



Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1171691>

Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Göllerinde Alg Çeşitliliği ve Potansiyel Siyanobakteri Toksisitesi

Tahir Atıcı 

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Gazi Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, TR-06500, Ankara, Türkiye

Yazışmadan sorumlu yazar: Tahir Atıcı, tatici@gmail.com

Geliş: 06.09.2022

Kabul: 13.10.2022

Çevrimiçi Yayın: 31.12.2022

Özet

Jeolojik bakımdan tektonik bir yapıya sahip olan Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, Ramsar ölçütlerine göre biyolojik çeşitliliğin korunması açısından büyük önem taşıyan "A Sınıfı" bir sulak alandır ve uluslararası ölçütlere göre korunmaktadır. Büyük bir sahayı kaplamasına karşın Türkiye'nin en sığ göllerine sahip olan Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, yıllık ortalama 324 mm/m² yağış miktarı ile ülkenin en kurak coğrafyasında yer almaktadır. Çalışmada bu göllerde yaşayan Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta ve Euglenophyta gruplarına ait türler teşhis edilmiştir. *Porphyrosiphon versicolor* 1,08 mg/L ile siyanotoksin üreten türler arasında en yoğun tür olarak belirlenmiştir. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde çeşitli kuş türlerinin besinini teşkil eden *Artemia salina* ve mikroskopik alglerden özellikle *Dunaliella salina* ile bazı diyatome ve siyanobakteri türleri bol miktarda bulunur. Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından aylara göre farklılık gösteren aşırı tuzlu bu ortamda halofilik türler bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Beslenme ilişkileri, algler, Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, siyanotoksin

Algal Diversity and Potential Cyanobacteria Toxicity in Tuz Lake Special Environmental Protection Area Lakes

Abstract

Tuz Lake Special Environmental Protection Area, which has a tectonic structure in terms of geology, is a "Class A" wetland, which is of great importance for the protection of biological according to Ramsar criteria, and is protected according to international criteria. Although Tuz Lake Special Environmental Protection Area covers a large area, which has the shallowest lakes in Türkiye, is located in the driest geography of the country with an average annual precipitation of 324 mm/m². In the study, species belonging to the Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta, and Euglenophyta groups living in these lakes have been identified. *Porphyrosiphon versicolor* was determined as the most concentrated species among the cyanotoxin producing species with 1.08 mg/L. In Tuz Lake Special Environmental Protection Area, *Artemia salina*, which is the food of various bird species, and especially *Dunaliella salina*, which is one of the microscopic algae, and some diatom and cyanobacteria species are abundantly distributed. There are halophilic species in this extremely salty area, which differs according to the months in terms of physical and chemical properties.

Keywords: Nutritional relationships, algae, Tuz Lake Special Environmental Protection Area, cyanotoxin

GİRİŞ

Tuz Gölü Özel Çevre Koruma (TGÖÇK) Bölgesi yüzölçümü 5,3 milyon hektar (53.850 km²) olan Konya kapalı havzasında yer alır. TGÖÇK Bölgesi 1.600 km² olmasına karşın, çoğunlukla 1.300

Önerilen Alıntı:

Atıcı, T. (2022). Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Göllerinde Alg Çeşitliliği ve Potansiyel Siyanobakteri Toksisitesi. *Türler ve Habitatlar* 3(2): 94–109.

km²'lik alanda tuzlu su birikmektedir ve bölge yazın 1000 km²'lik yüzeye gerilemektedir. Genel olarak tuzlalarda mikrobiyal ekosistemlerin varlığı (<% 6'dan % 16'ya kadar) tuz yoğunluğu ile yakından ilişkilidir (Javor 1989; Des Marais 1995). Siyanobakterilerin varlığına bağlı olarak gelişen toksik siyanobakteriyel çoğalmalar, özellikle güneşli günlerde, sıcak ve ılık sulara, organik ve inorganik maddeler bakımından zengin ortamlardaki elverişli koşullar sonucunda oluşur. Bu aşırı çoğalmalar genellikle yaz sonu ve sonbahar başında görülür. Uygun koşullar altında toksik siyanobakteri tür sayısı hızla çoğalır ve bir günde veya daha kısa sürede bir iki katına çıkabilir. Bu tür ortamlarda genellikle *Microcystis* spp., *Anabaena* spp., *Aphanizomenon* spp. ve *Oscillatoria* spp. cinslerine ait zehirli siyanobakteri türlerinin meydana geldiği bilinmektedir (Katırcıoğlu vd. 2004). Siyanobakteriyel toksinler; sığırlar, atlar, koyunlar, domuzlar, tavuklar, ördekler, güvercinler, kazlar, balıkçıklar, ötücü kuşlar, köpekler, tavşanlar, küçük yabani ve evcil hayvanlar ve hatta kurbağalar, balıklar ve yılanlar için en bilinen nörotoksik (sinir sistemi ile ilgili) ve hepatotoksiktirler (karaciğer ile ilgili) (Cessford & Muhar 2003). Ayrıca bu toksinlerden bazıları insanlar için de zehirlidir.

Tuz Gölü, Küçük Düden Gölü, Büyük Düden Gölü, Tersakan Gölü ve Bolluk Gölü için herhangi bir derinlik kaydı bulunmamaktadır. Yapılan gözlemlerde bu göllerin derinliklerinin bahar dönemlerinde ortalama 40–60 cm arasında olduğu, yaz dönemlerinde ise 10 cm'ye kadar düştüğü, hatta bazen kurduğu ve suların göl alanının orta kısımlarında toplandığı tespit edilmiştir (Tablo 1). TGÖÇK Bölgesi'nin kışın su ile dolu olduğu andaki derinliği 50 cm ile 80 cm arasında değişmektedir ve doğu sınırındaki en derin yeri 100 cm civarına ulaşmaktadır.

Fitoplanktonlar su ortamında besin molekülü (organik madde) sentezleyebilen temel üreticilerdir. Bunlar karasal bitkilere göre daha karmaşık karbonlu moleküller oluşturabilirler. Çeşitli kaynaklardan gelen besleyici elementleri bünyelerine alır, ışık yardımıyla gerçekleştirdikleri fotosentez tepkimeleri sonucu bunları yaşamsal aktiviteleri için gerekli olan besin molekülleri halinde birleştirirler. Fitoplanktonlar son derece zengin özellikle karbonhidrat ve yağ asidi içeriğine sahiptir. Besin değeri yüksek olan bu canlılar, su ortamında yaşayan diğer birçok canlı için en önemli besin kaynağıdır. Bunlar aynı zamanda birçok balık ve omurgasız canlının renklenmesinde önemli rol oynar. Bu özelliklerinden nedeniyle 100 yılı aşkın bir zamandır fitoplanktonların üretimi ve su canlılarının yetiştiriciliğinde kullanılması için yoğun çalışmalar sürdürülmektedir (Atıcı 2020).

Tablo 1. Tuz Gölü ve yakın çevresindeki göllerde mevsimsel su seviyeleri.

İstasyonlar	Koordinat	Kış dönemi derinlik	Yaz dönemi derinlik
Tuz Gölü	38°47'09"K – 33°12'39"D	50–80 cm	0–40 cm (etrafı kuru)
Tersakan Gölü	38°36'59"K – 33°02'17"D	40–70 cm	0–10 cm (geneli kuru)
Küçük Düden Gölü	39°03'45"K – 33°08'09"D	20–40 cm	Kuru
Büyük Düden Gölü	39°06'06"K – 33°07'49"D	40–60 cm	0–10 cm (geneli kuru)
Bolluk Gölü	38°32'49"K – 32°56'23"D	40–60 cm	0–10 cm (geneli kuru)

TGÖÇK Bölgesi'ndeki göllerde kuşlara yönelik çok çeşitli çalışmalar yapılmış ve son beş yılda özellikle flamingo sayısı yıllara göre değişiklik göstermiştir. Bu kuşlar her yıl belli zaman aralıklarında yaşamak için TGÖÇK Bölgesi'ni tercih etmekte ve besinini buradaki sucul habitatlardan sağlamaktadırlar. Bu kuşların besinini büyük oranda zooplanktonik organizmalar ve algler oluşturmaktadır (Newsome 2002; Thomas & Middleton 2003; Mason 2005). Bu tip alanlarda besin ilişkisinin tespiti için su ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin olarak tüketilen

mikroskobik alglerin varlığının bilinmesi gerekmektedir. TGÖÇK Bölgesi turizm faaliyetleri açısından da son yıllarda giderek artan bir öneme sahiptir (Şekil 1). Dünyadaki benzer alanlarda, doğal ortamın korunarak sürdürülebilir turizm faaliyetlerinin yapılabilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Giongo vd. 1993; Hall & Mcarthur 1996; Eagles vd. 2002; Farrell & Marion 2002).



Şekil 1. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde beslenen flamingolar.

Alglerin, genel olarak sucul ortamlarda yaşamalarına rağmen, çok tuzlu alanlarda, karlı veya buzlu alanlarda ve hatta denizin yaklaşık 1000 metre altında yaşayabildiği bilinmektedir. Gövde işlevi yapan tallusları ile sedimente, toprak partiküllerine veya kayalara tutunan algler olduğu gibi, serbest yaşayanlar da vardır. Bu çalışmada, TGÖÇK Bölgesi'nde fitoplanktonik alglerin (özellikle siyanobakteriler, yeşil algler ve diatomların) varlığı, ekolojisi, çeşitliliği ve aşırı tuzlu ortamlarda bulunma durumlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla bölgedeki mevcut alg çeşitliliğini belirlemek için örneklemeler yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

TGÖÇK Bölgesi sınırları dâhilinde; Tuz Gölü, Küçük Düden Gölü, Büyük Düden Gölü, Tersakan Gölü ve Bolluk Gölü'nden (Şekil 2) 2022 yılı; nisan, haziran, temmuz ve eylül aylarında su örnekleri alınmıştır. Bazı fiziksel ve kimyasal parametreler için Tuz Gölü Konya Kanalı girişinden su numuneleri alınmış ve laboratuvarında ölçümler yapılmıştır (Tablo 2). Eş zamanlı olarak alınan biyolojik örneklemeler Gazi Üniversitesi Gazi-MACC laboratuvarına getirilerek gerekli teşhisler ve sayımlar yapılmış ve diğer biyolojik parametrelere bakılmıştır. Fiziksel ve kimyasal analizler akredite laboratuvarında ISP-MS 17294 ek 1 ve 2 metodu kullanılarak yaptırılmıştır.

Ağır metal varlığını belirlemek için; kadmiyum, krom, bakır, kurşun ve cıva, tuzluluk değerlerini belirlemek için; klorür, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve diğer bazı genel parametreler

için ise; pH, amonyum, toplam fosfor ve toplam organik karbon, demir ve sülfat parametreleri ölçülmüştür.

Çalışma kapsamında ekolojik değerlendirmeler yapılmış olup faaliyet alanındaki habitat yapıları dikkate alınarak farklı sucul örnekleme istasyonları seçilmiştir. Fitoplanktonik organizmaları tespit etmek amacıyla 55 µm por açıklığında, 30 cm çapında ve 60 cm uzunluğunda plankton kepçesi kullanılmıştır. Plankton kepçesi horizontal olarak su yüzeyinden 1-2 dakika çekilmiş ve örnekler, 250 cc'lik plastik kavanozlara alınmıştır. Bentik habitatlarda beslenen organizmalardan olan ve Tuz Gölünde yaşadığı bilinen *Artemia salina* L. (1758) türü için de su tabanı karıştırılıp zooplankton kepçesi ile numuneler alınmıştır.



Şekil 2. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi ve çevresindeki göller.

Planktonik numunelerin bir kısmı % 4'lük formaldehit ile fikse edilerek, diğer bir kısmı ise özellikle siyanobakteri varlığını tespit etmek için ekim yapılmak üzere fikse edilmeden aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Su örneklerinde tespit edilen diyatome dışındaki alglerin geçici preparatları hazırlanmış ve Olympus marka mikroskop altında teşhisleri yapılarak fotoğrafları çekilmiştir.

Fitoplanktonik alglerinin teşhisi ve sınıflandırması Round (1984; 1993)'a ve Anagnostidis & Komárek (1988)'e göre yapılmıştır. Sınıflandırmada konu ile ilgili kaynaklardan faydalanılmıştır (Prescott 1975; Korshikov 1987; Cleve-Euler 1953; 1955; Gerrath & Denny 1980; Huber-Pestalozzi 1982; Bourelly 1966; 1968; Patrick & Reimer 1975; Cox 2015; Krammer & Lange-Bertalot 2000; Guiry MD & Guiry GM 2022; Kociolek vd. 2022; WoRMS Editorial Board 2022).

BULGULAR

Kimyasal Parametreler

Analiz için Tuz Gölü'ne dökülen "Konya Kanalı" olarak adlandırılan atık suları göle taşıyan ana tahliye kanalının göle karıştığı noktadan alınmıştır. Alınan su numunelerinden elde edilen veriler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ve standartları ile Tablo 2' de karşılaştırılmıştır (Resmi Gazete 2015). Bu noktanın seçilme sebebi kanalın geçtiği tuzlu toprakların Tuz Gölü'nün taban yapısı ile aynı olmasıdır. Bu durum suda çözünen maddeler bakımından önemlidir.

Tablo 2. Tuz Gölü bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Parametre	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Su Kalite Sınıfları)				Nisan	Haziran	Temmuz	Eylül
	I	II	III	IV				
Kadmiyum (mg/L)	<0,002	0,005	0,007	>0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Krom (mg/L)	-	0,002	0,005	>0,005	<0,005	<0,002	0,0035	<0,002
Bakır (mg/L)	<0,002	0,005	0,02	>0,02	<0,002	0,2	<0,002	0,2
Kurşun (mg/L)	<0,001	0,002	0,005	>0,005	0,012	<0,005	0,012	<0,005
Cıva (mg/L)	≤0,001	0,005	0,02	≤0,02	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,005
Toplam azot (mg N/L)	<0,5	1,5	5	>5	7,72	3,6	36,7	4,7
Serbest klor (mg Cl ₂ /L)	≤10	≤10	50	>50	790	5000	90000	9200
pH	6,5–*8,5	6,5–8,5	6,0–9,0	<6–>9	7,7	8	7,5	8
Demir (mg/L)	≤0,003	≤0,01	0,05	>0,05	<0,03	<0,01	0,197	0,25
Sülfür (mg/L)	<0,002	0,005	>0,005		0,002	0,347	0,532	0,018
Sodyum (mg/L)	-	-	-	-	1723	3256	49200	4138
Kalsiyum (mg/L)	-	-	-	-	114,5	158,6	1140	65,16
Magnezyum (mg/L)	-	-	-	-	248	451,3	5890	1337
Toplam fosfor (mg P/L)	<0,03	0,16	>0,65	>0,65	1,13	5,18	2,78	0,32
Toplam organik karbon (TOC)	Anormal değişim yok				14,32	13,5	402	15,41

TGÖÇK Bölgesi'nden alınan numunelerde yapılan kimyasal analizlere bakıldığında; ilk göze çarpan koyu kahve ve yeşil renktir, yine bölgedeki kokunun da fazla olduğu öne çıkan bir unsurdur. Diğer parametrelerden ağır metaller açısından bakıldığında ise; nisan, haziran, temmuz ve eylül ayları için Cd, Cr ve Hg parametrelerine ait değerlerin normal standart değerlerin çok altında olduğu görülmektedir. Cu değeri ise temmuz ayında yükselmiş, ancak diğer aylarda yarıya düşmüştür. Cu değerleri ise aylara göre farklılıklar göstermektedir, haziran ve eylül aylarında bakır değerleri çok yükselmiş ve on kat artmıştır.

Toplam fosfor değerleri haziran ayında evsel ve endüstriyel atıklarla desteklenerek 5,18 mg/L gibi yüksek değerlere ulaşmıştır. Temmuz ayında fosfor değerleri haziran ayına göre yarı yarıya inmiştir. Eylül ayında fosfor değerinin düşmesi, sıcaklıkla oluşan çeşitli kimyasal reaksiyonların meydana gelmesi sonucudur. Amonyum için de benzer bir durumdan bahsedilebilir. Amonyum nisan ve temmuz ayında da artarak yükselmiş, hatta temmuz ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Haziran ve eylül aylarında ise biyolojik aktiviteler sonucu düşüş gözlenmiştir.



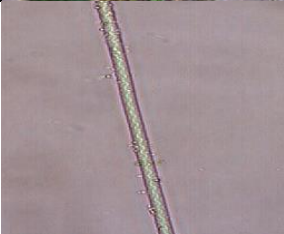


Ca ve Mg iyonları suda sertliğe neden olur. Bu iyonların içme suyu içerisinde olması suyun sert su olarak tanımlanmasına, olmaması ise yumuşak su olarak bilinmesine neden olur. Dünyanın sayılı tuzlu göllerinden biri olan Tuz Gölü sahip olduğu yüksek tuzluluk oranlarına Ca ve Mg sayesinde




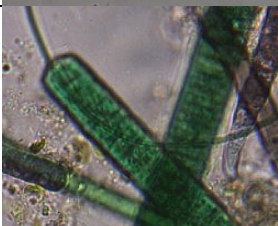


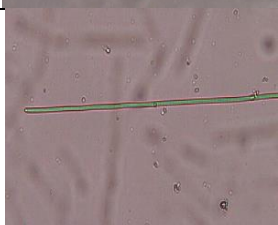
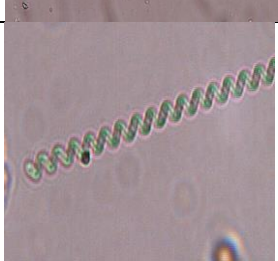
ulaşmaktadır. Bölgedeki yüksek sıcaklıklar nedeniyle Ca ve Mg değerleri haziran ayına göre temmuz ayında çok aşırı seviyelere yükselmiş, eylül ayında ise bu değerler tekrar azalma eğilimine geçmiştir. Tuz Gölü'ne su taşıyan ve Göl'ü besleyen Konya Kanalı'nda zaman zaman koku da oluşmakta ve suyun rengi dönemsel olarak koyu kahverengi, koyu sarı, yeşil ve bazen de açık gri renklerde olabilmektedir. Bunun temel nedeni civardaki yerleşim yerlerinin günlük atıklarının kanala boşaltılması ve yine atmosferik olaylardır. Toplam organik karbon miktarı temmuz ayında maksimum seviyeye (402 mg/L) ulaşmış daha sonra aniden düşüş göstererek dengeli seviyelere inmiştir.

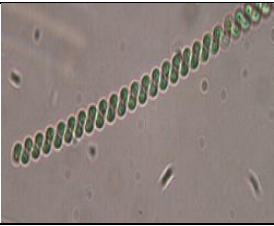



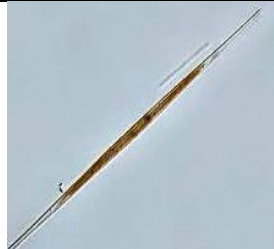


Planktonik organizmalar




Çalışma alanında belirlenen türler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. TGÖÇK Bölgesi gölleri fitoplanktonik algleri.

Türler	Tuz Gölü	Küçük Düden Gölü	Büyük Düden Gölü	Tersakan Gölü	Bolluk Gölü	
Cyanophyta						
<i>Anabaena aequalis</i> Borge		+	-	-	+	-
<i>Anthrospira gomontiana</i> Setchell		+	+	-	-	+
<i>Anthrospira jeneri</i> Stizenberger ex Gomont		+	-	+	-	+
<i>Choroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli		+	+	+	-	+
<i>Jaaginema minimum</i> (Gicklhorn) Anagnostidis & Komárek		-	+	-	-	-

<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen		+	+	-	-	+
<i>Porphyrosiphon versicolor</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek		-	-	+	-	-
<i>Tenebriella curviceps</i> (C.Agardh ex Gomont) Hauerová, Hauer & Kaštovský		+	+	-	-	+
<i>Tychonema bornetti</i> (Zukal) Anagn. & Komárek		+	-	-	-	+
<i>Oscillatoria chalybca</i> Mertens ex Gomont		-	-	+	-	-
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont		+	+	+	+	-
<i>Phormidium</i> sp.		-	+	-	-	-
<i>Spirulina major</i> Kuetzing ex Gomont		-	-	-	+	+

<i>Spirulina princeps</i> West & West		-	-	-	+	+
Bacillariophyta						
<i>Achnanthydium atomus</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector		+	+	+	+	+
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve		+	-	-	-	+
<i>Hantschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow		-	-	-	+	+
<i>Nitzschia acularis</i> (Kützing) W.Smith		-	+	+	-	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith		+	-	+	+	+
<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hustedt) Y.Liu, Kociolek & Q.Wang		-	-	-	+	+


<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli		-	-	+	+	+
Chlorophyta						
<i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodoresco		+	+	+	+	+
Euglenophyta						
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg		+	+	+	+	+

Fitoplanktonik canlılarla beraber TGÖÇK Bölgesi göllerinde yayılış gösteren önemli bir canlı türü ise bir tür eklem bacaklı olan ve “Küçük Tatlı Su Karidesi” olarak bilinen *Artemia salina*'dır. *A. salina* nın kurumaya, donmaya ve diğer olumsuz çevre koşullarına karşı son derece dayanıklı olan bir yapısı vardır. Bununla birlikte gölcüklerde, küçük su birikintilerinde, acısu ortamlarında ve tuzlu sularda rahatça yaşarlar (Amarouayache & Kara 2017).

TGÖÇK Bölgesi göllerinde *A. salina* doğal stok halinde bulunmaktadır. *A. salina* fotosentetik yeşil alglerle beslenir. TGÖÇK Bölgesi göllerinde tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak fitoplankton yoğunluğu azalmaktadır. *A. salina*'nın beslenme davranışı da bu azalmayı tetikler. Besin olarak tüketilenler içerisindeki en önemli tür *Dunaliella salina*'dır. *D. salina* çalışma yapılan tüm göllerde gözlenmiştir. TGÖÇK Bölgesi içerisindeki göllerde tespit edilen *A. salina* tür sayısı ve bolluk bakımından habitat yapılarına göre göllerde değişiklik göstermektedir. TGÖÇK Bölgesi göllerindeki örnekleme alanlarından toplanan *A. salina*'nın popülasyon dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. *Artemia salina*'nın Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi göllerindeki yayılışı.

Örnekleme alanı	Tuz Gölü Büyük Düden Gölü Küçük Düden Gölü Tersakan Gölü Bolluk Gölü	EUNIS Habitat tipi BE: Bentik P: Planktonik	Populasayon durumu A: Çok bol B: Orta bollukta C: Az bol D: Çok az
Şube: ARTHROPODA			
Sınıf: Crustacea			
Takım: Branchipoda			
Familiya: Anostraca			
Cins: <i>Artemia</i> Leach (1819)			

	BE, P	Tuz Gölü: D B. Düden Gölü: C K. Düden Gölü: C Tersakan Gölü: B Bolluk Gölü: A
Tür: <i>Artemia salina</i> L. (1758)		

TGÖÇK Bölgesi göllerinde yoğun tuz konsantrasyonunda yaşayabilen bazı halofilik siyanobakteri türleri siyanotoksin üretebilirler. Çalışma alanında tespit edilen bazı siyanobakteri türlerine ait siyanotoksin miktarları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. TGÖÇK Bölgesi göllerinde Mayıs 2022 siyanotoksin miktarları.

Örnek Miktarı: 250 mL			
Tür	Sayı (Birey/mL)	Biyokütle (µg/L)	Risk potansiyeli
<i>Anabaena aequalis</i> Borge	6	0,08	Mikrosistin ve Silindrospermopsin üreticisidir.
<i>Anthrospira gomontiana</i> Setchell	3	0,06	Dactilokokopsistin üreticisidir.
<i>Anthrospira jenneri</i> (Kuetz.) Stizenberger	5	0,06	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Choroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	8	0,42	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Jaaginema minimum</i> (Gicklhorn) Anagnostidis & Komárek	7	0,053	Anatoksin-a ve Mikrosistin üreticisidir.
<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Struncky, Komárek & J.R.Johansen	4	0,032	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Oscillatoria chalybca</i> Mertens	4	0,07	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont	5	0,04	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Porphyrosiphon versicolor</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	10	1,08	Potansiyel Aplisiyatoksin ve Lingibiyatoksin-a üreticisidir.
<i>Spirulina major</i> Kuetzing ex Gomont	8	0,066	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Spirulina princeps</i> West & West	6	0,040	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Tenebriella curviceps</i> (C.Agardh ex Gomont) Hauerová, Hauer & Kaštovský	6	0,07	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Tychonema bornetti</i> (Zukal) Anagn. & Komárek	3	0,11	Anatoksin-a üreticisidir.

TARTIŞMA

TGÖÇK Bölgesi'nde yaşayan flamingoların (*Phoenicopterus roseus* L., 1758) ekolojik özellikleri ve beslenme ilişkileri

TGÖÇK Bölgesi'nde yaşayan sucul canlıların popülasyon yoğunluğu ve bu sucul canlıların popülasyon yoğunluğunun geçmiş yıllardakine göre giderek azalması Göl'ün taşıma kapasitesinin azaldığını da göstermektedir. Popülasyon yoğunluğu belli bir alanda belli bir zamanda bulunan birey sayısı olarak ifade edilmektedir. Elde edilen verilerin ışığı altında genel bir değerlendirme yapıldığında Tuz Gölü'ndeki *Artemia salina* popülasyon yoğunluğunun, TGÖÇK Bölgesi'nde bulunan diğer göllerde yaşayan *A. salina* popülasyonlarının yoğunluğundan düşük olduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni göllere giriş yapan tatlı su kaynaklarının farklılığıdır. Buna göre TGÖÇK Bölgesi'nde mikroskobik alglerden flamingolara uzanan bir besin ilişkisi görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Flamingoların sucul ortamlardaki temel beslenme ilişkileri.

	<p>Tuz Gölü'nde yaşayan fitoplanktonik türlerin varlığı besin zincirinin ilk halkasını oluşturmaları nedeniyle önemlidir. Tuz Gölü'nde yayılış gösteren <i>Dunaliella salina</i> türü ve diğer bazı mikroalgler <i>A. salina</i>'nın besinini teşkil ederler. <i>D. salina</i> yapısında taşıdığı beta karoten nedeniyle pembe-kırmızı renktedir. Göllerde aşırı çoğalması ortamın pembe renkte görülmesine neden olmaktadır.</p>
<p><i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodoresco</p>	
	<p><i>Artemia salina</i> yemiş olduğu besinlerin (<i>Dunaliella salina</i>) renginden dolayı kırmızı renk alan ve yüksek tuz oranı olan sucul ortamlarda yaşayan bir türdür. Bu tür bulunduğu bölgelerde diğer canlıların besinini teşkil eder. <i>A. salina</i>'nın ölmesi durumunda da taşıdığı pigmentler nedeniyle ortam koşulları, plankton türleri ve bakteri faaliyeti sonucu göl rengi tamamen kırmızı renkli görülebilir.</p>
<p><i>Artemia salina</i> L. (1758)</p>	
	<p>Tuz Gölü, flamingoların göç yolu üzerinde bulunmaktadır. Flamingolar ve diğer bazı kuş türleri burada uzun süre kalmakta, yuvalanmakta ve kuluçka dönemlerini geçirmektedir. Beslenmek için göl suyunda yaşayan fitoplankton (<i>Dunaliella salina</i>), zooplankton (<i>Artemia salina</i>) ve bentik canlılardan yararlanmaktadırlar. Mevcut yaşam ortamlarının devam etmesi için besin zincirinin zarar görmemesi ve sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir.</p>
<p><i>Phoenicopterus roseus</i> L. (1758)</p>	

Göllerde alglerin ve özellikle siyanobakteri türlerinin çoğalmasına neden olan N ve toplam P değerlerinin aşırı yüksek oluşu en dikkat çeken olgudur. Toplam fosfor değerlerinin göllerde ve bataklıklarda normal değerlerden çok fazla olması Tuz Gölü'ne giren suda aşırı alg çoğalmasına neden olmaktadır. Nisan, haziran, temmuz ve eylül aylarındaki toplam fosfor yoğunluğunun fazla olması, uygun şartlar oluştuğunda Göl'e ulaşabilen suda her zaman aşırı alg çoğalması olabileceğini göstermektedir (Shelknanloymilan vd. 2012).

Bu durum ilkbaharda meydana geldiğinde özellikle siyanobakteri türlerinin de çoğalması söz konusudur ve buna bağlı olarak siyanotoksin oluşabilmektedir. Siyanotoksinler uçucu bileşenler olduğu için ilkbaharda ancak anlık ölçümlerle belirlenme imkânları vardır. Temmuz ayından sonra oluşan aşırı sıcaklar hızlı buharlaşmaya neden olmakta ve örnek alınan noktalar yaklaşık 200–300 metre geriye çekilmektedir. Temmuz ve eylül aylarına ait değerlerin bu kuraklıktan etkilendiği görülmüştür. Yine buharlaşma sebebiyle temmuz ve eylül aylarında NH_4 değerleri haziran ayına göre artmıştır, bu durum özellikle uygun şartlar oluştuğunda siyanobakteri için aşırı artışa sebebiyet verecektir.

Bakır, özellikle siyanobakterilerdeki pigment yapısına katılır ve fikosiyanin bu organizmaların mavi-yeşil renkli görünmesine sebep olur. Sucul ortamlarda nisan ve temmuz aylarındaki siyanobakteri çoğalmaları sonrası haziran ve eylül aylarındaki siyanobakteri ölümlerinin Cu değerlerinin yüksek çıkmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kanal içerisinde aşırı sucul makrofit gelişiminin sebebi olarak fosfor değerlerinin artışı olduğu düşünülmektedir. Genellikle fosfor'un topraktaki miktarı 0,005 mg/L'dir. Fosfor değerlerinin yüksek oluşu tarımsal gübrelerin yüzey suları ile taşınması ve toprak kayaç yapısının özelliklerinden de kaynaklanabilir.

Bazı dönemlerde siyanobakteri türlerinin aşırı çoğalması nedeniyle oluşan siyanobakteriyel toksinler, bölgede yaşayan bazı canlıların ölümüne sebep olacağı bilinmektedir. Bu nedenle özellikle siyanobakterileri ve diğer mikroalglerin çoğalmasına sebep olan N ve P yoğunluğunun kontrol altına alınması gerekmektedir. Temmuz ayında gözlenen aşırı buharlaşma, sodyum değerlerinde de artışa neden olmaktadır. Sodyum değerleri içme suyu standartlarına göre yüksek seviyededir, ancak bu durum Tuz Gölü için normal bir durumdur. Tuz Gölü'nde deniz suyuna oranla yaklaşık 9–10 kat fazla sodyum bulunur. Toplam organik karbon miktarının temmuz ayındaki ani yükselişinin nedeni olarak, Konya Kanalı hattı üzerinde bulunan Gökçeyazı beldesinin ve diğer küçük yerleşimlerin organik atıklarının göle karışması gösterilebilir.

TGÖÇK Bölgesi'nde siyanobakteri ve alg çeşitliliğine bakılmış ve hemen her ortamda ortak olan türlere rastlanılmıştır. Bu türler genellikle kozmopolit türler olup birçoğu halofilik özelliklere sahiptir (Atıcı vd. 2001). Özellikle siyanobakteri türleri ortamın fiziksel ve kimyasal değerlerine adapte olmuş ve ortamda dominant durumda yaygın olarak görülmektedir. Siyanobakteri türleri içerisinde özellikle ipliksi karakterde olan *Oscillatoria* cinsi türleri seçilen hemen her istasyonda bol miktarda gözlenmiştir. Türlerin bulunurlukları mevsimler arası sıcaklık farkı nedeniyle değişkenlik göstermektedir. Haziran ayında bazı türler (*Anabaena aequalis*, *Choroococcus turgidus*, *Dunaliella salina* gibi) diğer aylara göre sayıca daha fazla görülmüştür.

Temmuz ayında haziran ayına göre siyanobakteri miktarı hem tür çeşitliliği hem de birey sayısı olarak daha az seviyelerde olmuştur. Benzer durum ağustos ve eylül aylarında da görülmüştür. Eylül ayı içerisinde ise siyanobakteriler sayısal olarak artış göstermiştir. Fotokimyasal reaksiyonları yürüten kromatoforlara sahip olması, siyanobakterileri diğerlerinden ayıran en önemli özelliklerdendir. Bunların sahip olduğu fikosiyanin, çoğu kez klorofil pigmentini örtecek kadar yoğundur. Ayrıca bazıları kırmızı pigment içerdiğinden, kırmızımtrak veya erguvani olarak ta

görülebilmektedir. Hücrede depo edilen fotosentetik ürün ise hayvanlardakine benzer bir polisakkarit olan glikojendir (Çakmakçı & Karahan, 1995). Siyanobakterilerin diğer önemli özelliği ise oksijen üretimiyle sonuçlanan fotosentez işlemini yürütebilen tek prokaryot fototrof organizma olmasıdır (Stanier vd. 1976).

Artemia salina günümüzde kültür balıkçılığı yapılan işletmelerde canlı balık yemi olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Laboratuvar koşullarında yumurtalarından basit yöntemlerle larva elde edilmesi nedeniyle bu tip işletmelerde diğer canlı yemlere göre daha fazla tercih edilmektedir. Bu avantajı nedeniyle *A. salina*'nın ticari değeri giderek artmaktadır.

Bir ekosistem bütünlüğü arz eden Tuz Gölü ve yakın ilişkide olan çevresindeki göller (Tersakan Gölü, Büyük Düden Gölü, Küçük Düden Gölü, Bolluk Gölü) sayısız kuş türü ve özellikle Avrupa'da nesli tükenmekte olan flamingolar (*Phoenicopterus roseus*) için habitat niteliğindedir. Göl'de oluşabilecek çevresel ve antropojenik kirliliğin gölde konaklayan bazı kuş türlerinin başlıca yiyeceği olan *Dunaliella salina* ve *Artemia salina*'nın geleceğini olumsuz yönde etkilemesi kaçınılmazdır.

TGÖÇK Bölgesi ve civarında yapılması planlanan endüstriyel faaliyetler; gürültü kirliliği, hava kirliliği, doğal yaşam ve su seviyesindeki olumsuz değişimlere neden olabilir. Yeni tuz üretim sahalarının açılmasının habitat varlığını tehdit edeceği ve kuşların beslenme alanlarını sınırlandıracağı öngörülmektedir. Bu durum hidrobiyolojik açıdan ciddi bir sorun olan besin zincirinin halkalarının kopması ve suya bağlı canlı yaşamının tehlike altına girebileceğini ifade etmektedir.

Çalışma bölgesindeki göller binlerce kuşa ev sahipliği yapmaktadır. Bu göller ülkemizde flamingoların düzenli olarak ürettiği üç bölgeden birinde bulunmaktadır. Flamingoların bu gölleri tercih etmesine neden olan en önemli etkenler suyunun çok tuzlu olması ve bazı tuzcul mikroorganizmaların bu göllerde yaşamasıdır. Bu tuzcul fotosentetik mikroorganizmaları yiyerek beslenen bazı küçük omurgasız canlılar da üretici mikroskobik canlılarla beraber flamingoların besinini teşkil etmektedirler. Son yıllarda yapılan gözlemlere göre; buradaki göllerde özellikle ilkbahar mevsimindeki su seviyesi canlı yaşamı için oldukça uygundur. Hızlı buharlaşma ve kuraklığa bağlı olarak su kütlesinin miktarı yaz aylarında giderek azalmakta ve bölgedeki göl sularının %60–85'i kurumaktadır. Bu kuraklık sonucu sucul canlılar ve özellikle sucul kuşlar su kütlelerinin olduğu bölgelerde toplanmakta ve yaşamlarını bu kısıtlı alanlarda sürdürmektedirler.

Son yıllarda küresel ısınma sonucu özellikle sulak alanların ve yaşam alanlarının giderek azalması, flamingolar açısından ortaya çıkabilecek en önemli sorundur. Özellikle son yıllarda görülen hızlı sıcaklık artışının küresel tehdit boyutuna ulaştığı görülmektedir (Sağlam vd. 2008). Küresel iklim değişikliğinin yansıması olan küresel ısınma, hidrolojik çevrim sistemlerini ve süreçler arasındaki mevcut dengeyi olumsuz etkilemektedir (Karaman & Gökalp 2010). Özellikle yaz aylarında Siyanobakterilerde sayısal artışlar gözlenmesi bu durumun sonucudur. Siyanobakterilerin ürettiği toksik maddeler de yine ilkbahar ve yaz aylarında ortaya çıkmaktadır. Su sıcaklığının artması, tarımsal kirlilik ve atık suların neden olduğu ötrofikasyon, iç su ve sulak alanlarımızın korunamaması ile birlikte su bitkilerinin artmasına, karasallaşma problemine ve suda oksijen yetersizliğine yol açmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 218B144 numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Maddi katkısı nedeniyle TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede; çalışma fikri ve tasarımı yazara ait olup, veri toplama, sonuçların analizi ve yorumlanması, makale taslağının yazımı aşamaları yazar tarafından yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Amarouayache, M. & Kara, M.H. (2017). Aspects of life history of *Artemia salina* (Crustacea, Branchiopoda) from Algeria reared in different conditions of salinity. *Vie et Milieu* 67(1): 15–20.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. (1988). Modern approach to the classification system of Cyanophytes Oscillatoriales. *Algological Studies* (Suppl. Vol.) 50-53: 327–472.
- Atıcı, T. (2020). Production and collection of microalgae isolated from freshwater reserves in Central Anatolia, Turkey. *Türler ve Habitatlar* 1(1): 37–44.
- Atıcı, T., Obalı, O., Akköz, C. & Elmacı, A. (2001). Isolation and Identification of Halophytic Algae from Salty Soil around Salt Lake of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4(3): 298–300.
- Bourelly, P. (1966). *Les Algues d'eau douce. Tome I: Les Algues vertes*. Editions N. Boubée & Cie., Paris.
- Bourelly, P. (1968). *Les Algues d'eau douce. Tome II: Les Algues jaunes et brunes*. Editions N. Boubée & Cie, Paris.
- Çakmakçı, M.L. & Karahan, A.G. (1995). *Mikrobiyolojiye Giriş*. Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Cessford, G. & Muhar, A. (2003). Monitoring Options for Visitor Numbers in National Parks and Natural Areas. *Journal for Nature Conservation* 11(4): 240–250. DOI: <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00055>.
- Cleve-Euler, A. (1953). *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*. Teil II-III. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Stockholm.
- Cleve-Euler, A. (1955). *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*. Teil IV-V. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Stockholm.
- Cox, E.J. (2015). [Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Fragilariophyceae, Bacillariophyceae (Diatoms)] In: Frey, W. (Ed.). *Syllabus of Plant Families. Adolf Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. Photoautotrophic eukaryotic algae Glaucocystophyta, Cryptophyta, Dinophyta / Dinzoa, Heterokontophyta / Ochrophyta, Chlorarachniophyta / Cercozoa, Euglenophyta / Euglenozoa, Chlorophyta, Streptophyta*. 13th Ed., Borntraeger Science Publishers, Berlin, pp. 64–103.
- Des Marais, D.J. (1995). [The Biogeochemistry of Hypersaline Microbial Mats] In: Jones, J.G. (Ed.) *Advances in Microbial Ecology*. Vol. 14. Springer, Boston.
- Eagles, P., McCool, S. & Haynes, C. (2002). *Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management*. IUCN, Gland.
- Farrell, T.A. & Marion, J.L. (2002). The Protected Area Visitor Impact Management (PAVIM) Framework: A Simplified Process for Making Management Decisions. *Journal of Sustainable Tourism* 10(1): 31–51.
- Gerrath, J.F. & Denny, P. (1980). *Freshwater algae of Sierra Leone III. Cyanophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Chloromonadophyta, Cryptophyta, Dinophyta*. *Nova Hedwigia* 33: 445–463.
- Giongo, F., Bosco–Nizeye, J. & Wallace, N. (1993). *A Study of Visitor Management in the World's National Parks and Protected Areas*. Colorado State University: Ecotourism Society, Colorado.

- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2022). AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org> [29.09.2022].
- Hall, C.M. & McArthur, S. (1996). [Visitor Management: Principles and Practice] In: Hall, C.M. & McArthur, S. (Eds.). *Heritage Management in Australia and New Zealand*. Oxford University Press, Melbourne, pp. 37–54.
- Huber-Pestalozzi, G. (1982). *Das Phytoplankton des Süßwassers, 8. Teil, 1. Hälfte, Conjugatophyceae, Zygnematales and Desmidiaceae*. E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Javor, B. (1989). *Hypersaline Environments*. Springer-Verlag, Berlin.
- Karaman, S. & Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3(1): 59–66.
- Katircioğlu, H., Akın, B. & Atıcı, T. (2004). Microalgal Toxin(s): Characteristics and Importance. *African Journal of Biotechnology* 3(12): 667–674.
- Kociolek, J.P., Blanco, S., Coste, M., Ector, L., Liu, Y., Karthick, B., Kulikovskiy, M., Lundholm, N., Ludwig, T., Potapova, M., Rimet, F., Sabbe, K., Sala, S., Sar, E., Taylor, J., Van de Vijver, B., Wetzel, C.E., Williams, D.M., Witkowski, A. & Witkowski, J. (2022). DiatomBase. <https://www.diatombase.org> [29.09.2022].
- Korshikov, O.A. (1987). *The Freshwater Algae of the Ukrainian S.S.R.* Vol. V. Bishen Singh Mahendra Pal Singh & Koeltz Scientific Books, Dehra Dun & Köenigstein.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2000). *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin.
- Mason, P. (2005). Visitor management in protected areas of the periphery: Polar perspectives. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 2(3): 171–190.
- Newsome, D. (2002). *Aspects of Tourism 4: Natural Area Tourism: Ecology, Impacts and Management*. Channel View Publications, Clevedon, 340 p.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. (1975). *The Diatoms of the United States*. Vol. II. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.
- Prescott, G.W. (1975). *Algae of the Western Great Lakes Area*. Michigan State University, Michigan.
- Resmi Gazete (2015). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> [26.09.2022].
- Round, F.E. (1984). *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Round, F.E. (1993). *A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality (Methods for the Examination of Waters and Associated Materials)*. The Stationery Office Books, London.
- Sağlam, N.E., Düzgüneş, E. & Balık, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 25(1): 89–94.
- Shelknanloymilan, L., Atıcı, T. & Obalı, O. (2012). Removal of nitrogen and phosphate by using *Chloralla vulgaris* on synthetic and organic materials waste water. *Biological Diversity and Conservation* 5(2): 89–94.
- Stanier, R.Y., Adelberg, E.A. & Ingraham, J. (1976). *The Microbial World. The Blue Green Bacteria*. 13th Ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Thomas, L. & Middleton, J. (2003). *Guidelines for Management Planning of Protected Areas, World Commission on Protected Areas (WCPA), best Practice Protected Area Guidelines*. Series No: 10. IUCN, Gland.

WoRMS Editorial Board (2022). World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org> [29.09.2022].