 mg/L'nin üstüne çıktığı, her üç baraj gölünde de Ekim ve Aralık aylarında 3 mg/L'nin altına düştüğü belirlenmiştir. Ağustos ayında uygun su sıcaklığı ve besin tuzu varlığına bağlı olarak fitoplanktonun çoğalması oksijen doygunluğunun %200 seviyelerine çıkmasının nedeni olabilir. Ekim-Aralık 2106 tarihlerinde su seviyesinin düşmesi, azalan sıcaklık, fitoplankton fotosentez oranının düşmesi, yağışların azalması ve artan oksidasyonun ÇO konsantrasyonunun bazı noktalarda düşmesine neden olmuş olabilir. Mart 2017 tarihinde ise ÇO derişimi Sarıyar ve Gökçekaya barajlarında 15 mg/L'nin üzerine çıkmıştır. Sarıyar Barajı'na özellikle Ankara tarafından yoğun atık girdisi olmaktadır. Ankara ve Porsuk çayları Ankara ve Eskişehir illerinin kirlilik yükünü Sakarya nehrine, buradan da Sarıyar Barajına taşımaktadır. Sarıyar barajını besleyen önemli akarsulardan biri de Kirmir Çayı'dır. Bu akarsularda oluşan organik ve inorganik kirlilik birbiri ile bağlantılı bu üç baraj gölünde kirlilik yükünün yıllara bağlı olarak giderek artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 2. Baraj göllerinde belirlenen bazı fizikokimyasal değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri (ort \pm SS (min-maks))

Table 2. Descriptive statistics of some physicochemical variables determined in dam lakes (mean \pm SD (min-max))

	n	T °C	ÇO mg/L	pH	Eİ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Sarıyar B.	40	18.1 \pm 6.97 (4.3-29.9)	9.98 \pm 5.24 (1.3-23)	8.7 \pm 0.54 (8-10.57)	1185.68 \pm 247 (802-1807)
Gökçekaya B.	10	16.38 \pm 6.36 (8.5-27)	8.58 \pm 3.02 (4.6-13.53)	8.41 \pm 0.37 (7.9-9.01)	1032.80 \pm 141.57 (765-1150)
Yenice B.	10	14.50 \pm 3.93 (8-20.1)	12.51 \pm 6.78 (1.6-19.9)	8.86 \pm 0.54 (8.1-9.61)	1026.30 \pm 12.8 (775-1148)
P(Sig)		0.226 ^{ÖD}	0.230 ^{ÖD}	0.142 ^{ÖD}	0.158 ^{ÖD}
		$\text{NH}_4\text{-N}$ mg/L	$\text{NO}_2\text{-N}$ mg/L	$\text{NO}_3\text{-N}$ mg/L	$\text{PO}_4\text{-P}$ mg/L
Sarıyar B.	40	0.70 ^a \pm 0.57 (0.005-2.12)	0.14 \pm 1.14 (0.004-0.82)	2.66 ^a \pm 1.13 (0.2-4.7)	0.47 \pm 0.27 (0.02-1.07)
Gökçekaya B.	10	0.27 ^b \pm 0.12 (0.03-1.33)	0.1 \pm 0.53 (0.027-0.186)	3.77 ^b \pm 1.2 (1.5-5.1)	0.45 \pm 0.16 (0.17-0.63)
Yenice B.	10	0.35 ^{ab} \pm 0.22 (0.03-0.61)	0.1 \pm 0.04 (0.01-0.14)	3.18 ^{ab} \pm 1.2 (1.54-5.1)	0.47 \pm 0.33 (0.08-1.04)
P(Sig)		0.015*	0.599 ^{ÖD}	0.030*	0.944 ^{ÖD}

*: $P < 0.05$, ÖD: $P > 0.05$ önemli değil (non-sig.); a ve b: Dunn's çoklu karşılaştırma testi sonuçları. Aynı harfle gösterilen veriler arasında fark yoktur.

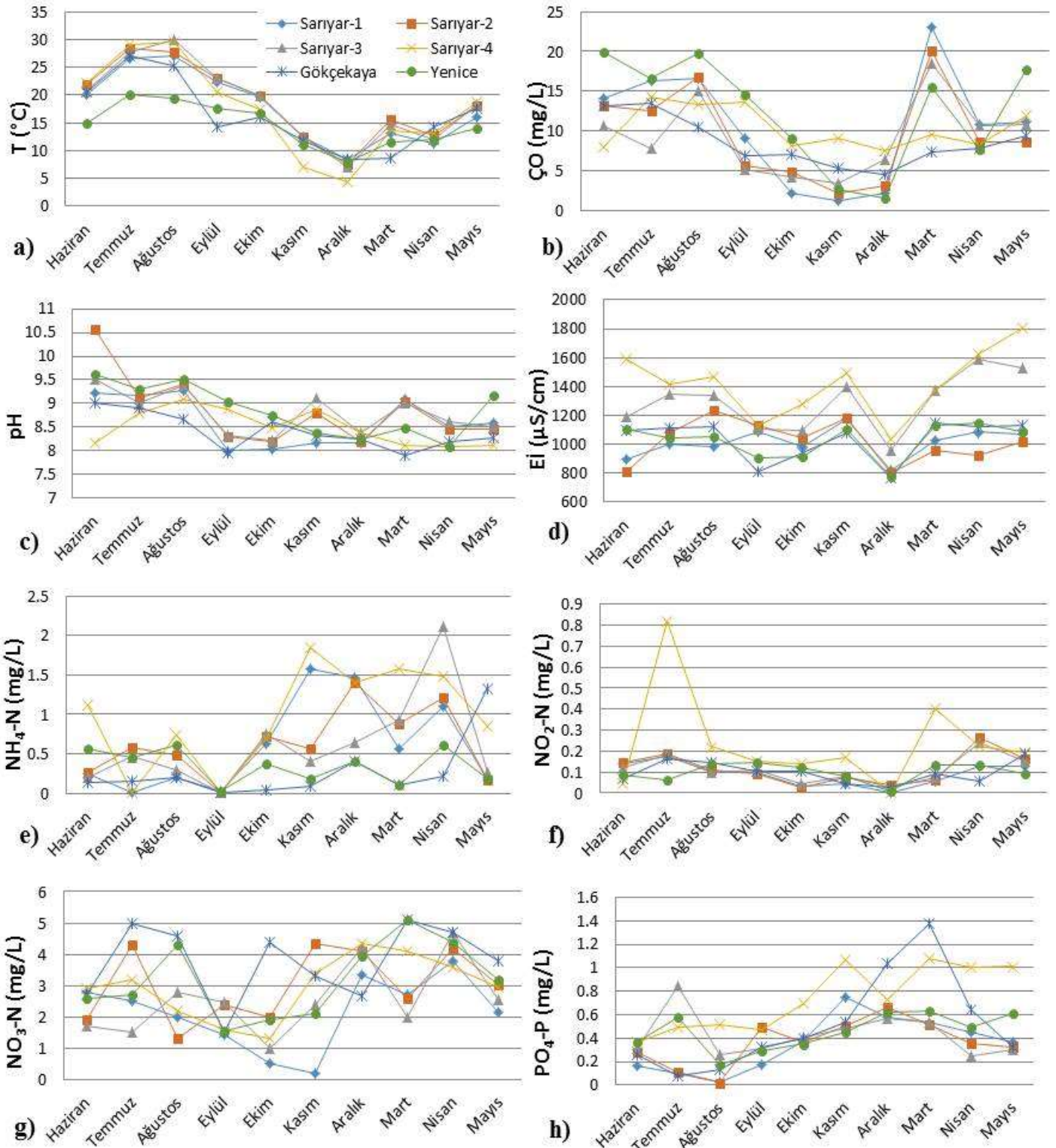
Bu çalışmada Yenice baraj gölünde 73, Gökçekaya baraj gölünde 64 ve Sarıyar baraj gölünde 108 alg taksonu tespit edilmiştir. Üç baraj gölünde tespit edilen toplam takson sayısı ise 144'tür. Takson çeşitliliği en yüksek divizyo Chlorophyta olmuş ve üç baraj gölünde 69 takson tespit edilmiştir. İkinci en yüksek takson sayısı 38 taksonla Bacillariophyta'da

tespit edilmiştir. Tespit edilen taksonlar ve kısaltmaları Çizelge 3'te verilmiştir.

Tespit edilen taksonlardan 28 tanesi her üç baraj gölünde de belirlenmiş olup büyük kısmı kozmopolit ve Türkiye'de yaygın olarak bulunan türlerdir. Baraj gölü sistemindeki 144 taksonun 41 tanesi sadece Sarıyar baraj gölünde, 16 tanesi sadece Gökçekaya baraj

gölünde ve 11 tanesi sadece Yenice Baraj gölünde tespit edilmiştir. Her üç baraj gölünde de Chlorophyta filumunun en yüksek takson sayısına sahip olduğu, bu

divizyonu Bacillariophyta'nın izlediği görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Ölçülen fizikokimyasal değişkenlerin örnekleme noktalarına göre değişimi
Figure 5. Variation of measured physicochemical variables according to sampling sites

Çizelge 3. Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice baraj göllerinde tespit edilen alg taksonları ve kısaltmaları (*Daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen taksonlar)

Table 3. Algal taxa and their abbreviations detected in Sarıyar, Gökçekaya, and Yenice dam lakes (*Taxa reported in previous studies)

	Kısaltma	Sarıyar	Gökçekaya	Yenice
Empire Prokaryota				
Kingdom Eubacteria				
Subkingdom Negibacteria				
Phylum Cyanobacteria				
Class Cyanophyceae				
<i>Aphanizomenon</i> sp.			+	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Nageli	*	+		
<i>Cyanobium diatomicola</i> (Geitler) Komárek, Kopeck & Cepák		+		
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (West & G.S.West) Anagn.& Komárek				+
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmerm.) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová	*	+		
<i>Limnothrix redekei</i> (Goor) Meffert		+	+	+
<i>Lyngbya</i> sp.		+		
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	*	+		
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont	*	+		
<i>Phormidium</i> sp.		+		
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagn.&Komárek		+	+	+
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková		+		
<i>Plectonema</i> sp.		+		
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn				+
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Komárek	*	+		
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau		+		+
Empire Eukaryota				
Kingdom Chromista				
Phylum Bacillariophyta				
Subphylum Bacillariophytina				
Class Bacillariophyceae				
Subclass Bacillariophycidae				
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	*		+	+
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grunow ex A.Schmidt	*		+	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	*		+	
<i>Craticula accommodate</i> (Hustedt) D.G.Mann		+	+	
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenb.) D.G.Mann		+		
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kütz.) A.J.Stickle&D.G.Mann		+		
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski			+	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	*		+	
<i>Navicula</i> sp.		+		+
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	*		+	
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	*	+	+	
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W.Sm.		+	+	+
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		+	+	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow	*		+	
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow		+		
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow		+	+	+
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch		+		+
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.Sm.	*		+	
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Sm.	*	+	+	+
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow		+	+	+
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	*	+		
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot		+		+

<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kütz.) Rabenhorst	*	<i>Pin bre</i>	+		
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory		<i>Try api</i>	+		
Subclass Fragilariophycidae					
<i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh	*	<i>Dia ten</i>	+		+
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	*	<i>Fra cap</i>		+	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Lange-Bert.	*	<i>Fra va</i>			+
<i>Fragilaria</i> sp.		<i>Fra sp</i>	+		
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bert.		<i>Fra ten</i>			+
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		<i>Fra cro</i>	+		
<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) M.Aboal	*	<i>Uln acu</i>	+	+	+
<i>Ulnaria danica</i> (Kütz.) Compère & Bukhtiyarova		<i>Uln dan</i>	+	+	+
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) M.Aboal & P.C.Silva		<i>Uln del</i>	+	+	+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère.	*	<i>Uln uln</i>	+	+	+
Class Mediophyceae					
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	*	<i>Cyc men</i>	+	+	+
<i>Cyclotella</i> sp.		<i>Cyc sp</i>	+	+	+
<i>Stephanodiscus</i> sp.		<i>Step sp</i>	+	+	+
Subphylum Coscinodiscophytina					
Class Coscinodiscophyceae					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	*	<i>Aul gra</i>	+	+	
Phylum Cryptophyta					
Class Cryptophyceae					
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenb.		<i>Cry ova</i>	+	+	+
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg		<i>Cry ero</i>	+	+	+
Phylum Miozoa					
Subphylum Myzozoa					
Infraphylum Dinozoa					
Superclass Dinoflagellata					
Class Dinophyceae					
<i>Diplopsalis acuta</i> (Apstein) Entz		<i>Dip acu</i>			+
<i>Parvodinium inconspicuous</i> (Lemmermann) S.Carty		<i>Par inc</i>	+		
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann		<i>Per cun</i>	+		
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann		<i>Per aci</i>	+		+
<i>Parvodinium pusillum</i> (Penard) S.Carty		<i>Par pus</i>			+
<i>Tripos furca</i> (Ehrenb.) F.Gómez		<i>Tri fur</i>	+		
Phylum Ochrophyta					
Class Chrysophyceae					
<i>Kephyrion littorale</i> J.W.G.Lund		<i>Kep lit</i>		+	
<i>Ochromonas</i> sp.		<i>Ochr sp</i>	+		+
Class Synurophyceae					
<i>Mallomonas</i> sp.		<i>Mall sp</i>	+		
Kingdom Plantae					
Phylum Charophyta					
Class Conjugatophyceae					
<i>Closterium acutum</i> Brébisson		<i>Clo acu</i>	+		
<i>Cosmarium</i> sp.		<i>Cosm sp</i>	+		+
<i>Staurostrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs	*	<i>Sta gra</i>	+	+	+
Phylum Chlorophyta					
Class Chlorophyceae					
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) P.M.Tsarenko	*	<i>Acu acu</i>	+	+	+
<i>Ankyra Judayi</i> (G.M.Smith) Fott	*	<i>Ank jud</i>		+	
<i>Asterococcus superbis</i> (Cienkowski) Scherffel		<i>Ast sub</i>			+
<i>Carteria</i> sp.		<i>Cart sp</i>			+
<i>Chlamydomonas</i> sp.	*	<i>Chla sp</i>	+		
<i>Chlorococcum</i> sp.		<i>Chlo sp</i>	+		+
<i>Coelastrum astroideum</i> De Not.		<i>Coe ast</i>	+	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	*	<i>Coe mic</i>	+	+	+
<i>Coenococcus planctonicus</i> Korshikov		<i>Coen pl</i>		+	

<i>Coenocystis planktonic</i> var. <i>hercynica</i> (H.Henig) Fott		<i>Coe her</i>	+		
<i>Coenocystis planctonica</i> Korshikov		<i>Coe pla</i>	+	+	
<i>Comasiella arcuata</i> (Lemmermann) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz	*	<i>Com arc</i>	+	+	+
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i> (G.M.Smith) E.Hegewald & M.Wolf	*	<i>Com pla</i>	+	+	
<i>Desmodesmus armatus</i> (R.Chodat) E.Hegewald	*	<i>Des arm</i>		+	
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>longispina</i> (Chodat) E.Hegewald		<i>Des lon</i>	+	+	+
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko	*	<i>Des bic</i>			+
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	*	<i>Des com</i>	+		+
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) E.Hegewald		<i>Des int</i>	+		+
<i>Desmodesmus magnus</i> (Meyen) Tsarenko		<i>Des mag</i>	+		+
<i>Desmodesmus protuberans</i> (F.E.Fritsch & M.F.Rich) E.Hegewald		<i>Des pro</i>	+		
<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i> (Chodat) E.Hegewald		<i>Des mon</i>	+		+
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A.Braun	*	<i>Dim lun</i>	+	+	
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenb.	*	<i>Eud ele</i>	+		
<i>Fusola viridis</i> J.W.Snow		<i>Fus vir</i>	+		
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat		<i>Gol rad</i>	+		
<i>Microspora</i> sp.		<i>Micr sp</i>		+	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.		<i>Mon arc</i>		+	+
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárk.-Legn.	*	<i>Mon con</i>	+	+	+
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková- Legnerová		<i>Mon gri</i>	+	+	+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard		<i>Mon kom</i>	+	+	+
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková- Legnerová		<i>Mon min</i>			+
<i>Monoraphidium tortile</i> (W.West&G.S.West) Komárk.- Legn.		<i>Mon tor</i>		+	
<i>Mychonastes jurisii</i> (Hindák) Krienitz, C.Bock, Dadheech & Proschold		<i>Myc jur</i>	+		+
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müll.) Bory	*	<i>Pan mor</i>	+	+	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Menegh.	*	<i>Ped bor</i>	+	+	+
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	*	<i>Ped dup</i>		+	
<i>Pediastrum integrum</i> Nägeli		<i>Ped int</i>	+		
<i>Pseudoschroederia robusta</i> (Korshikov) E.Hegewald & E.Schnepf		<i>Pse rob</i>		+	
<i>Pteromonas aequiciliata</i> (Gicklhorn) Chodat		<i>Pte aeq</i>	+	+	+
<i>Quadrigula</i> sp.		<i>Quad sp</i>		+	
<i>Radiococcus planktonic</i> J.W.G.Lund		<i>Rad pla</i>	+		+
<i>Sphaerellopsis</i> sp.		<i>Spha sp</i>	+		
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	*	<i>Sph sch</i>			+
<i>Tetrademus bernardii</i> (G.M.Smith) M.J.Wynne	*	<i>Tet ber</i>	+	+	
<i>Tetrademus dimorphus</i> (Turpin) M.J.Wynne		<i>Tet dim</i>	+	+	+
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansg.	*	<i>Tetr mi</i>	+		+
<i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov	*	<i>Tetr tr</i>	+		+
<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i> (Schröder) Lemmermann		<i>The stau</i>	+		+
<i>Treubaria triappendiculata</i> C.Bernard		<i>The tri</i>	+		+
<i>Volvox</i> sp.		<i>Volv sp</i>		+	
<i>Westella botryoides</i> (W.West) De Wildeman		<i>Wes bot</i>	+	+	+
<i>Willea crucifer</i> (Wolle) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko		<i>Wil cru</i>	+		
Class Trebouxiophyceae					
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	*	<i>Act han</i>	+	+	+
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	*	<i>Chl vul</i>	+	+	+

<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher & Swale		<i>Clos ac</i>	+	+
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze		<i>Cru ted</i>	+	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	*	<i>Dic pul</i>	+	+
<i>Lagerheimia subsalsa</i> Lemmermann		<i>Lag sub</i>	+	+
<i>Lemmermannia komarekii</i> (Hindák) C.Bock & Krienitz in Bock et al.		<i>Lem kom</i>		+
<i>Micractinium belenophorum</i> (Korshikov) T.Proschold, C.Block, W.Luo & L.Kreinitz		<i>Mcr bel</i>		+
<i>Oocystis borgei</i> J.Snow	*	<i>Ooc bor</i>	+	+
<i>Oocystis angelic</i> A.Braun		<i>Ooc nae</i>		+
<i>Oocystis parva</i> West & G.S.West	*	<i>Ooc par</i>	+	+
<i>Oocystis solitary</i> Wittrock	*	<i>Ooc sol</i>	+	+
<i>Schizochlamydeella solitaria</i> (G.M.Smith) B.Fott		<i>Sch sol</i>	+	
<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli		<i>Sti bac</i>	+	
<i>Stichococcus variables</i> West & G.S.West		<i>Sti var</i>	+	
<i>Trochiscia reticularis</i> (Reinsch) Hansgirg		<i>Tro ret</i>	+	+
<i>Trochiscia</i> sp.		<i>Tro sp</i>		+
Kingdom Protozoa				
Phylum Euglenozoa				
Class Euglenophyceae				
<i>Euglena</i> sp.		<i>Eugl sp</i>	+	
<i>Eugleniformis proxima</i> (Dangeard) M.S.Bennett & Triemer		<i>Eug pro</i>	+	
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (H.J.Carter) Lemmermann		<i>Lep fus</i>	+	
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.		<i>Lep over</i>	+	
<i>Phacus</i> sp.		<i>Phac sp</i>	+	+
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein		<i>Tra his</i>	+	
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenb.		<i>Tra vol</i>	+	

Chlorophyta, Charophyta ve Cyanobacteria, divizyosundan tespit edilen taksonların büyük kısmının planktonda yaygın olarak belirlenen taksonlardır. Ancak Bacillariophyta divizyosundan Bacillariophycidae alt sınıfından tespit edilen taksonlar, fitoplanktondan çok genellikle akarsu ve göllerin bentik bölgeleri ile ilişkilendirilirler. Yapılan çeşitli çalışmalarda da tikoplanktonik diyatome türleri fitoplanktonda tespit edilmiştir (Gürbüz, 2020; Morkoyunlu Yüce & Aktaş, 2020; Aksoy & Soylu, 2023). Örneklem noktalarından 5. istasyonun Kırmır Çayı girişine, 4. istasyonun ise Sakarya nehri girişine yakın olması bu akarsulardan sürüklenme yolu ile bentik diyatomelerin yoğun bir şekilde taşınmasına neden olmuş olabilir.

DCA analizi sonunda ilk iki eksenin gradient uzunlukları sırasıyla 5.304 ve 3.951 olarak belirlenmiştir. İlk iki eksenin gradient uzunluğunun >3'ten büyük olması (Ter Braak & Prentice, 1988) veri setinin unimodal metodlara uygun olduğunu işaret eder. DCA analizi sonucunda örneklem noktalarının (Şekil 7) ve alg taksonlarının (Şekil 8) 4 farklı grupta toplandığı görülmektedir. DCA diagramına göre (Yenice baraj gölü Ağustos 2016 örneklem noktaları A grubunda toplanmıştır (Şekil 7). Bu örneklem noktalarını temsil eden taksonlar Şekil 8'de A grubunda görülmektedir. B grubunda ise Sarıyar Baraj gölünde Ağustos 2016 tarihinde örneklenen örneklem noktalarının kümelenmediği görülmektedir

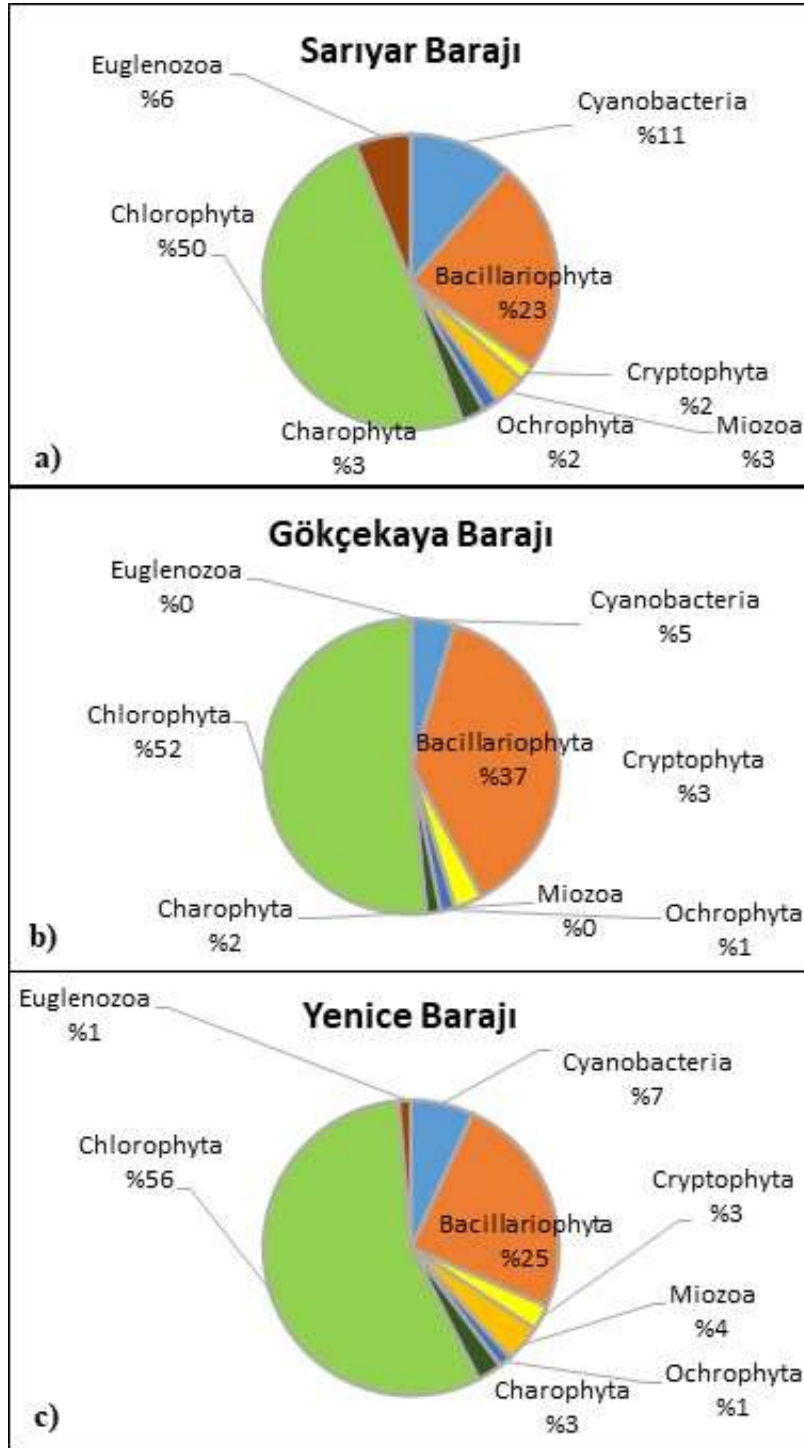
(Şekil 8). D grubunda Gökçekaya baraj gölünde Ağustos 2016 tarihinde örneklenen noktalar gruplanmıştır. C grubunda ise her üç baraj gölünün Kasım 2016 tarihinde örneklem yapılan örneklem noktaları kümelenmiştir. Bu bulgular bize her üç baraj gölünün ortak alg taksonları içermelerine rağmen özellikle Ağustos 2016 tarihinde her üç baraj gölünde takson çeşitliliğinin farklı olduğuna işaret etmektedir. Ancak Kasım 2016 tarihinde baraj göllerindeki alg çeşitliliğinin benzer olduğunu göstermektedir.

Şekil 8'e bakıldığında Şekil 7'den farklı olarak alg taksonlarının 3 ana grupta toplandığı görülmektedir. A grubu Yenice Baraj gölünde Ağustos 2016 tarihinde örneklenen örneklem noktalarındaki baskın taksonları gösterirken D grubu da Gökçekaya baraj gölünde Ağustos 2016 tarihinde örneklenen noktalarda tespit edilen alg taksonları kümelenmiştir. B ve C grubu ise belirgin olarak ayrılmamakla birlikte alt bölümde Sarıyar baraj gölünde baskın olan taksonların kümelenmediği, üst bölümde ise her üç baraj gölünde Kasım ayında baskın olan taksonların kümelenmediği görülmektedir.

Baraj göllerinde tespit edilen fitoplankton taksonları daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında (Atıcı 1999, 2002a, 2002b, 2002c, 2004; Atıcı & Obalı 2006; Atıcı ve ark., 2008; Akın ve ark., 2008, 2010; Atıcı & Katırcıoğlu, 2009; Dokcan, 2010) üç baraj gölünde tespit edilen taksonlardan 49'unun daha önce yapılan çalışmalarda tespit edildiği, 95 taksonun ise birbiri ile

bağlantılı bu üç baraj gölü sistemi için yeni kayıt olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Tespit edilen bu

taksonlardan bazıları ülkemizde yaygın olarak bulunan taksonlar olarak bilinirler.

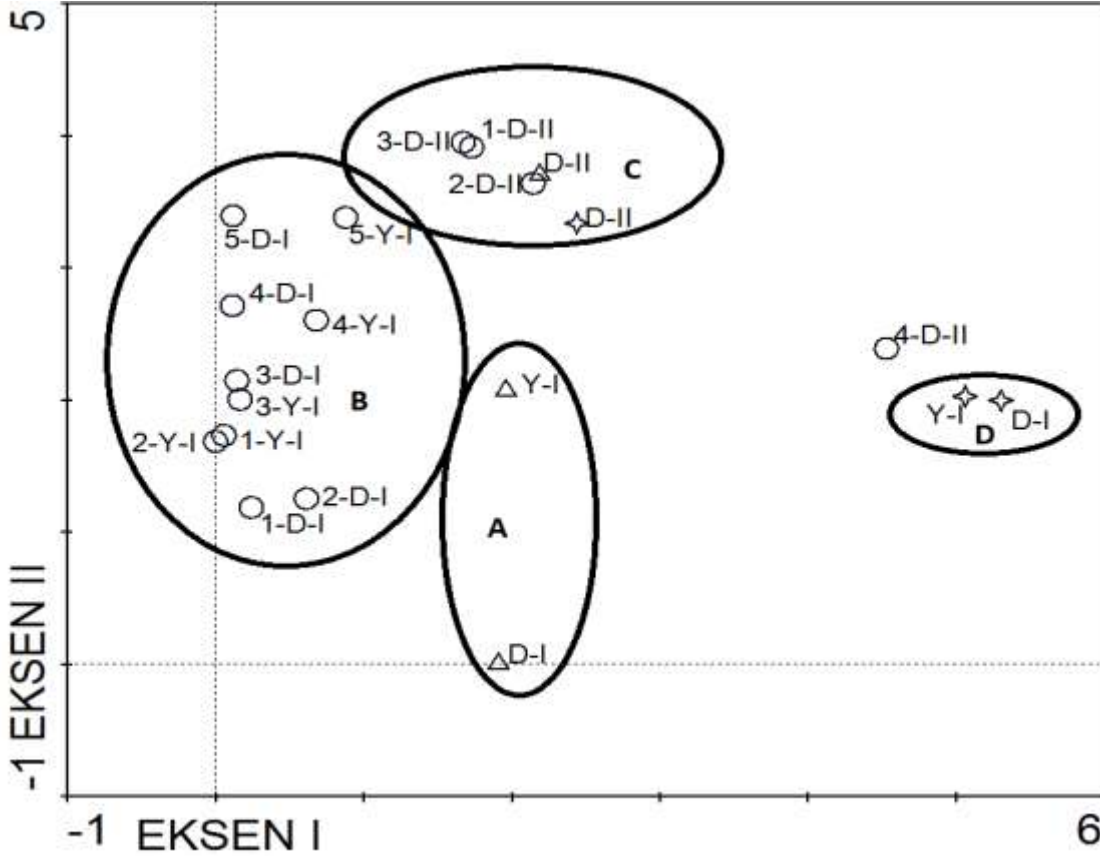


Şekil 6. Baraj göllerinde tespit edilen taksonların filumlara göre dağılımları.

Figure 6. Distribution of taxa identified in dam lakes according to phyla.

Fitoplankton lentik su kütlelerinde su kalitesinin biyolojik olarak belirlenmesinde kullanılan en önemli canlı gruplarından bir tanesidir. Standardize edilmiş PTI indeksi sonuçları (Şekil 9) incelendiğinde, her üç baraj gölünde de indeks sonuçlarının 0.2 - 0.4 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerin su kalite sınıflarına göre karşılığı zayıf su kalitesidir.

Çelekli ve Öztürk (2014) yaptıkları çalışmada PTI'nın biyolojik olarak su kalitesini belirlemek için uygun bir fitoplankton metriği olduğunu tespit etmişlerdir. Yine yapılan bazı çalışmalar PTI indeksinin barajların ekolojik kalitesinin belirlenmesi için uygun bir indeks olduğunu ortaya çıkarmıştır (Çelekli ve ark., 2018).

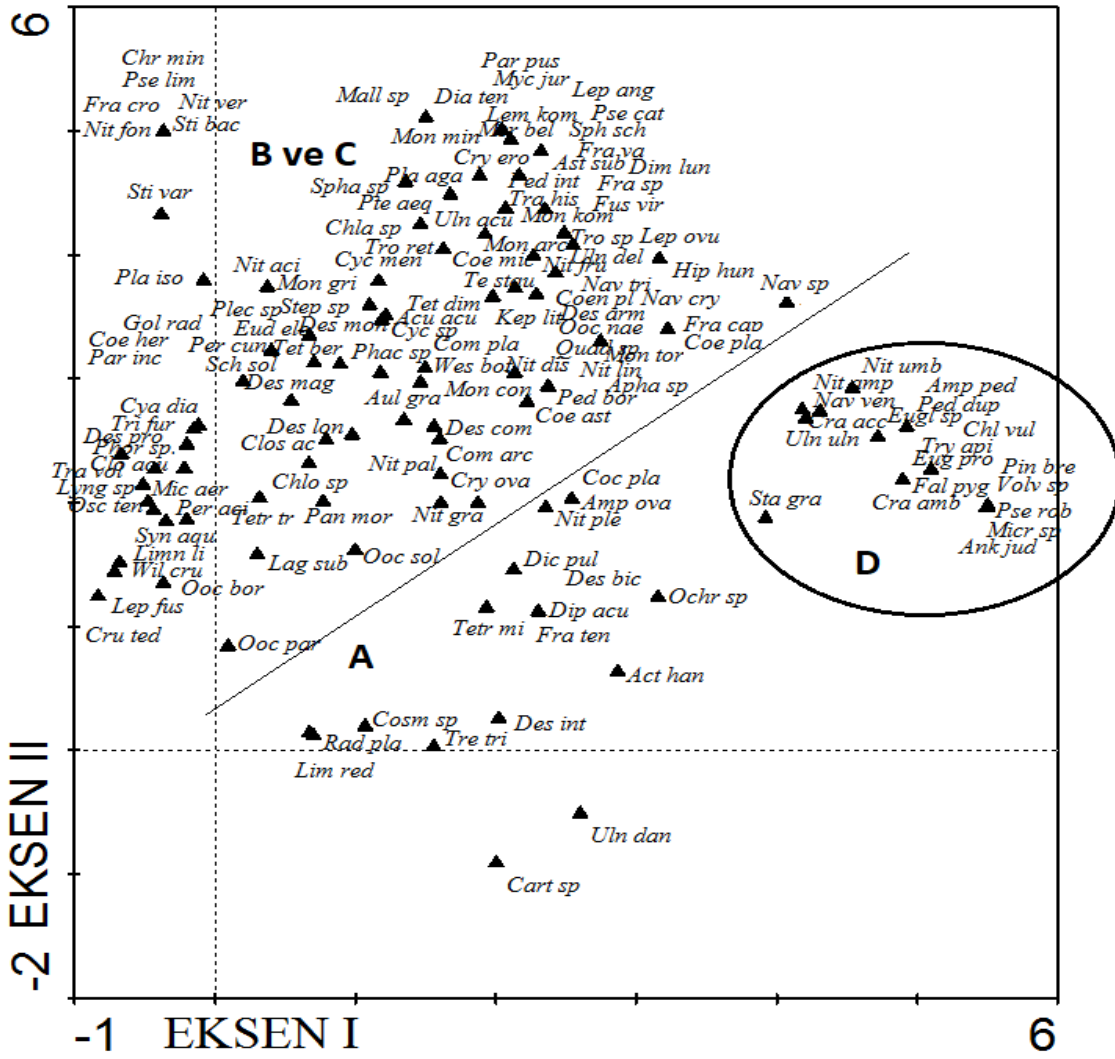


Şekil 7. Baraj Göllerinde tespit edilen alg taksonlarının örnekleme noktalarına göre dağılımı. (üçgen: Yenice Baraj gölü, daire: Sarıyar Baraj gölü, Yıldız: Gökçekaya baraj gölü, Y: Yüzeyleme, D: Dikey örnekleme, I: Birinci örnekleme dönemi (Ağustos 2016), II: İkinci örnekleme dönemi (Kasım 2016).

Figure 7. Distribution of algal taxa identified in dam lakes according to sampling sites (triangle: Yenice Dam reservoir, circle: Sarıyar Dam reservoir, Star: Gökçekaya reservoir, Y: Surface sampling, D: Vertical sampling, I: First sampling period (August 2016), II: Second sampling period (November 2016).

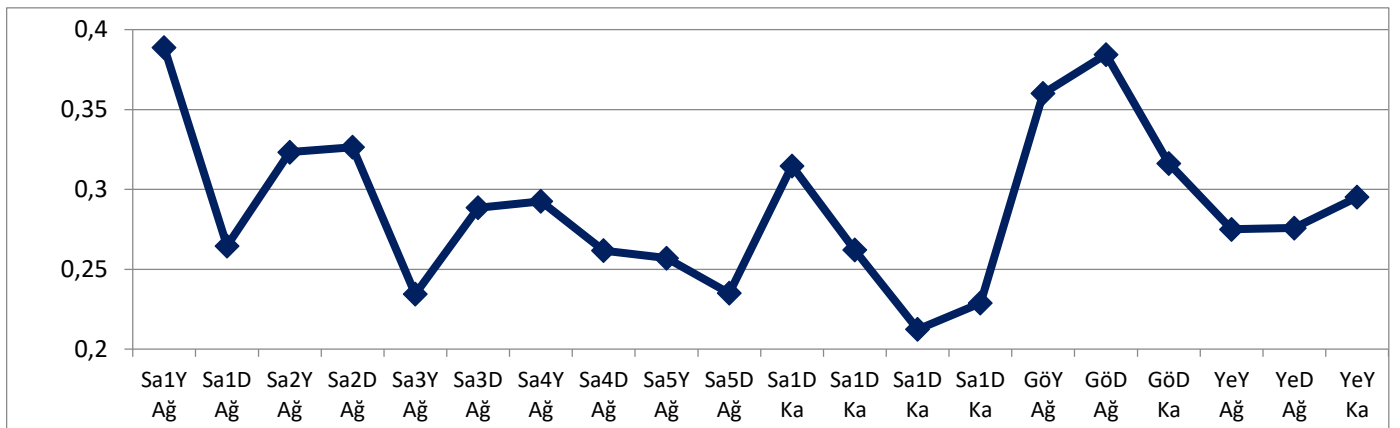
Kafes balıkçılığında balık ölümlerinin en çok gözlemlendiği dönemler su sıcaklığının yükseldiği, çözülmüş oksijenin düştüğü, azalan yağışlar nedeni ile su seviyesinin düşük seyrettiği ve buna bağlı olarak fizikokimyasal kirleticilerin derişiminin artış gösterdiği yaz ve sonbahar aylarıdır. Yaz aylarında gözlenen bu faktörler aynı zamanda siyanobakteriyel çoğalmalara çok iyi bir zemin oluşturmaktadır. Üç baraj gölünde de Cyanobacteria filumu'nun takson çeşitliliği yüksek bulunmamıştır (Şekil 4). Ancak bazı taksonların nispi bolluklarının yüksek olduğu görülmüştür. Bu Cyanobacteria taksonları siyanotoksin üretme potansiyeline sahip olan taksonlar olmaları (Boophati & Ki, 2014) sebebi ile önem arz etmektedir. Küçük boyuta sahip olan siyanobakter *Synechocystis aquatilis*, Sarıyar baraj gölünde Ağustos 2016 tarihinde tüm istasyonlarda gözlenmiş ve nispi bolluğu % 40'lara kadar çıkmıştır. Ayrıca *Limnothrix redekei* Sarıyar Baraj gölünde Ağustos 2016 tarihinde ilk üç istasyonda görülmüş ve nispi bolluğu % 40'lara kadar çıkmıştır. *Oscillatoria*

tenis ise yine Sarıyar baraj gölünde Ağustos 2016'da gözlenmiş ve nispi bolluğu % 20'lere kadar çıkmıştır. *Planktothrix agardhii* ve Sarıyar Barajı'nda Ağustos 2016'da sadece 4. ve 5. örnekleme noktasında tespit edilirken Kasım 2016'da her üç baraj gölünde de gözlenmiş ve bu ayda nispi bolluğu % 20'lere ulaşmıştır. *Planktothrix isotrix* ise sadece Sarıyar Baraj gölünde tespit edilmiş ve Ağustos 2016'da 4. ve 5. örnekleme noktalarında nispi bolluğu % 20'nin üzerine çıkmıştır. Sarıyar baraj gölünde *Microcystis aeruginosa* türünde tespit edilmiş Ağustos 2016'da gözlenen bu tür sadece birkaç örnekleme noktasında düşük sayılarda tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda Sarıyar Baraj Gölü'nde bu türün varlığı tespit edilmiştir (Atıcı 1999, 2004). *Aphanizomenon* sp. ise sadece Gökçekaya baraj gölünde Kasım 2016'da az sayıda tespit edilmiştir. *Planktothrix agardhii*, *Microcystis aeruginosa* ve *Aphanizomenon* sp. Köker ve ark. (2017) tarafından hiperötrofik ve/veya ötrofik su kütlelerinde aşırı çoğalmalar yapan toksin üretme potansiyeline sahip taksonlar olarak tanımlanmıştır.



Şekil 8. Baraj göllerinde tespit edilen alg taksonlarının nispi bolluklarına göre ordinasyon grafiği (Taksonların kısaltmaları Çizelge 2’de verilmiştir).

Figure 8. Ordination graph according to the relative abundance of algal taxa identified in the dam lakes. (Abbreviations are given in Table 2).



Şekil 9. Standardize edilmiş PTI indeksi sonuçları (Sa: Sarıyar, Gö: Gökçekaya, Ye: Yenice, Y: yüzey, D: dikey, Ağ: Ağustos, Ka: Kasım)

Figure 9. Standardized PTI index results (Sa: Sarıyar, Go: Gökçekaya, Ye: Yenice, Y: surface, D: vertical, Ağ: August, Ka: November)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Baraj göllerinde tespit edilen *M. aeruginosa*, mikrosistin adlı birçok varyantı bulunan hepatotoksin üretme potansiyeline sahip bir siyanobakteri türüdür (Boophati & Ki, 2014). *Synechocystis aquatilis* türünün de mikrosistin ürettiği (Magalhães ve ark., 2003) bilinmektedir. *Aphanizomenon*, *Dolichospermum* ve *Oscillatoria* cinslerine ait bazı türlerin mikrosistin, anatoksin, saksitoksin gibi birçok farklı toksini ürettikleri bildirilmektedir (Boophati & Ki, 2014). Yukarıda söz edilen Cyanobacteria taksonlarının toksin üretme potansiyeli olduğu için özellikle Sarıyar Baraj gölünün siyanotoksin ve toksin üreten taksonlar açısından izlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Daha önceki su kalitesi ile ilgili yapılan çalışmalar (Atıcı ve ark., 2008; Akın ve ark., 2011) ve bu çalışmada elde edilen veriler göz önüne alındığında her üç baraj gölünün de Alabalık gibi kirliliğe tolerans göstermeyen balık yetiştiriciliği için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. PTI indeksi sonuçları da bu bulguyu desteklemektedir. Ancak sazan gibi daha toleranslı türlerin üretiminde baraj gölleri kullanılabilir. Baraj göllerinin rehabilitesi için özellikle Sarıyar barajına kesinlikle atık girişine engel olacak tedbirler alınmalıdır. Bunun için kirli suların arıtımı için gerekli arıtma faaliyetlerinin uygulanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TAGEM Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice Baraj Gölleri'nin (Eskişehir, Ankara) Trofik Seviyesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından İncelenmesi (Proje No: TAGEM/HAYSÜD/2017/A11/P-03/3) adlı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu proje çalışmasının arazi ve laboratuvar çalışmalarında katkı sağlayan tüm arkadaşlara teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Akın, B. S., Atıcı, T., Katırcıoğlu, H., & Keskin, F. (2011). Investigation of water quality on Gökçekaya Dam Lake using multivariate statistical analysis, in Eskişehir, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 63, 1251–1261. [DOI: 10.1007/s12665-010-0798-6]

Akın, B. S., Atıcı, T., & Katırcıoğlu, H. (2008). Physicochemical, toxicological, and ecological

analysis of Gökçekaya Dam Lake. *African Journal of Biotechnology*, 7(4), 444–449.

- Aksoy, A., & Soylu, E. N. (2023). Atası Barajı (Trabzon, Türkiye) Alglerinin Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(2), 239–246. <https://doi.org/10.35229/jaes.1274392>
- APHA. (1998). *Standards methods for the examination of water and wastewater* (20th ed.). American Public Health Association.
- Atıcı, T. (1999). Sarıyar Baraj Gölü (Ankara) Fitoplanktonunun Floristik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi (Tez no: 85928) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Atıcı, T. (2002a). Nineteen new records from Sarıyar Dam Reservoir phytoplankton for Turkish freshwater algae. *Turkish Journal of Botany*, 26, 485–490.
- Atıcı, T. (2002b). Sarıyar Barajı Planktonik Algleri Kısım: II- Chlorophyta. *SDÜ. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8, 128–151.
- Atıcı, T. (2002c). Sarıyar Barajı Planktonik Algleri Kısım: III- Bacillariophyta. *SDÜ. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8, 1–25.
- Atıcı, T. (2004). Sarıyar Barajı Planktonik Algleri Kısım: I- Cyanophyta. *SDÜ. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2(12), 88–98.
- Atıcı, T., & Katırcıoğlu, H. (2009). Sarıyar Barajının (Ankara) bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 8, 17–25.
- Atıcı, T., & Obalı, O. (2006). Seasonal variation of phytoplankton value of chlorophyll a in the Sarıyar Dam Reservoir (Ankara, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 30, 349–357.
- Atıcı, T., Ahıska, S., Altındağ, A., & Aydın, D. (2010). Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sarıyar Dam Reservoir in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 7(12), 1972–1977. [DOI: 10.5897/AJB2008.000-5044][DOI: 10.5897/AJB2008.000-5044]
- Boopathi, T., & Ki, J. S. (2014). Impact of environmental factors on the regulation of cyanotoxin production. *Toxins*, 6(7), 1951–1978. doi:10.3390/toxins6071951
- Celekli, A., & Öztürk, B. (2014). Determination of ecological status and ecological preferences of phytoplankton using multivariate approach in a Mediterranean reservoir. *Hydrobiologia*, 740, 115–135. [DOI: 10.1007/s10750-014-1948-8][DOI: 10.1007/s10750-014-1948-8]
- Çelekli, A., Toudjani, A. A., Lekeşiz, H. Ö., Kayhan, S., & Çetin, T. (2018). Bioassessment of ecological

- status of three Aegean reservoirs based on phytoplankton metrics. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 2(1), 76–99. <https://doi.org/10.31807/tjwsm.363608>
- Dokcan, Ş. (2010). Ankara, Sarıyar Baraj Gölü Bentik Algleri (Tez no: 251382) [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gürbüz, O. A. (2020). Phytoplankton composition of Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir-Turkey). *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(Suppl 1), 169–174. <https://doi.org/10.46239/ejbc.733774>
- Huber-Pestalozzi, G. (1961). *Das Phytoplankton des Sübwassers. 5. Teil. Band XVI. Chlorophyceae, Volvocales*. Stuttgart.
- John, D. M., Whitton, B. A., & Brook, A. J. (2003). *The freshwater algal flora of the British Isles*. Cambridge University Press.
- Komárek, J., & Anagnostidis, K. (1999). *Sübwasserflora von Mitteleuropa, Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. Gustav Fischer.
- Köker, L., Akçaalan, R., Oğuz, A., Gaygusuz, Ö., Gurevin, C., Akat Kose, C., Gucver, S., Karaaslan, Y., Ertürk, A., Albay, M., & Kinaci, C. (2017). Distribution of toxic cyanobacteria and cyanotoxins in Turkish waterbodies. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 18(2), 425–432.
- Köse, E., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Aksu, S., Başkurt, S., Tokath, C., Şahin, M., & Uğurluoğlu, A. (2020). Assessment of ecologic quality in terms of heavy metal concentrations in sediment and fish on Sakarya River and Dam Lakes, Turkey. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 29(3), 292–303. DOI:10.1080/15320383.2019.1705755
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1991a). *Sübwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Gustav Fischer.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1991b). *Sübwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 4 Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis. Gustav Fischer.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1997a). *Sübwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 1 Teil: Naviculaceae*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1997b). *Sübwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Magalhães, V. F., Marinho, M. M., Domingos, P., Oliveira, A. C., Costa, S. M., Azevedo, L. O., & Azevedo, S. M. F. O. (2003). Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ). *Toxicon*, 42(3), 289–295. doi:10.1016/S0041-0101(03)00144-2
- Maraşlıoğlu, F., & Gönülol, A. (2014). Phytoplankton community, functional classification, and trophic state indices of Yedikır Dam Lake (Amasya). *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 8(24), 133–141.
- Morkoyunlu Yüce, A., & Aktaş, M. (2020). Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinin (Kocaeli) Algleri ve Su Kaliteleri Üzerine Bir Çalışma. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1539–1550. <https://doi.org/10.21597/jist.666823>
- Phillips, G., Lyche-Solheim, A., Skjelbred, B., Mischke, U., Drakare, S., Free, G., Ja'rvinen, M., de Hoyos, C., Morabito, G., Poikane, S. et al. (2013). A phytoplankton trophic index to assess the status of lakes for the water framework directive. *Hydrobiologia*, 704, 75–95. DOI:10.1007/s10750-012-1390-8
- Sönmez, F., Örnekeçi, G. N., Koçer, M. A. T., & Uslu, A. A. (2022). A study on planktonic and epipelagic algae occurring in Karakaya Dam Lake (Elazığ, Türkiye). *LimnoFish*, 8(3), 258–268. [doi: 10.17216/LimnoFish.873166]
- Ter Braak, C. J. F., & Prentice, I. C. (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18, 271–317. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60183-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60183-X)
- Varol, M. (2020). Spatio-temporal changes in surface water quality and sediment phosphorus content of a large reservoir in Turkey. *Environmental Pollution*, 259, 113860. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113860>
- Varol, M., Gökot, B., Bekleyen, A., & Şen, B. (2012). Spatial and temporal variations in surface water quality of the dam reservoirs in the Tigris River basin, Turkey. *Catena*, 92, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.11.013>
- Yılmaz, N., Yardımcı, C. H., Yardımcı, R. E., & Elhag, M. (2022). An investigation on phytoplankton composition and bacterial load relationship in a drinking water resource: Büyükçekmece Dam Lake (Istanbul, Türkiye). *Desalination Water Treatment*, 273, 203–211. [doi: 10.5004/dwt.2022.28873]