



Aras Nehri havzasındaki (Kuzeydoğu Türkiye) üç gölün (Çıldır, Aktaş ve Aygır) makrozoobentik fauna yapısının ilk değerlendirmesi

Deniz MERCAN¹, Naime ARSLAN¹, Belgin ÇAMUR-ELİPEK², Nesil ERTORUN³, Deniz Anıl ODABAŞI⁴

Cite this article as:

Mercan, D., Arslan, N., Çamur-Elipek, B., Ertorun, N., Odabaşı, D.A. (2022). Aras Nehri havzasındaki (Kuzeydoğu Türkiye) üç gölün (Çıldır, Aktaş ve Aygır) makrozoobentik fauna yapısının ilk değerlendirilmesi. *Aquatic Research*, 5(4), 307-318. <https://doi.org/10.3153/AR22030>

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye

² Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri, İç Sular Biyolojisi, Çanakkale, Türkiye

ORCID IDs of the author(s):

D.M. 0000-0002-5526-8501

N.A. 0000-0002-9193-2510

B.Ç.E. 0000-0002-0954-8967

N. E. 0000-0001-6224-7314

D.A.O. 0000-0003-0738-2606

Submitted: 27.07.2021

Revision requested: 09.08.2022

Last revision received: 18.08.2022

Accepted: 23.08.2022

Published online: 26.09.2022

Correspondence:

Deniz MERCAN

E-mail: dkara@ogu.edu.tr



© 2022 The Author(s)

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Çıldır, Aktaş ve Aygır göllerinin makrozoobentik fauna yapısının ortaya konması amacıyla 2013, 2017 ve 2019 yıllarında farklı dönemlerde göllerde yapılan örnekleme sonuçlarında 47 takson tespit edilmiştir. Tür düzeyinde teşhisi yapılan 43 taksondan 41 tanesi araştırma yapılan göller için yeni kayıt niteliğindedir. Çıldır Gölü'nün dominant türleri *Gyraulus (Armiger) crista* (% 4.49), *Paratanytarsus lauterborni* (% 3.90) ve *Virgotanytarsus arduensis* (% 3.80) olarak tespit edilmiştir. Aktaş Gölü zoobentozunda gammarid popülasyonunun çok baskın olduğu görülmektedir. Gölde *Gammarus pseudosyriacus* %15.24 baskınlık oranı ile dominant tür iken bunu % 7.53 oran ile *Cricotopus (Isocladus) reversus* ve % 7.29 oran ile *Gyraulus albus* takip etmektedir. Aygır Gölü'nde de gammarid popülasyonu yüksektir ancak Aktaş Gölü'nden farklı olarak bu gruptan *Gammarus balcanicus* % 6.28'lik baskınlık oranı ile; *Gyraulus albus* (% 8), *Virgotanytarsus arduensis* (% 6.92) ve *Cricotopus (Isocladus) tricinctus*'tan (% 6.64) sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Makrozoobentik fauna çeşitliliği açısından en yüksek Shannon ve Margalef İndeks değerleri Çıldır Gölü'nde tespit edilmiş olup (Shannon İndeks H': 1.73-2.23 arasında (ortalama 2.0), Margalef İndeks: 1.89-2.06 arasında (ortalama 2.03)) Aktaş ve Aygır göllerinde ise daha düşüktür. Her üç göl genelinde de tespit edilen taksonlar α ve β mesosaprob su kalitesi sınıfına ait türler olup, popülasyon yoğunluklarının fazla olması özellikle Çıldır Gölü için oligotrofik düzeyden mesotrofik düzeye geçişin bir işareti olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Çıldır Gölü, Aktaş Gölü, Aygır Gölü, Makrozoobentoz

ABSTRACT

First evaluation of three lakes' (Çıldır, Aktaş and Aygır) macrozoobenthic community structure in Aras River basin (North Eastern Türkiye)

In order to evaluate the macrozoobenthic fauna of Çıldır, Aktaş and Aygır lakes, 47 taxa were identified as a result of the samplings carried out in different periods in 2013, 2017 and 2019. 41 of 43 taxa identified at species level were new records for the study area. The dominant species of Lake Çıldır were *Gyraulus (Armiger) crista* (4.49%), *Paratanytarsus lauterborni* (3.90%) and *Virgotanytarsus arduensis* (3.80%). It was seen that the gammarid population was determined dominant among zoobenthos of Aktaş Lake. *Gammarus pseudosyriacus* was the dominant species with 15.24% dominance rate in Aktaş Lake, followed by *Cricotopus (Isocladus) reversus* with 7.53% and *Gyraulus albus* with 7.29%. Gammarid population was also high in Aygır Lake, but unlike Aktaş Lake, *Gammarus balcanicus* from this group with a dominance rate of 6.28%; it took the fourth place after *Gyraulus albus* (8%), *Virgotanytarsus arduensis* (6.92%) and *Cricotopus (Isocladus) tricinctus* (6.64%). In terms of macrozoobenthic fauna diversity, the highest Shannon and Margalef Index values were found in Lake Çıldır (Shannon Index H': between 1.73-2.23 (average 2.0), Margalef Index: between 1.89-2.06 (average 2.03)) while diversity indices were lower in Aktaş and Aygır lakes. The taxa detected in all three lakes are α and β mesotrophic species, and the high population density can be considered as a sign of the transition from the oligotrophic level to the mesotrophic level, especially for Lake Çıldır.

Keywords: Lake Çıldır, Aktaş Lake, Lake Aygır, Macrozoobenthos

Giriş

Türkiye, lentik ve lotik ekosistemleri ile biyolojik çeşitlilik açısından önemli yüzey suyu kaynaklarına sahiptir. Türkiye, 5 tanesi sınır aşan nehir havzası (Meriç Nehri Havzası, Çoruh Nehri Havzası, Kura-Aras Nehri Havzası, Asi Nehri Havzası ve Fırat-Dicle Nehirleri) olmak üzere 25 nehir havzasına sahiptir; sınır aşan nehir havzaları, ülkenin üçte birini oluşturan yaklaşık 256000 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Türkiye'nin yıllık ortalama 143 milyar metreküplük ortalama su potansiyelinin % 40'ının bu nehir havzalarından kaynaklanması nedeniyle sınır aşan sular Türkiye için büyük önem taşımaktadır. Türkiye, sınır aşan nehirlerimizden biri olan Kura-Aras nehrini Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan ve İran ile paylaşmaktadır (Bilen, 2001). Kafkasya'nın en büyük akarsu sistemlerinden biri olan Kura-Aras Nehri Havzasının toplam alanı yaklaşık 27548 km² olup, Aras ve Kura nehirleri birleşerek Hazar Denizi'ne dökülmektedir. Aras Nehir Havzası 7 doğal göl içermekte olup, bunlardan üçü makroomurgasız fauna yapısı araştırılan Çıldır, Aktaş ve Aygır gölleridir. Her üç gölde de bugüne kadar su kalitesi (Kükrecer vd., 2021), balık (Kırpık, 2018), fitoplankton (Çelekli vd., 2020), zooplankton (Apaydın Yağcı, 2013) ve diatom (Akbulut ve Yıldız, 2002) çalışmaları yapılmış olmasına rağmen, göllerde yer alan istilacı ve ekonomik öneme sahip bivalv türleri dışında (Başçınar ve Düzgüneş, 2009; Başçınar vd., 2009; Berber vd., 2018) makroomurgasız komünite yapısını bir bütün olarak ortaya koyan detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmaların arasında, Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nce 2017 yılında tamamlanan Aktaş Gölü Yönetim Planı Projesi kapsamında yapılan çalışmada Kırpık vd. (2019) tarafından Aktaş Gölü ile ilgili yapılan çalışmalar ve literatür verileri birlikte değerlendirilerek sunulmuş ve Aktaş (Ardahan) Gölü sucül omurgasız faunası tür adı belirtilmeden 14 Coleoptera, 1 ekzotik Decapoda türü ve istilacı Decapoda türü (*Astacus leptodactylus*) olarak verilmiştir. Gündüz (1996) tarafından Çıldır Gölü'nde yeni bir cladocer türü tanımlanmıştır.

Başta Çıldır Gölü olmak üzere her üç göl de yüksek oranda çeşitlilik barındıran ülkemizin önemli sucül ekosistemlerindedir. Çıldır Gölü hem önemli bitki alanı (ÖBA) hem de önemli kuş alanı (ÖKA) olarak değerlendirilmekte olup koruma statüsünde değildir. Floristik açıdan Küresel ve Avrupa ölçeğinde tehlike altındaki türleri içermemekle birlikte ulusal ölçekte nadir ve diğer türler açısından 10 bitki taksonu içermekte, angit ve Van Gölü martısı popülasyonları bakımından da (ÖKA No. 88) ÖKA olarak kabul edilmektedir (Magnin ve Yarar, 1997). Türkiye ile Gürcistan sınırında yer alan Aktaş Gölü ise iki farklı ülkeye ait olmak gibi ilginç, aynı zamanda hassas bir jeopolitik konumdadır. Bu çalışmada daha öncede belirtildiği gibi i:Çıldır, Aktaş ve Aygır göllerinin ilk

defa makroomurgasız komünite yapısının mümkün olduğunca tür düzeyinde ortaya konulması, ii: ülkemiz sucül ekosistem omurgasız türleri biyoçeşitliliğine katkıda bulunulması, iii: bundan sonra aynı bölgede yapılacak olan çalışmalara ışık tutması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı

Yukarı Kura Havzasının en büyük gölü olan Çıldır Gölü, Ardahan ili Çıldır ilçe merkezine 2 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Gölün %60'a yakın kısmı Ardahan il sınırları içerisinde olup kalan kısmı Kars il sınırları içerisinde. Deniz seviyesinden 1959 m. yüksekliğinde, 124 km² yüzölçümünde, 100 m. den fazla derinlikte. Tatlı su gölü olan Çıldır Gölü, Gölebakan ve Gülyüzü, Doğruyol derelerinden ve kar sularından beslenmektedir. Gölden enerji üretimi ve sulama suyu olarak faydalanılmaktadır. Çıldır I Hidro Elektrik Santrali, aktif olarak işletilmektedir (Ardahan il çevre ve orman müdürlüğü Çıldır Gölü kısa rapor). Hazapın Gölü olarak da bilinen Aktaş Gölü, Van Gölü'nden sonra Doğu Anadolu Bölgesi'nin ikinci büyük sodalı gölü olup tektonik kökenli bir göldür. Aktaş gölü, Türkiye-Gürcistan sınırı boyunca 2700 ha yüzey alanına ve 3 m ortalama derinliğe (maksimum derinlik yaklaşık 10 m) sahip sınır aşan bir göldür (Çelekli vd., 2020). Gölün 11.7 km² 'si Türkiye, 13.8 km² 'si Gürcistan sınırları içerisindedir. Göl, Kenarbeli köyü yakınlarındaki kısa boylu mevsimlik dereler ile güney kıyılardaki Ema, Ortaklı ve Güngörmez pınarlarından beslenmektedir (Doğanay ve Zaman, 2006). 2216 m. rakımda yer alan Aygır Gölü, 400 ha yüzey alanına ve 22 m derinliğe sahip volkanik bir dolgu gölü olup, gölün suları göl havzasındaki kar suları ve kaynaklardan gelmektedir (Çelekli vd., 2020).

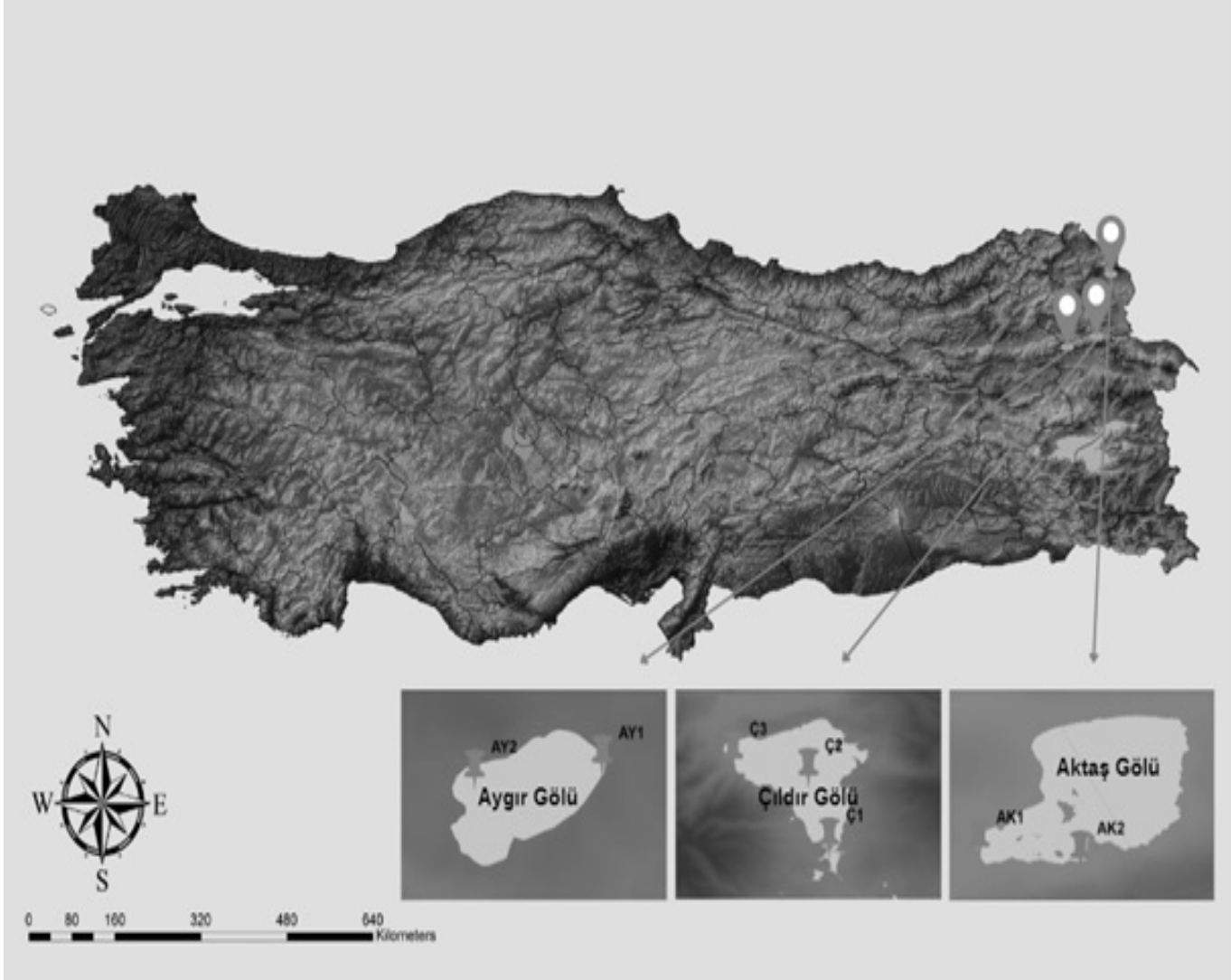
Örneklerin Toplanması ve Teşhisi

Çıldır, Aktaş ve Aygır Gölleri'nin makrozoobentik faunasının belirlenmesi amacıyla 2013, 2017 ve 2019 tarihlerinde farklı projeler kapsamında (ESOGU BAP 201619A224-Tübitak 117Y347 no'lu projeler) Çıldır Gölü'nden biri litoral olmak üzere 3, Aygır ve Aktaş göllerinden 2'şer litoral örneklem yapılmıştır (Şekil 1). Örneklerin toplanmasında el kepçesi ve yüzey alanı 225 cm² alan ekman grab kullanılmıştır. Elde edilen örnekler 5'li elek sistemi ile elenerek % 70 lik etil alkol ile *in situ* olarak fikse edilmiş ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Ayıklanan örneklerin teşhisleri mümkün olan en alt taksonomik seviyeye kadar gerçekleştirilmiştir.

Zoobentoz örneklerinin teşhisinde Schütt (1965), Zhadin (1965), Müller-Liebenau (1969), Bilgin (1980), Şahin (1984), Eliot vd. (1988), Harker (1989), Sauter (1992), Epler (1995), Cranston (1995), Nilsson (1996), Nilsson (1997), Glöer ve Meier-Brook (1998), Glöer (2002), Bouchard (2004), Eiseier (2005), Bauernfeind (2012) teşhis anahtarları kullanılmıştır.

Verilerin Hesaplanması

Makrozoobentik verileri PAST 1.75b programı kullanılarak analiz edilmiştir (Hammer vd., 2001). Dominansi değerleri Bellan-Santini'nin (1969) nicel baskınlık indeksi ile ($D_i = N_i/N_t \times 100$; $N_i = i$ türünün birey sayısı; $N_t =$ makrozoobentik örneklerin toplam sayısı) hesaplanmıştır. UPGMA algoritmasına dayalı Bray-Curtis benzerlik analizleri de PAST 1.75b kullanılarak değerlendirilmiştir (Hammer vd. 2001).



Şekil 1. Örnekleme yapılan istasyonları gösterir harita

Figure 1. Map of sampling stations

Bulgular ve Tartışma

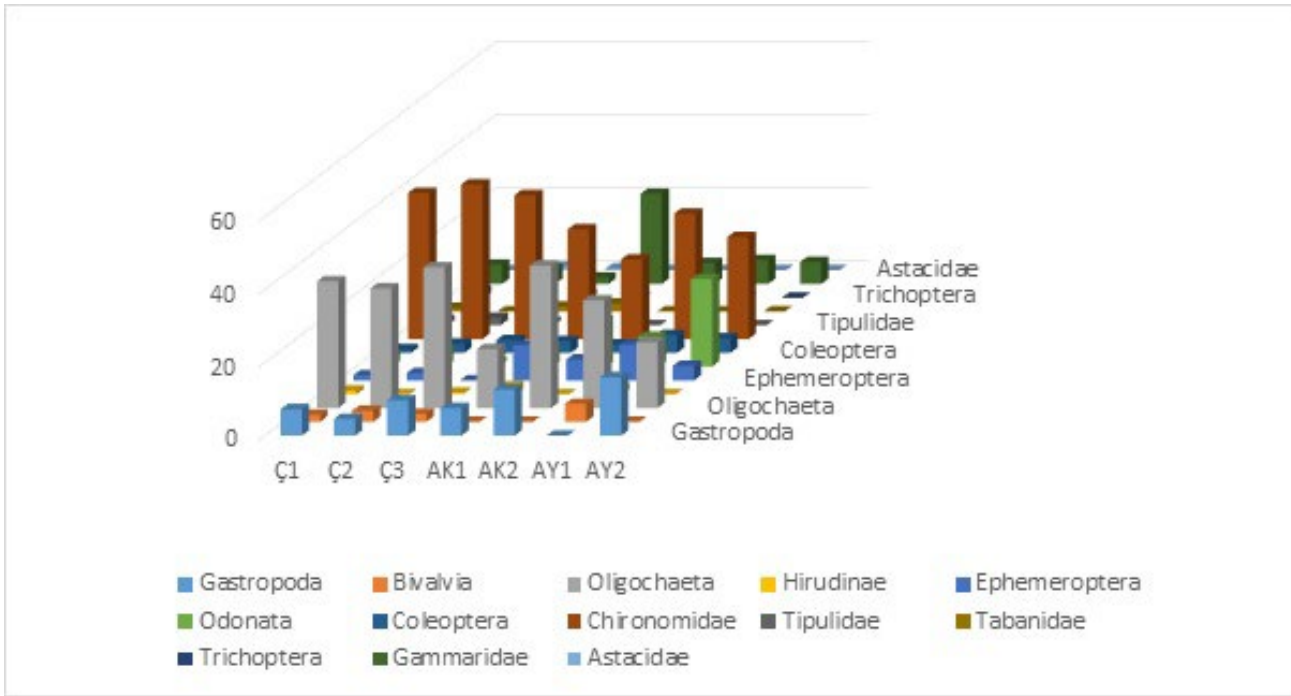
Çıldır, Aktaş, Aygır göllerinin makrozoobentik fauna yapısının ortaya konması için yapılan çalışmada toplam 47 takson tespit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 2). Tür düzeyinde teşhisi yapılan 43 taksondan *Anodonta cygnea* ve *Astacus leptodactylus* hariç bu çalışmada tanımlanan türlerin tamamı araştırma yapılan göller için yeni kayıt niteliğindedir. Her üç gölünde makrozoobentik faunasını yüzey sularında en sık rastlanılan ve genellikle toleranslı bireyleri içeren Oligochaeta ve Chironomidae türleri oluşturmaktadır. Çıldır Gölü'nün dominant grubu % 40.66 baskınlık oranı ile Chironomidae olup bunu % 35.40 baskınlık oranı ile Oligochaeta takip etmektedir. Göl-

deki baskın diğer taksonlar ise Gastropoda (% 7.15) ve Gammaridae'dir (% 3.70). Aktaş ve Aygır göllerinde de baskın ilk iki takson aynı olup, Aktaş Gölü'nde % 15.24 oranı ile üçüncü sırada yer alan Gammaridae bireylerinin yoğunluğu dikkat çekicidir. Her iki gölde de Çıldır Gölü'nden farklı olarak Ephemeroptera bireylerinin populasyon yoğunluklarının daha fazla olduğu görülmektedir. Makrozoobentik fauna çeşitliliği açısından en yüksek Shannon ve Margalef İndeks değerleri Çıldır Gölü'nde olup (Shannon İndeks H': 1.73-2.23 arasında (ortalama 2.0), Margalef İndeks: 1,89-2,06 arasında (ortalama 2.03)) Aktaş ve Aygır göllerinde ise daha düşüktür (Tablo 1).

Tablo 1. Çıldır, Aktaş, Aygır Göllerinde tespit edilen makrozoobentik taksonlar, % dominansi oranlarının istasyonlara göre dağılımı ve indeks değerleri (Ç: Çıldır Gölü, AK: Aktaş Gölü, AY: Aygır Gölü; OD: Ortalama dominansi; O: Ortalama)

Table 1. Macrozoobenthic taxa detected in Lakes Çıldır, Aktaş and Aygır, distribution of % dominance ratios according to stations and index values (Ç: Çıldır Lake, AK: Aktaş Lake, AY: Aygır Lake; OD: Average dominance; M: Average)

Takson/İstasyon	Çıldır Gölü				Aktaş Gölü			Aygır Gölü		
	Ç1	Ç2	Ç3	OD	AK1	AK2	OD	AY1	AY2	OD
Gastropoda	7.25	4.55	9.65	7.15	7.53	12.64	10.09	0.00	16	8
Bivalvia	1.93	3.03	2.19	2.39	0.00	0.00	0.00	4.92	0.00	2.46
Oligochaeta	34.78	32.83	38.60	35.40	16.13	39.08	27.60	29.51	18	23.75
Hirudinae	0.97	0.00	0.44	0.47	2.15	0.00	1.08	1.64	0.00	0.82
Ephemeroptera	1.45	2.02	0.00	1.16	9.68	5.75	7.71	9.84	4.00	6.92
Odonata	2.90	4.55	1.32	2.92	4.30	12.64	8.47	8.20	24	16.10
Coleoptera	0.97	2.53	3.51	2.33	3.23	2.30	2.76	4.92	4.00	4.46
Chironomidae	40.10	42.42	39.47	40.66	30.11	21.84	25.97	34.43	28.00	31.21
Tipulidae	1.45	2.02	0.88	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tabanidae	0.97	0.00	1.32	0.76	2.15	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00
Trichoptera	1.93	1.01	0.44	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gammaridae	5.31	4.04	1.75	3.70	24.73	5.75	15.24	6.56	6.00	6.28
Astacidae	0.00	1.01	0.44	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
İndeksler										
	Ç1	Ç2	Ç3	O	AK1	AK2	O	AY1	AY2	O
Takson sayısı	12	11	12	12	9	7	8	8	7	8
Birey sayısı	207	198	228	211	93	87	90	61	50	56
Çeşitlilik (Shannon İn. H')	2.23	1.73	1.96	2.0	1.59	1.64	1.6	1.70	1.59	1.6
Çeşitlilik (Simpson 1-D)	0.71	0.70	0.68	0.7	0.80	0.76	0.8	0.77	0.80	0.8
Çeşitlilik (Margalef İn.)	2.06	1.89	2.03	2.0	1.77	1.34	1.6	1.70	1.53	1.6
Çeşitlilik (Evenness)	0.41	0.45	0.36	0.4	0.69	0.73	0.7	0.69	0.80	0.7



Şekil 2. Çıldır, Aktaş ve Aygır Gölleri'nde tespit edilen makrozoobentik taksonların göller ve istasyonlara göre dağılımı

Figure 2. Diagram of macrozoobenthic taxa detected in Lakes Çıldır, Aktaş and Aygır according to lakes and stations.

Tablo 2’de de görüldüğü üzere araştırma alanında 3 Gastro-poda, 2 Bivalvia, 6 Ephemeroptera, 25 Chironomidae, 1 Tipulidae, 1 Tabanidae, 1 Trichoptera, 3 Gammaridae ve 1 Astacidae türü tespit edilmiştir. Daha önce makrozoobentik komünite yapısında da bahsedildiği üzere her üç gölün de makrozoobentik faunasınının büyük kısmını Oligochaeta ve Chironomidae türleri oluşturmaktadır (bu çalışmada araştırma alanında tespit edilen Oligochaeta grubuna ait türler ve dağılımları Arslan ve Mercan tarafından (2020) 14rd Uluslararası Sucul Oligochaeta Sempozyumu’nda sunulup yayımlandığı için bu listeye dâhil edilmemiştir. Çalışmada 9 Naidid, 11 Tubificin, 1 Lumbriculidae ve 1 Enchytraeid türü rapor edilmiştir.

Çıldır Gölü’nde 1. istasyonun dominant türü % 6,25’lik baskınlık oranı ile *Polypedilum convictum* ve *Cryptotendipes holsatus* olup bunu *Ablabesmyia monilis* (% 5.77), *Gammarus* sp. (% 4.33), *Procladius (Psilotanypus)* sp. (% 4.33) ve *Gyraulus (Armiger) crista* (%4.33) takip etmektedir. 2.istasyonda % 4.55 baskınlık oranı ile *Dicrotendipes tritonus* ve *Cricotopus (Isocladius) tricinctus* dominant iken bunu % 4.04 *Gammarus* sp., % 3.54 *Orthocladius (O.) thienemanni*

ve *Dicrotendipes nervosus* takip etmektedir. 3. İstasyonun dominant türü ise % 9.17 baskınlık oranı ile *Paratanytarsus lauterborni* olup bunu *Virgotanytarsus arduensis* (% 7.86), *Gyraulus (Armiger) crista* (% 6.11), *Polypedilum scalaenum* (% 4.80) ve *Cryptochironomus defectus* (% 4.37) takip etmektedir. Çıldır Gölü’nde tespit edilen türlerin baskınlık oranları istasyonlara göre değişmekle beraber göl genelinde ortalama dominansi oranlarına göre baskın türler *Gyraulus (Armiger) crista* (% 4,49), *Paratanytarsus lauterborni* (% 3.90) ve *Virgotanytarsus arduensis*’dir (% 3.80).

Aktaş Gölü zoobentozunda gammarid popülasyonun çok baskın olduğu görülmektedir. Göl genelinde ortalama dominansi değerlerine göre *Gammarus pseudosyriacus* % 15.24 baskınlık oranı ile dominant tür iken bunu % 7.53 oran ile *Cricotopus (Isocladius) reversus* ve % 7.29 oran ile *Gyraulus albus* takip etmektedir.

Aygır Gölü’nde de gammarid popülasyonu yüksektir; ancak Aktaş Gölü’nden farklı olarak bu gruptan *Gammarus balcanicus* % 6.28 oran ile *Gyraulus albus* (% 8.00), *Virgotanytar-*

sus arduensis (% 6.92) ve *Cricotopus (Isocladius) tricinctus*'tan (% 6.64) sonra dördüncü baskın tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2'de de görüldüğü üzere en yüksek ortalama takson sayısı (26 takson) ve çeşitlilik indeksi (Shannon İndeks ve Margalef İndeks değerleri sırasıyla 2.81 ve 5.67) Çıldır Gölü'nde

tespit edilmiştir. Her üç gölün tür düzeyindeki makrozoobentik komünite yapısına göre yapılan Bray-Curtis benzerlik analizinde Aktaş Gölü 1. istasyonu ile Çıldır Gölü fauna yapısı benzer bulunmuştur (Şekil 3). İki gölün populasyon yoğunluğu yüksek ortak türleri *Gyraulus albus*, *Radix labiata*, *Baetis rhodani*, *Ephemerella ignita* ve *Cricotopus (Isocladius) reversus*'dur (Tablo 2).

Tablo 2. Çıldır, Aktaş, Aygır Göllerinde tespit edilen makrozoobentik taksonların göller ve istasyonlara göre % baskınlık değerleri (Ç:Çıldır Gölü, AK: Aktaş Gölü, AY: Aygır Gölü; OD: Ortalama dominansı, *: Oligochaeta tür listesi Arslan ve Mercan (2020) tarafından verilmiştir)

Table 2. % dominance values of macrozoobenthic taxa detected in Çıldır, Aktaş, Aygır Lakes according to lakes and stations (Ç:Çıldır Lake, AK: Aktaş Lake, AY: Aygır Lake; OD: Average dominance, *: Oligochaeta species list given by Arslan and Mercan (2020))

	Çıldır Gölü				Aktaş Gölü			Aygır Gölü		
	Ç1	Ç2	Ç3	OD	AK1	AK2	OD	AY1	AY2	OD
Gastropoda										
<i>Gyraulus (Armiger) crista</i> (Linnaeus, 1758)	4.33	3.03	6.11	4.49	-	-	-	-	-	-
<i>Gyraulus albus</i> (O.F.Müller, 1774)	0.96	1.01	2.62	1.53	5.38	9.20	7.29	-	16.00	8.00
<i>Radix labiata</i> (Rossmässler, 1835)	1.92	0.51	0.87	1.10	2.15	3.45	2.80	-	-	-
Bivalvia										
<i>Pisidium subtruncatum</i> Malm, 1855	1.44	1.01	1.31	1.25	-	-	-	4.92	-	2.46
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	0.48	2.02	1.31	1.27	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta*										
	34.62	32.83	38.43	35.29	16.13	39.08	27.60	29.51	18.00	23.75
Hirudinae										
	0.96	-	0.44	0.47	2.15	-	1.08	1.64	-	0.82
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)	0.48	1.01	-	0.50	-	1.15	0.57	-	-	-
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	0.48	1.01	-	0.50	2.15	2.30	2.22	3.28	-	1.64
<i>Ecdyonurus</i> sp.	-	-	-	-	1.08	1.15	1.11	-	-	-
<i>Ephemera vulgata</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	-	2.15	1.15	1.65	4.92	4.00	4.46
<i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	2.15	-	1.08	-	-	-
<i>Ephemerella ignita</i> Poda, 1761	0.48	-	-	0.16	2.15	-	1.08	1.64	-	0.82
Odonata										
	2.88	4.55	1.31	2.91	4.30	12.64	8.47	8.20	24.00	16.10
Coleoptera										
	0.96	2.53	3.49	2.33	3.23	2.30	2.76	4.92	4.00	4.46
Chironomidae										
<i>Ablabesmyia monilis</i> (Linnaeus, 1758)	5.77	-	-	1.92	-	-	-	-	-	-
<i>Procladius (Psilotanytus) sp.</i>	4.33	2.53	-	2.28	-	-	-	-	-	-
<i>Cricotopus (C.) triannulatus</i> (Macquart, 1826)	2.88	-	-	0.96	-	-	-	-	-	-
<i>Cricotopus (C.) fuscus</i> (Kieffer, 1909)	3.85	2.02	-	1.96	-	-	-	6.56	-	3.28
<i>Cricotopus (Isoc) reversus</i> Hirvenoja, 1973	2.88	2.53	-	1.80	15.05	-	7.53	-	-	-
<i>Cricotopus (Isoc) tricinctus</i> (Meigen, 1818)	-	4.55	1.75	2.10	-	-	-	3.28	1-	6.64
<i>Cricotopus (Isoc) suspiciosus</i> Hirvenoja, 1973	-	-	-	-	-	11.49	5.75	6.56	-	3.28
<i>Cricotopus (Isoc) ornatus</i> (Meigen, 1818)	-	-	-	-	11.83	-	5.91	-	-	-
<i>Rheocricotopus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	6.56	-	3.28

<i>Orthocladius (O.) thienemanni</i> Kieffer & Thienemann, 1906	3.37	3.54	-	2.30	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrotendipes nervosus</i> (Staeger, 1839)	-	3.54	0.87	1.47	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrotendipes tritonus</i> (Kieffer, 1916)	-	4.55	-	1.52	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptochironomus defectus</i> (Kieffer, 1913)	-	2.53	4.37	2.30	-	-	-	-	-	-
<i>Polypedilum scalaenum</i> (Schrank, 1803)	-	3.03	4.80	2.61	-	-	-	-	-	-
<i>Polypedilum convictum</i> (Walker, 1856)	6.25	-	-	2.08	-	-	-	-	-	-
<i>Chironomus viridicollis</i> Wulp, 1859	2.40	-	-	0.80	-	-	-	-	-	-
<i>Chironomus (Campt) tentans</i> Fabricius, 1805	-	-	1.75	0.58	-	-	-	-	-	-
<i>Chironomus anthracinus</i> Zetterstedt, 1860	1.92	-	-	0.64	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptochironomus defectus</i> (Kieffer, 1913)	-	-	-	-	3.23	-	1.61	-	-	-
<i>Cryptotendipes holsatus</i> Lenz, 1959	6.25	-	-	2.08	-	-	-	-	-	-
<i>Paratendipes albimanus</i> (Meigen, 1804)	-	2.53	3.06	1.86	-	-	-	-	-	-
<i>Microtendipes pedellus</i> De Geer, 1776	-	3.03	1.75	1.59	-	-	-	1.64	6.00	3.82
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> (Kieffer, 1909)	-	2.53	9.17	3.90	-	-	-	-	-	-
<i>Cladotanytarsus mancus</i> (Walker, 1856)	-	2.02	3.93	1.98	-	-	-	-	8.00	4.00
<i>Virgotanytarsus arduensis</i> (Goetghebuer, 1922)	-	3.54	7.86	3.80	-	10.34	5.17	9.84	4.00	6.92
Tipulidae										
<i>Tipula</i> sp.	1.44	2.02	0.87	1.45	-	-	-	-	-	-
Tabanidae										
<i>Tabanus</i> sp.	0.96	-	1.31	0.76	2.15	-	1.08	-	-	-
Trichoptera										
<i>Hydropsyche contubernalis</i> McLachlan, 1865	1.92	1.01	0.44	1.12	-	-	-	-	-	-
Gammaridae										
<i>Gammarus pseudosyriacus</i> Karaman & Pinkster, 1977	-	-	-	-	24.73	5.75	15.24	-	-	-
<i>Gammarus balcanicus</i> Schäferna, 1923	1.44	-	-	0.48	-	-	-	6.56	6.00	6.28
<i>Gammarus</i> sp.	4.33	4.04	1.75	3.37	-	-	-	-	-	-
Astacidae										
<i>Astacus leptodactylus</i> schscholtz, 1823	-	1.01	0.44	0.48	-	-	-	-	-	-

İndeksler

	İstasyonlar	Ç1	Ç2	Ç3	O	AK1	AK2	O	AY1	AY2	O
Takson sayısı	27	28	24	26	16	12	14	15	10	13	
Birey sayısı	83	92	87	87	96	96	96	91	100	96	
Çeşitlilik (Shannon İn. H')	2.93	2.92	2.59	2.81	2.51	2.10	2.31	2.37	1.98	2.18	
Çeşitlilik (Simpson_1-D)	0.79	0.85	0.77	0.80	0.85	0.78	0.82	0.84	0.86	0.85	
Çeşitlilik (Margalef İndeksi)	5.88	5.97	5.15	5.67	3.29	2.41	2.85	3.10	1.95	2.53	
Çeşitlilik (Evenness)	0.69	0.66	0.56	0.64	0.67	0.60	0.64	0.82	0.82	0.82	

Çıldır, Aktaş ve Aygır gölleri bentozunda bu çalışmada tespit edilen 43 taksondan *Anodonta cygnea* ve *Astacus leptodactylus* hariç bu çalışmada tanımlanan türlerin tamamı araştırma yapılan göller için yeni kayıt niteliğindedir.

Her üç gölde de Diptera'dan Chironomidae bireylerinin zoobentozda baskın olduğu görülmektedir. Çıldır Gölü'nde ortalama değerlere göre *Paratanytarsus lauterborni* (% 3.90) ve *Virgotanytarsus arduensis* (% 3.80) en baskın iki chironomid türüdür. Buna ilaveten Çıldır gölünün gölün güney kısmında (1. istasyon) *Cryptotendipes holsatus* (% 6.25) ve *Polypedilum convictum*'un (% 6.25) populasyon oranları çok yüksek olup söz konusu iki tür gölün kuzeybatı (2. istasyon) ve kuzeydoğu (3. istasyon) kesimlerinde tespit edilmediği görülmektedir. *Paratanytarsus lauterborni* ve *Polypedilum convictum* çamurlu-kumlu zeminlerin kazıcı türleri olup ekolojik tolerans değerleri yüksek türlerdir (Grzybkowska ve Witczak, 1990), *Virgotanytarsus arduensis* ve *Cryptotendipes holsatus*'un ise akarsu ve göllerde yumuşak substratları ve sucul bitkilerin olduğu habitatları tercih ettiği bilinmektedir (Epler, 1995). Söz konusu dört chironomid türünün de ekolojik tolerans değerleri yüksek olup temiz sulardan ekolojik kalitesi orta ve düşük sucul sistemler gibi farklı habitatlarda yaşayabilmektedirler. *P. convictum* larvalarının akarsuların üst ve orta kesimlerinde göllere göre daha yaygın oldukları bilinmekle beraber türün kanalizasyon veya zehirli atıklara karşı toleranslı olabileceği de bildirilmiştir (Simpson ve Bode, 1980). *P. convictum* ülkemizde yaygın bir tür olup Özkan (2006) tarafından Trakya Bölgesindeki göl, gölet ve barajların kıyı kesimlerinde, kumlu, çamurlu, kumlu ve detrituslu, habitatlarda, Arslan vd. (2013) tarafından Gölbaşı Gölü'nde (Hatay) çamur substratında yüksek oranda tespit edilmiştir. Çıldır Gölü'nde *Cryptotendipes holsatus* (% 6,25) ve *Polypedilum convictum*'un tespit edildiği tek istasyon olan gölün güney kesimi diğer istasyonlara göre sucul bitkiler bakımından zengin olması türlerin yüksek populasyon oranlarını açıklamaktadır. Aynı zamanda substrat yapısı diğer iki istasyondan farklı olarak çamur, çamur-kum yapısına sahip olması türlerin substrata bağlı olarak da yayılışını göstermektedir. Göl genelinde gastropodlardan *Gyraulus (Armiger) crista* her üç istasyonda da tespit edilmiş olup (ortalama %4,49) dominant türlerden biridir (Tablo 2). Bir Pulmonat türü olan *Gyraulus (Armiger) crista*'nın durgun sularda yaygın olmasına rağmen yavaş akıntılı akarsuların göllenen kesimlerinde de bulunabileceği, düşük pH değerlerine toleranslı bir tür olduğu, m² deki populasyon yoğunluklarının 1000'i aşabileceği ve farklı habitat koşullarında konkolojik varyasyonlar gösterebileceği belirtilmiştir (Spyra ve Strzelec, 2013).

Çıldır Gölü, Çelekli vd. (2020) tarafından Carlson's trofik indekse göre oligo-mesotrofik, fitoplanktonik indekslere göre

de ekolojik kalite oranının yüksek olarak tespit edilmiştir. Kükrer vd. (2014) tarafından Çıldır Gölü ekolojik durumu bazı metal düzeyleri araştırılarak incelenmiştir. Çalışmada Çıldır Gölü sediment örneklerinde Pb, Cr, Cu, Ni ve Zn düzeyleri doğal düzeylerde bulurken As, Cd, Mn ve Hg düzeylerinin göl geleceği için orta derecede risk oluşturabileceği vurgulanmıştır. Çıldır Gölü zoobentik fauna yapısı yukarıda da açıklandığı gibi genellikle toleranslı türleri yüksek oranda içermektedir. Göl daha önce yapılan su kalitesi değerlendirmesi çalışmalarında her ne kadar oligo-mesotrofik ve ekolojik kalite oranı yüksek olarak değerlendirilse de (Çelekli vd., 2020) omurgasız faunası yapısında EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) olarak değerlendirilen, genellikle oligotrofik ortamları tercih eden indikatör taksonların (Ephemeroptera dışında) bulunmayışı dikkat çekicidir. Gölde EPT grubundan tespit edilen 3 Ephemeroptera türünden ikisi de (*B. rhodani* ve *B. fuscatus*) göllerin kıyı kesimlerinden yapay su kanallarına kadar farklı habitatlarda bulunabilen geniş toleranslı alfa-mezosaprob türlerdir (Bauernfeind vd., 2012). Makrozoobentik canlıların sucul sistemlerdeki varlığı ve(ya) yokluğu o sistem ile ilgili biyolojik anlamda ölçüm anına dayanan fiziko-kimyasal verilerden daha önemli ipuçları vermektedir. Çünkü fauna yapısı içinde hassas türlerin ve ekolojik toleransı geniş türlerin yoğunluğu ve oranı, Su Çerçeve Direktifi uyarınca, su kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılan beş biyolojik parametreden biri olarak görülmektedir. Yüksek populasyon yoğunluğuna sahip türlerin varlığı ve sucul sistemlerdeki baskınlığı genellikle orta ve düşük kalite sınıfı olarak tanımlanmaktadır (Langdon vd., 2006). Çıldır Gölü makroomurgasız faunası da yüksek populasyon oranı ile içerdiği toleranslı türlerden dolayı, gölün oligotrof düzeyden üst düzey mesotrofiye geçtiğini işaret etmektedir.

Aktaş Gölü, yüksek pH değerinden dolayı Doğu Anadolu Bölgesi'nin Van Gölü'nden sonra ikinci büyük sodalı gölüdür. Aktaş Gölü zoobentozunda gammarid populasyonunun çok baskın olduğu görülmektedir. Göl genelinde ortalama dominansı değerlerine göre *Gammarus pseudosyriacus* % 15.24 baskınlık oranı ile dominant tür iken bunu % 7.53 oran ile *Cricotopus (Isocladus) reversus* ve % 7.29 oran ile *Gyraulus albus* takip etmektedir. Göldeki makroomurgasız takson sayısı (ortalama 14) ve çeşitliliği (Shannon indeks 0.82, Margalef indeks 2.85) çok yüksek olmamakla beraber sodalı bir göl için oldukça iyidir. Çünkü yüksek pH değerleri pek çok sucul omurgasız için sınırlayıcı bir faktördür (Pettrin vd., 2007). Gölün dominant türü olan *Gammarus pseudosyriacus* geniş sıcaklık aralığında (5-21°C) yaşayabilen tolerans değeri yüksek bir türdür (Zamanpoore vd., 2011).

Çelekli vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada Aktaş Gölü'nde, Kura-Aras havzasında yer alan göller içinde en

yüksek su sıcaklığı (ortalama 20.3 °C) ve toplam fosfor değeri ile yüksek elektriksel iletkenlik değeri (1043 µS/cm) tespit edilmiş, ayrıca havzadaki en düşük su şeffaflığı (0.30 m) yine Aktaş Gölü'nde kaydedildiği bildirilmiştir. Bu durum, yüksek pH değeri ile sodalı bir göl olan suları sıcak Aktaş Gölü'nün zoobentik komünite yapısı içinde diğer makroomurgasızlarla rekabete giren *Gammarus pseudosyriacus*'un yüksek populasyon değerini açıklayabilir. Söz konusu tür ülkemizde de daha önce İzmir, Muş, Artvin, Bitlis ve Van illerindeki akarsu ve göllerden de kaydedilmiştir (Karaman ve Pinkster, 1977). Aktaş Gölü'ndeki ikinci dominant tür olan *Gyraulus albus*, tolerans değeri yüksek olan pulmonat bir gastropodtur. Genellikle göl ve göletlerde yayılış gösteren türün bitkilerce zengin litoral kesimden derin bölgelere kadar yayılış gösterdiği ve değişen ortam koşullarına adaptasyonunu yüksek olduğu bilinmektedir (Anderson, 2016). Göldeki dominansi değerleri yüksek olan diğer taksonlar, Chironomidae grubundan aynı cinsin üç farklı türüdür; *Cricotopus (Isoc.) reversus* (% 7.53), *Cricotopus (Isoc.) tricinctus* (% 5.75) ve *Cricotopus (Isoc.) ornatus* (% 5.91). Her üç *Cricotopus* türü larvaları substrat içindeki debriste iki ucu açık olarak açtıkları tüneller içinde yaşar ve larvalar tünellerde oluşturdıkları su akımıyla hem suyun oksijenlenmesini sağlar hem de su içindeki partiküllerle beslenirler (Bland, 1994). Tünel açarak içinde yaşam, pek çok makroomurgasız canlı için değişen ortam koşullarından korunmanın bir yolu olarak değerlendirilebilir.

Aktaş Gölü, Türkiye-Gürcistan sınırında yer alan uluslararası öneme sahip, sınır aşan bir göldür. Gölde daha önce yapılan çalışmalarda 107 kuş türü belirlenmiş, bu kuşlardan ak pelikanların %80'nin Aktaş Gölü'nde ürettiği ve kuşların büyük bir bölümünün etçil olduğu vurgulanmıştır (Kırpık vd., 2019). Makroomurgasız canlılar su kuşlarının tercih ettiği önemli besin unsurlarındandır. Aktaş Gölü'nden Kura Nehri'ne akış sağlayan DSI tarafından açıldığı belirtilen bir kanalın olması (Kırpık vd., 2019) göl su seviyesinin düşmesine neden olacağı açıktır. Ayrıca göl kenarında yer alan köylerin hayvansal atık ve hayvan sulama sularının doğrudan göle karışması gölde yüksek oranda belirlenen besleyici maddelerin (Çelekli vd., 2020) artmasına ve ötrofikasyona neden olabilmektedir. Bu durum makroomurgasız fauna yapısı için de bir tehdit unsurudur. Aktaş Gölü Kafkaslar ile Doğu Karadeniz arasında göç eden kuşların dinlenmesi, beslenmesi ve üremesi açısından önemli bir konaklama alanı olduğu için, göldeki mevcut fauna yapısının su kalitesinin kötüleşmesine bağlı olarak oluşacak tehditlere yönelik önlemlerin alınması hem ülkemiz biyolojik çeşitliliği hem de biyolojik miraslarımız açısından önemlidir.

Benzer bir durum Aygır Gölü'nde de gözlenmektedir; ancak dominant türlerin sırası değişmektedir. Aygır Gölü'nde de

gammarid populasyonu yüksektir ancak Aktaş Gölü'nden farklı olarak bu gruptan *Gammarus balcanicus* % 6.28'lik baskınlık oranı ile *Gyraulus albus* (% 8), *Virgotanytarsus arduensis* (% 6.92) ve *Cricotopus (Isoc.) tricinctus*'tan (% 6.64) sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Tablo 2). Aygır Gölü'nde de tespit edilen hem baskın taksonlar hem de diğer zoobetoz üyelerinin büyük bir kısmı yukarıda da açıklandığı gibi toleranslı türlerdir. Ortalama takson sayısı araştırılan üç göl içinde en düşük (13) Aygır Gölü'nde olup, Margalef ve Shannon çeşitlilik indeks değerleri de, en düşük değer (sırayla 2.18 ve 2.53) olarak kaydedilmiştir. Gölün dominant türü olan *Gammarus balcanicus* ekolojik açıdan oldukça toleranslı bir tür olup, Balkanlardan orta doğuya kadar geniş bir dağılım alanına sahip olduğu ve karstik kaynaklardan dere, nehir ve göllere kadar yeterli oksijen ve az tuzluluk içeren tüm yüzey sularında yüksek oranlarda bulunabileceği bildirilmiştir (Karaman ve Pinkster, 1987). Göldeki populasyon yoğunluğunun yüksek olması bu bilgileri desteklemektedir.

Çalışma alanımız olan Çıldır, Aktaş ve Aygır göllerinin de içinde yer aldığı yüksek rakımlı göller özellikle insan baskısına uzun süreli olarak daha az maruz kaldıklarından dolayı, bu tatlı su habitatlarında yaşayan canlıların nispeten düşük sayıda, endemik ya da ekstrem çevre koşullarına uyum sağlamış türler tarafından temsil edildiği ve bu ortamlarda yaşayan canlıların çevresel değişiklikleri incelemede kusursuz modeller olduğu bilinmektedir (Manca vd., 1998; Taşdemir ve Ustaoglu, 2016). Ülkemizdeki yüksek rakımlı göllerde yapılan bazı bentik çalışmalar incelendiğinde (Taşdemir vd., 2011; Yıldız vd., 2012; Taşdemir ve Ustaoglu, 2016; Atıcı, 2018; Öztürk vd., 2022) yüksek rakımlı göllerde özellikle Chironomidae bolluğunun düşük verimlilik dolayısıyla çok yüksek değerlere ulaşmadığı, ancak ekstrem koşullara uyum sağlayan türlerin varlığı rapor edilmiştir. Çalışma kapsamında, özellikle Çıldır Gölü'nde tespit edilen bentik makroomurgasız gruplarının kirliliğe toleransı yüksek türlere doğru kaydığı gözlenmektedir. Gölün trofi seviyesinin oligotrofidan üst düzey mesotrofiye geçtiği tespit edilmiştir. Aynı durum yine Aygır Gölü'nde de gözlenmektedir. Bu yüksek rakımlı göllerde artık insan etkisinin arttığı antropojenik faaliyetlerin gölün trofi seviyesini kötü yönde etkilediği açık bir şekilde görülmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile Aras Nehir havzasında yer alan Çıldır, Aktaş ve Aygır göllerinin makroomurgasız faunası belirlenmiş ve tespit edilen 43 taksondan 41'i göller için yeni kayıt niteliği taşıdığı tespit edilmiştir. Her üç gölde ülkemiz Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan önemli sulak alanlarımızdandır. Sucul sistemler biyotik ve abiyotik öğeleri

ile bir bütündür. Bu yüzden barındırdığı canlıların devamlılığı substrat yapısı ve su kalitesi ile yakından ilişkilidir. Her üç göl genelinde tespit edilen taksonlar α ve β mesosaprob türler olup, populasyon yoğunluklarının fazla olması özellikle Çıldır Gölü için oligotrofik düzeyden mesotrofik düzeye geçişin bir işareti olarak değerlendirilebilir. Gerek Çıldır gerekse Aktaş Gölü önemli kuş ve önemli bitki alanı statüsündedir. Bu yüzden sadece bu göllerde değil, ülkemiz genelinde sahip olduğumuz biyolojik zenginliklerin korunabilmesi ve devamlılığının sağlanabilmesi için hem su kalitesi bakımından hem de tür çeşitliliği bakımından izlenmesi, antropojenik etmenlere bağlı baskı unsurları ile oluşan tehditlerin fauna yapısını etkilemesini önleyecek önlemlerin alınması gerekmektedir.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik kurul izni: Araştırma niteliği bakımından etik izin gerektirmemektedir.

Finansal destek: Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında 201619A224 no'lu proje ve 117Y347 no'lu Tübitak projesi kapsamında finansal olarak desteklenmiştir.

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Akbulut, A., Yıldız, K. (2002). The Planktonic Diatoms of Lake Çıldır (Ardahan-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 26, 55-75.

Anderson, R. (2016, 24 Temmuz). *Gyraulus (Gyraulus) albus* (O. F. Müller 1774). [In] MolluscIreland. <http://www.habitats.org.uk/molluscireland/species.asp?ID=88>.

Apaydın Yağcı, M., 2013. Seasonal zooplankton community variation in Karataş Lake, Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(2), 265-276.

Ardahan Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. (2003). Ardahan İl Çevre Durum Raporu. 148 s.

Arslan, N., Kara, D., Odabaşı, D.A. (2013). Twelve new records (Clitellata, Chironomidae and Gastropoda) from Lake Gölbaşı (Hatay-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 869-873.

https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_5_11

Arslan, N., Mercan, D. (2020). The aquatic oligochaete fauna of Lake Çıldır, Ardahan-Kars, Turkey, including an updated checklist of freshwater annelids known to occur in the country. *Zoosymposia*, 17, 53-76.

<https://doi.org/10.11646/zoosymposia.17.1.8>

Atıcı, T. (2018). Use of cluster analyze and smilarity of algae in Eastern Black Sea Region Glacier Lakes (Turkey), Key Area: Artabel Lakes Natural Park. *Gazi University Journal of Science*, 31(1), 25-40.

Başçınar, N.S., Düzgüneş, E. (2009). A preliminary study on reproduction and larval development of swan mussel [*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)] (Bivalvia: Unionidae), in Lake Çıldır (Kars, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9(1), 23-27.

<https://doi.org/10.4194/trjfas.2009.004>

Başçınar, N.S., Düzgüneş, E., Mısır, D., Polat, H., Zengin, B. (2009). Growth and flesh yield of the swan mussel [*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)] (Bivalvia: Unionidae) in Lake Çıldır (Kars, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9(2), 127-132.

<https://doi.org/10.4194/trjfas.2009.0201>

Bauernfeind, E., Soldan, T. (2012). *The mayflies of Europe (Ephemeroptera)*. Apollo Books, p.781.

<https://doi.org/10.1163/9789004260887>

Bellan-Santini, D. (1969). Contribution `a l'étude des peuplements infralittoraux sur substrats rocheux (étude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoum*, 63(47), 9-294.

Berber, S., A. Ateş, S., Acar, S. (2018). First observation of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)) on the narrow-clawed crayfish inhabiting in some water sources of Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(1), 55-61.

<https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.1.10>

Bilen, Ö. (2001, 22 Temmuz). Hydro Political and Technical Assessment of the Waters in the Middle East, <http://www.ozdenbilen.com/ozdenBilenYayinlari.aspx>.

Bilgin, F.H. (1980). Batı Anadolu'nun bazı önemli tatlı sularından toplanan Mollusca türlerinin sistematigi ve dağılışı. *Diyarbakır Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 8(2), 1-64.

- Bland, K.P. (1994).** The distribution and biology of two leaf-mining species of *Cricotopus* (Diptera: Chironomidae) in Scotland. *Dipterists Digest*, 1(1), 34-36.
- Boucherd, R.W Jr. (2004).** *Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest*. University of Minnesota, ISBN-00511309763.
- Cranston, P.S. (1995).** *The Chironomidae – The biology and ecology of non-biting midges*. Chapman and Hall, London, UK, p. 365-384.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-0715-0_14
- Çelekli A., Kayhana, 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.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106706>
- Doğanay, H., Zaman, S. (2006).** Aktaş Gölü ve yakın çevresinin coğrafyası. *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 23-39.
- Eiseler, B. (2005).** Identification key to the Mayfly larvae of the German Highlands and Lowlands. *Lauterbornia*, 53, 1-112.
- Elliott, J.M., Humpesch, U.H., Macan, T.T. (1988).** *Larvae of the Ephemeroptera: A Key with Ecological Notes*. Freshwater Biological Association Scientific Publication, p. 80.
- Epler, J.H. (1995).** *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida*. Revised edition, Department of Environmental Protection of Florida, USA. p. 110.
- Glöer, P. (2002).** *Die Süßwassergastropoden Nord und Mitteleuropas, Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung*, Hakkenheim, Germany: Conch-Books.
- Glöer, P., Meier-Brook, C. (1998).** *Süßwassermollusken, Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland*, DJN, Hamburg, p. 136.
- Grzybkowska, M., Witczak, J. (1990).** Distribution and production of Chironomidae (Diptera) in the lower course of the Grabia River (Central Poland). *Freshwater Biology*, 24, 519-531.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1990.tb00729.x>
- Gündüz, E. (1996).** A new species *Ilyocryptus* (Cladocera: Macrothricidae) from Turkey. *Hydrobiologia*, 317, 109-114.
<https://doi.org/10.1007/BF00018734>
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001).** Past: palaeontological statistical software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), art. 4, 9 pp.
- Harker, J. (1989).** *Mayflies, Naturalist's Handbook 13*. Richmond Publishing Company Limited, Slough, England, p.56.
- Karaman, G.S., Pinkster, S. (1977).** Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea, Amphipoda). Part I. Gammarus pulex-group and related species. *Bijdr. Dierkd.* 47(1), 1-97.
<https://doi.org/10.1163/26660644-04701001>
- Karaman, G.S., Pinkster, S. (1987).** Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea, Amphipoda). Part III. Gammarus balcanicus-group and related species. *Bijdr. Dierkd.* 57(2), 207-260.
<https://doi.org/10.1163/26660644-05702005>
- Kırpık, M.A. (2018).** Detected Egzotic and Invasive Species in Aygır, Çıldır and Aktaş Lakes. *Kafkas University Institute of Natural and Applied Science Journal*, 11(2), 65-68.
- Kırpık, M.A., Altunoğlu, M.K., Tanrıkulu, D. (2019).** Aktaş (Ardahan) Gölü ve çevresinin faunistik yapısı. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 89-95.
- Kükreler, S., Fural, Ş., Aykır, D. (2021).** Investigating Summer Dynamics of the Nutrients in Lake Aktaş (Ardahan) Surface Water, Using Geographic Information Systems. *Journal of Geography*, 42, 283-294.
- Kükreler, S., Seker, S., Abaci, Z.T., Kutlu, B. (2014).** Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments of northern littoral zone of Lake Çıldır, Ardahan. Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 3847-3857.
<https://doi.org/10.1007/s10661-014-3662-4>
- Langdon, P.G.R., Broderson, Z.K.P., Foster, D.L. (2006).** Assessing lake eutrophication using chironomids: Understanding the nature of community response in different lake types. *Freshwater Biology*, 51, 562-577.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01500.x>
- Magnin, G., Yarar, M. (1997).** *Important Bird Areas in Turkey*. Doğal Hayatı Koruma Derneği (DHKD), İstanbul, Türkiye, 314 pp.

- Manca, M., Ruggiu, D., Panzani, P., Asioli, A., Mura, G., Nocentini, A.M. (1998).** Report on a collection of aquatic organisms from high mountain lakes in the Khumbu Valley (Nepalese Himalayas). Limnology of high altitude lakes in the Mt Everest Region (Nepal) *Memorie Dell'Istituto Italiano Di Idrobiologia*, 57, 77-98.
- Müller-Liebenau, I. (1969).** Revision der europäischen arten der gattung *Baetis* Leach, 1815 (Insecta, Ephemeroptera), *Gewasser und Abwasser*, 48, 49, p.1-214.
- Nilsson, A. (1996).** *Aquatic insects of Europe. 1. A taxonomic handbook*. Apollo Books, Stenstrup, Denmark.
- Nilsson, A. (1997).** *Aquatic insects of Europe. 2. A taxonomic handbook*. Apollo Books, Stenstrup, Denmark.
- Özkan, N. (2006).** Trakya Bölgesi (Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul ve Çanakkale) Chironomid (Chironomidae; Diptera) faunası. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1), 125-132.
- Öztürk, S., Seçer, B., Sungur, S., Akkan Kökçü, C., Çiçek, E. (2022).** Karagöl ve Çiniligöl (Bolkar Dağları, Niğde, Türkiye) Bentik Makroomurgasız Faunası. *LimnoFish.*, 8(1), 59-69.
<https://doi.org/10.17216/limnofish.851195>
- Petrin, Z., Laudon, H., Malmqvist, B. (2007).** Does freshwater macroinvertebrate diversity along a pH-gradient reflect adaptation to low pH? *Freshwater Biology*, 52, 2172-2183.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01845.x>
- Sauter, W. (1992).** Ephemeroptera. *Insecta Helvetica Fauna*, 9, 1-74.
- Schütt, H. (1965).** Zur Systematik und Ökologie türkischer Süßwasserprosobranchier. *Zoologische Mededelingen*, 41(3), 43-72.
- Simpson, K.W., Bode, R.W. (1980).** Common larvae of Chironomidae (Diptera) from New York state streams and rivers, *New York State Museum Bulletin*, 439, 1-105.
- Spyra, A., Strzelec, M. (2013).** Occurrence and morphological variability of *Gyraulus crista* (L., 1753) (Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) on different types of substratum in woodland ponds. *Biologia Section Zoology*, 68(4).
<https://doi.org/10.2478/s11756-013-0197-z>
- Şahin, Y. (1984).** *Identification and distributions of Chironomidae (Diptera) Larvae in east and southeast Anatolia rivers and lakes (in Turkish)*. Anadolu University Press No: 57, Faculty of Arts and Sciences Press, No: 2, Eskişehir.
- Taşdemir, A., Ustaoglu, M.R. (2016).** Observations on the Chironomidae and Chaoboridae (Diptera) fauna of the Mountain Lakes in Denizli (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 279-284.
<https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.3.13>
- Taşdemir, A., Ustaoglu, M.R., Balık, S. (2011).** Contribution to the knowledge on the distribution of Chironomidae and Chaoboridae (Diptera: Insecta) species of Lakes on Taurus Mountain Range (Turkey). *Journal of the Entomological Research Society*, 13(2), 15-25.
- Yıldız, S., Özbek, M., Ustaoglu, M.R., Sömek, H. (2012).** Distribution of aquatic oligochaetes (Annelida, Clitellata) of high-elevation lakes in the Eastern Black Sea Range of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 36(1), 59-74.
<https://doi.org/10.3906/zoo-1002-39>
- Zamanpoore, M., Poeckl, M., Grabowski, M., Schiemer, F. (2011).** Taxonomic review of freshwater Gammarus from Iran. *Zootaxa*, 3140, 1-14.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3140.1.1>
- Zhadin, V.I. (1965).** Mollusks of Fresh and Brackish Water of The U.S.S.R. Zoological Institute of The Academy Sciences of The Union of Soviet Socialist Republics. *Israel Program for Scientific Translations*. 46, 1-368. Jerusalem.