

Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinin (Kocaeli) Algleri ve Su Kaliteleri Üzerine Bir ÇalışmaArzu MORKOYUNLU YÜCE^{1*}, Murat AKTAŞ²

ÖZET: Bu çalışmada, Şubat 2018-Kasım 2018 tarihleri arasında Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinin (Kocaeli) fitoplankton kompozisyonları ve bazı su kalitesi parametreleri belirlenmiştir. Alglerin, baskınlık, sıklık ve çeşitlilik indeksleri (Shannon-Weaver, Simpson, Pielou ve Margalef indeksi) tespit edilmiştir. Göletlerde yayılış gösteren fitoplankton taksonları, bu taksonların mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Göletlerin algal florasında 26 Bacillariophyta, 10 Chlorophyta, 3 Cyanobacteria, 3 Miozoa, 8 Charophyta, 2 Ochrophyta ve 10 Euglenozoa üyesi olmak üzere toplam 62 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan, *Parvodinium goslaviense* (Woloszynska) Carty ve *Jadwigia neglecta* (A.J. Schilling) Moestrup Türkiye tatlısu alg florası için yeni kayıttır. Göletlerde Bacillariophyta grubunun baskın olduğu belirlenmiştir. Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy göletleri, yerüstü su kalitesi yönetmeliğine'ne göre değerlendirildiğinde, genel olarak I. sınıf su kalitesi özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Tahtalı Göleti çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerden dolayı, Nitrat azotu (NO₃⁻) biraz yüksek tespit edilmiştir. Margalef indeksi'ne göre, Çayırköy Göletinin en yüksek tür zenginliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Pielou düzenlilik indeksine göre, türler arasında birey sayılarının orta düzenli olduğu belirlenmiştir. Simpson ve Shannon-Weaver indeksine göre, dominantlığın az, tür sayısının çok olduğu belirlenmiştir. Göletler, trofik durum indeksine göre değerlendirildiğinde, göletlerin trofik durumunun orta -iyi kalite su özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alg, Gölet, Su kalitesi, İndeks

A Study On Algae And Water Qualities Of Tahtalı, Davuldere And Çayırköy Ponds (Kocaeli)

ABSTRACT: In this study, some water quality parameters and phytoplanktonic algae compositions of Tahtalı, Davuldere and Çayırköy Ponds (Kocaeli) were determined between February 2018 and November 2018. Algae distribution, dominance, frequency and diversity index (Shannon-Weaver, Simpson, Pielou and Margalef index) in ponds were calculated. Phytoplankton taxa spreading in ponds and seasonal variations of these taxa were investigated. Algal flora of ponds, consisted of 62 taxa, 26 taxa of Bacillariophyta, 10 taxa of Chlorophyta, 3 taxa of Cyanobacteria, 3 taxa of Miozoa, 8 taxa of Charophyta, 2 taxa of Ochrophyta and 10 taxa of Euglenozoa were identified. From these taxa, *Parvodinium goslaviense* (Woloszynska) Carty and *Jadwigia neglecta* (A.J.Schilling) Moestrup, are new records for Turkey. Bacillariophyta group was determined to be the dominant group in ponds. Tahtalı, Davuldere and Çayırköy ponds were evaluated according to surface water quality regulation, Found to have class I water quality characteristics. Due to agricultural activities around the Tahtalı Pond, nitrate nitrogen (NO₃⁻) was found to be slightly higher than the others. According to Margalef index Çayırköy pond was determined to have the highest species richness. According to the Pielou regularity index, the number of individuals among species was found to be moderately regular. According to Simpson and Shannon-Weaver index, the dominance was low and the number of species was high in ponds. When the ponds were evaluated according to the trophic status index, it was found that all ponds have medium-good quality water characteristics.

Keywords: Algae, Pond, Water quality, Index

¹ Arzu MORKOYUNLU YÜCE (Orcid ID: 0000-0002-3678-4930), Kocaeli Üniversitesi, Hereke Asım Kocabıyık MYO, Çevre Temizlik Hizmetleri Bölümü, Kocaeli, Türkiye

² Murat AKTAŞ (Orcid ID: 0000-0001-9649-5834), Başiskele İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Arzu MORKOYUNLU YÜCE, e-mail: arzu.yuce@kocaeli.edu.tr

GİRİŞ

Son yıllarda, artan çevresel etkiler ve küresel ısınma, su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Su kaynaklarımızın, su kalitesi özelliklerinin tespit edilmesi, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir bir şekilde korunması büyük önem arz etmektedir. Su Çerçeve Direktifi, su kalitesinin belirlenmesinde, fiziksel ve kimyasal değişkenlerin yanı sıra sucul flora ve fauna bileşenlerinin de incelenmesi ve değerlendirilmesinin daha sağlıklı bir sonuç oluşturacağı belirtmektedir. Bu nedenle, çeşitli su kaynaklarındaki su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik bileşenler kullanılarak da sonuç oluşturulmaktadır (Eloranta ve Sojinen, 2002; Solak ve Acs, 2011; Çiçek ve Ertan, 2015; Sevindik ve Küçük, 2016).

Algler, organik karbon bileşiklerinin temel üreticileri olup, yaşamın temelini oluştururlar (Durgut, 2017). Besin değeri yüksek olan algler, sucul organizmalar için besin, vitamin ve iz elementlerin en önemli kaynağıdır. Algler ayrıca, fiziksel, kimyasal ve biyolojik şartları ile dinamik sistemler olan sucul ekosistemlerde değişimlere güçlü tepki vermelerinden dolayı kirlilik ve ötrofikasyon belirleyicisi olarak da işlev görmektedirler (Rawson, 1956; Trifonova, 1998; Maraşlıoğlu ve ark., 2005; Wetzel, 2001; Reynolds ve ark., 2002).

Dünyada, su kalitesi izleme çalışmalarında yaygın olarak trofik indeksler kullanılmaktadır (Kelly ve Whitton, 1995; Acs ve ark., 2004; Besse-Lototskaya ve ark., 2011). Bu çalışmalar, Türkiye’de 2000’li yıllardan sonra önem kazanmaya başlamıştır (Barlas ve ark., 2001; Solak ve Acs, 2011). Yapılan bir araştırmada, Karasu Nehri (Erzurum)’nin su kalitesini belirlerken ilk kez üç farklı indeks (TDI, SI ve IDG) kullanılmıştır (Gürbüz ve Kıvrak, 2002). OMNIDIA yazılım programı ise ilk defa Akçay’ın su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Solak ve ark., 2007). Batı Anadolu da yer alan bazı dere ve akarsularda yapılan bir araştırmada, trofik indeks Türkiye (TIT) değerleri ile trofik durum tespit edilmiştir (Çelekli ve ark., 2019).

Bu çalışmada, Çayırköy (Bıçkıdere), Davuldere ve Tahtalı göletlerine ait alg türleri ve su kalitesi parametreleri belirlenmiştir. Bu veriler ışığında, göletlerin trofik durumları tespit edilmiştir. Bu göletlerin ekolojik ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ilk çalışmadır. Bu çalışma kapsamında, göletlerin mevcut durumlarının belirlenmesi, sürdürülebilir çevre yönetimi planlarında kullanılabilecek güvenilir veri tabanlarının oluşturulması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Alanları

Bu çalışma, Türkiye’nin Marmara Bölgesinde yer alan Kocaeli İlindeki 3 gölette (Çayırköy Göleti, Davuldere Göleti, Tahtalı Göleti) yapılmıştır. Bu göletler birbirlerine, yaklaşık 10 – 12 km. mesafe uzaklıkta olup, çevrelerinde tarımsal alanlar mevcuttur. Bu göletlerden Şubat 2018-Kasım 2018 tarihleri arasında, mevsimsel (Şubat, Nisan, Temmuz, Kasım) olarak alınan su örneklerinde yayılışları bulunan alg grupları, çeşitlilikleri, bollukları ile su kalitesini etkileyen bazı parametreler de belirlenmiştir.

Çayırköy (Bıçkıdere) Göleti

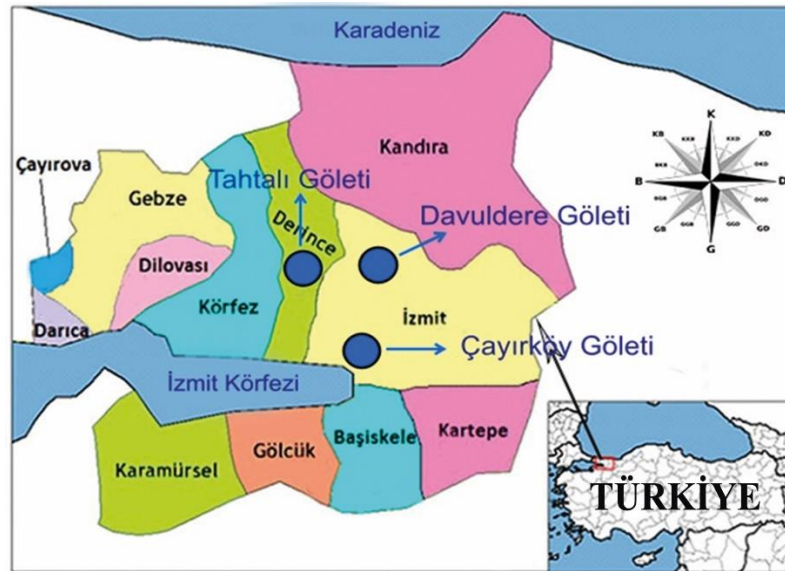
Çayırköy (Bıçkıdere) Göleti (40° 48’ 18’’ N, 29° 57’ 35’’ E), sulama ve taşkın önleme amacıyla 1977-1978 tarihleri arasında inşa edilmiştir. Homojen toprak dolgu tipindedir. Yüzölçümü 0.41 km², hacmi ise 2.39 hm³’tür. Gölün etrafı genel olarak tarla ve çayırlarla kaplıdır. Kuzey tarafı ise bataklık görünümündedir. En derin kısmı yaklaşık 20 metre olup, gölet yaklaşık 27 km²’lik bir alandan yağış sularıyla da beslenmektedir (Anonim, 2018). Göl fazla sularını güney kısmında yer alan çıkış ayağı ile tahliye etmektedir (Şekil 1).

Davuldere Göleti

Davuldere Göleti (40° 52' 37" N, 30° 3' 17" E), sulama amacıyla 1994 yılında yapılmıştır. Homojen toprak dolgu tipindedir. Yüzölçümü 0.29 km², hacmi ise 1.40 hm³'tür (Anonim, 2018). Gölün etrafı genel olarak tarla ve çayırlarla kaplıdır. En derin kısmı yaklaşık 15 metre olup, gölet yaklaşık 17 km²'lik bir alandan yağış sularıyla da beslenmektedir. Gölün fazla suları kuzey kısmında yer alan çıkış ayağı ile tahliye edilmektedir (Şekil 1).

Tahtalı Göleti

Tahtalı Göleti (40° 54' 39" K, 29° 49' 37" D), sulama amacıyla 1982 yılında yapılmış ve inşaatı tamamlanmıştır. Yüzölçümü 1.2 km², hacmi ise 7.20 hm³'tür. Gölün çevresi genel olarak tarla ve çayırlarla kaplıdır. En derin kısmı yaklaşık 28 metre olup, gölet yaklaşık 25 km²'lik bir alandan yağış sularıyla da beslenmektedir (Anonim, 2018). Gölün fazla suları batı kısmında yer alan çıkış ayağı ile tahliye edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma bölgesi ve araştırma istasyonları

Göletlere ait Örneklerin Toplanması ve Analiz Metotları

Çayırköy (Bıçkıdere), Davuldere ve Tahtalı Göletlerine ait fiziksel ve kimyasal parametreler (O₂, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik) örnek alma sırasında, göletlere ait 2 istasyon olmak üzere toplam 6 istasyonda, arazi tipi YSI marka cihazla insitu olarak ölçülmüştür. Araştırma laboratuvarına getirilen su örneklerinde sülfat, sülfid, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, serbest klor, potasyum, çinko, demir, bakır, ortofosfat standart metotlara göre, Shimadzu Uvmini- 1240 marka spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür (APHA,1995). Fitoplanktonun tür kompozisyonunu belirlemek amacıyla, her bir göletten 2 istasyon seçilmiş, toplam 6 istasyondan 1 L.'lik ağzı geniş plastik kaplar ile yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Su örneklerinden 10 cm³'lük cam silindirlere boşaltılarak üzerlerine iki damla lügol çözültisi damlatılmıştır. Çökmeye bırakılan planktonik algler 12 saat sonra, sedimentasyon çemberi'ne aktarılarak mikroskopta, ilgili metoda göre sayılmış ve sonuçlar cm³ de bulunan organizma olarak verilmiştir (Utermöhl, 1958). Sayımlarda koloni ve ipliksi her organizma bir birey olarak kabul edilmiştir. Bacillariophyta üyelerinin, sabit preparatları için, yoğunlaştırılan su örneklerinden alınarak, 25 ml'lik beherlere 20'şer ml. konulmuştur. Beherlere 1'er ml., 1/1 oranındaki derişik H₂SO₄ ve HNO₃ karışımından ilave edilerek karışım 15-20 dakika çeker ocakta 105 °C' de kaynatılmıştır. Örneklerin

asiditesinin giderilmesi için bir hafta günde en az iki defa saf suda yıkanmıştır. Daha sonra üzerindeki su sifonlanarak dipte kalan sulu beyaz tortu saklama kaplarına konulmuştur. Entellan ortam maddesi kullanılarak daimi preparat haline getirilmiştir (Round, 1953). Tür teşhisleri konuyla ilgili kaynaklardan yararlanılarak yapılmıştır (Patrick ve Reimer, 1975; Krammer ve Lange-Bertalot, 1991a; 1991b; 1999a; 1999b; John ve ark.,2002). Teşhis edilen alg türleri, alg veri tabanlarından yararlanılarak kontrol edilmiştir (Guiry ve Guiry, 2019; Maraşlıoğlu ve Gönülol, 2019). Araştırmada, göletlerde tespit edilen alglerin, baskınlık, sıklık analizleri ve çeşitlilik indeks değerleri (Shannon-Weaver, Simpson, Pielou, Margalef indeks) belirlenmiştir (Jørgensen ve ark., 2016).

BULGULAR

Bu çalışmada, Şubat 2018-Kasım 2018 tarihleri arasında, Kocaeli İli sınırları içerisinde bulunan Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinin bazı su kalitesi parametreleri mevsimsel olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, tüm göletlere ait yapılan analizlerde, çinko, demir, bakır ve ortofosfat değerleri 0.001 mg L^{-1} 'den düşük olarak belirlendiği için çizelge 1'de verilmemiştir. Diğer su kalitesine ait bulgular çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Göletlere ait su kalitesi parametreleri

Su kalitesi parametreleri	Çayırköy Göleti	Davuldere Göleti	Tahtalı Göleti
pH	7.80 – 8.20	7.78-7.98	7.22-8.71
	7.97 ± 0.20	7.87 ± 0.820	7.95 ± 0.62
Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	400.21 – 554.22	240.32 – 345.34	350.11 – 402.23
	470.88 ± 32.78	272.91 ± 28.76	370.83 ± 22.45
Çözünmüş oksijen (mg L^{-1})	7.22 -8.12	9.23 -10.41	8.75 – 10.21
	7.80 ± 0.42	9.77 ± 0.53	9.47 ± 0.72
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	9.00 – 21.00	8.00 – 23.00	7.00 – 22.00
	15.25 ± 5.05	15.75 ± 6.34	15.00 ± 6.48
Amonyak azotu (mg L^{-1})	0.05 – 0.08	0.04 – 0.09	0.11 -0.21
	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.10 ± 0.01
Nitrat azotu (mg L^{-1})	0.18 – 0.47	0.31 – 2.77	1.60 – 6.16
	0.28 ± 0.01	1.31 ± 0.06	3.36 ± 1.03
Nitrit azotu (mg L^{-1})	0.01 – 0.03	0.03 – 0.08	0.07 – 0.06
	0.02 ± 0.001	0.05 ± 0.022	0.06 ± 0.002
Sülfid (mg L^{-1})	0.01 -0.03	0.01 -0.04	0.01 -0.03
	0.02 ± 0.001	0.02 ± 0.002	0.02 ± 0.009
Potasyum (mg L^{-1})	1.65-3.09	1.43 - 4.24	1.73 – 2.78
	2.17 ± 0.65	2.83 ± 1.27	2.43 ± 0.48
Serbest klor (mg L^{-1})	0.01 -0.03	0.05 -0.17	0.01 - 0.03
	0.02 ± 0.001	0.01 ± 0.005	0.02 ± 0.001

Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy göletleri, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim, 2012) göre değerlendirildiğinde, genel olarak I. sınıf su kalitesi özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Tahtalı Göleti çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerden dolayı, Nitrat azotu (NO_3^-), diğer göletlere göre biraz yüksek tespit edilmiştir. Bu değer, kıta içi yerüstü su kaynakları kalite kriterlerine göre II. sınıfa yaklaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kıta içi yerüstü su kaynakları kalite kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	<400	1000	3000	> 3000
Çözünmüş oksijen (mg L^{-1})	> 8	6	3	<3
Amonyum azotu (mg L^{-1})	<0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg L^{-1})	<3	10	20	> 20
Toplam fosfor (mg L^{-1})	<0,08	0,2	0,8	> 0,8

Çalışmada, tüm göletlerde, Bacillariophyta'ya ait 26, Chlorophyta'ya ait 10, Cyanobacteria'ya ait 3, Miozoa'ya ait 3, Charophyta'ya ait 8, Ochrophyta'ya ait 2 ve Euglenozoa'ya ait 10 takson olmak üzere toplam 62 takson tespit edilmiştir. Göletlerdeki türler Çizelge 3'de, Türkiye tatlısu algleri için yeni kayıt olarak belirlenen türler Şekil 2-3'de verilmiştir.



Şekil 2. *Parvodinium goslaviense* (Woloszynska)



Şekil 3. *Jadwigia neglecta* (A.J.Schilling) Moestrup

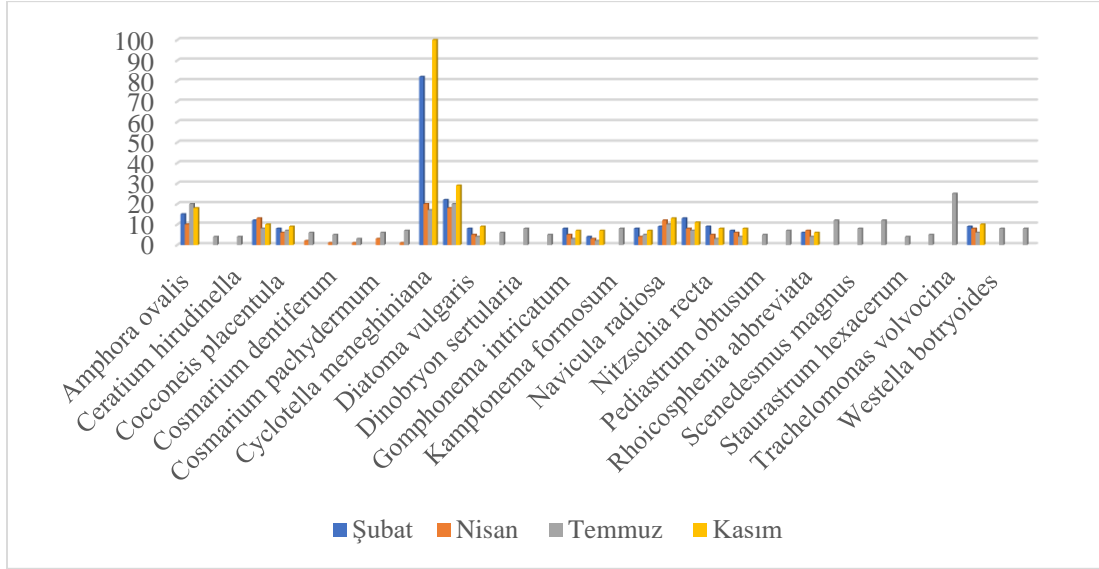
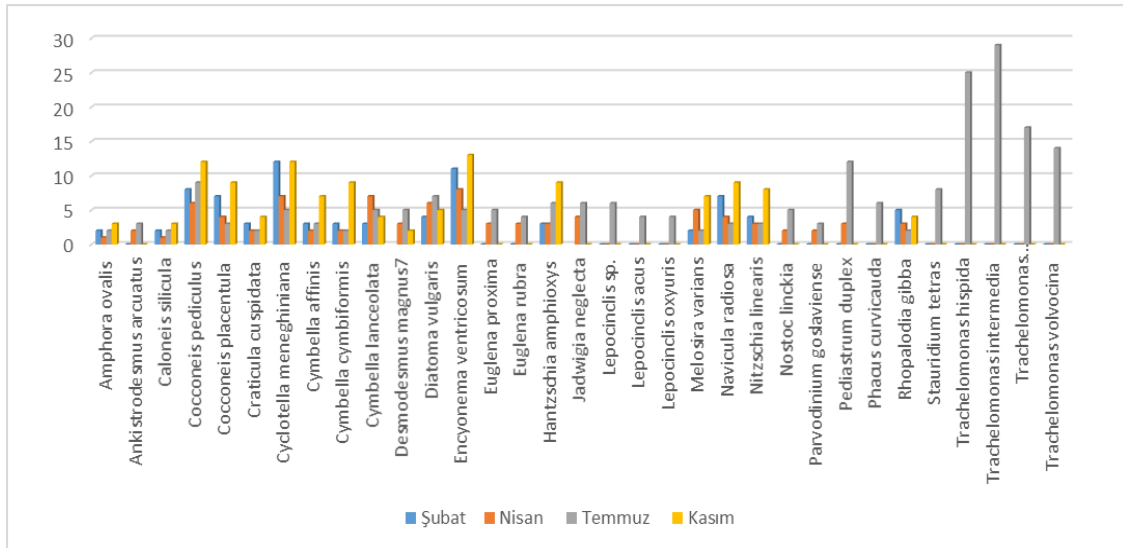
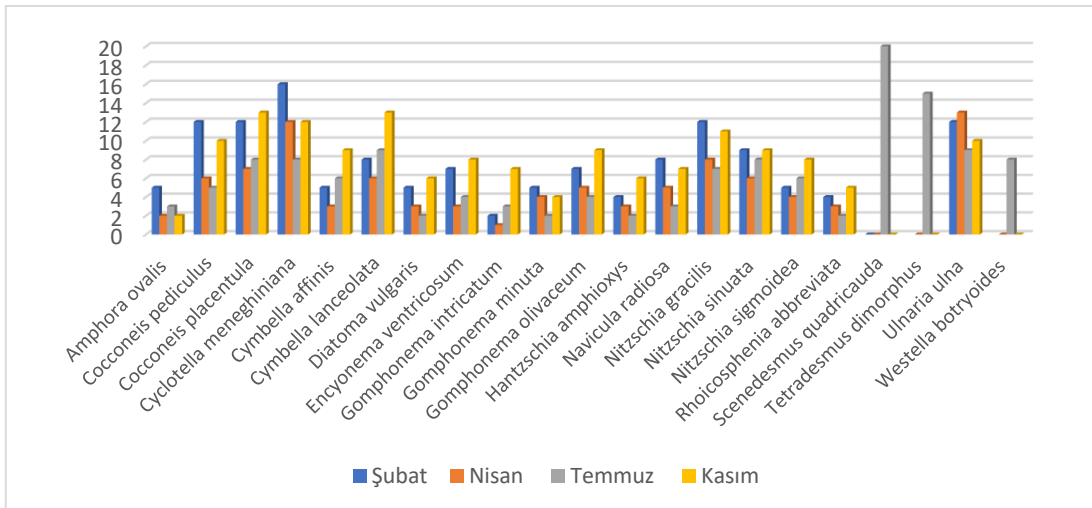
Çizelge 3. Göletlerde tespit edilen taksonlar

Taksonlar	Çayırköy	Davuldere	Tahtalı
Bacillariophyta			
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	+	+	+
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrb.) Cleve	-	+	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	+	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	+	+	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D.G.Mann	-	+	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	+	+	+
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	+	+	+
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	-	+	-
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh	-	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory.	-	+	+
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	-	+	+
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	+	-	-
<i>Gomphonema intricatum</i> Kütz.	+	-	+
<i>Gomphonema minuta</i> P.Fusey	-	-	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Brébisson	-	-	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grunow	+	+	+
<i>Melosira varians</i> Agardh	+	+	-
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	+	+	+
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	-	-	+
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	+	+	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	+	-	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	-	-	+
<i>Nitzschia sinuate</i> (Thwaites) Grunow	+	-	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+	-	+
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrb.) Otto Müller	-	+	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	-	+
Chlorophyta			
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i> Korshikov	+	+	-
<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	+	-	-
<i>Desmodesmus magnus</i> (Meyen) Tsarenko	+	+	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.	+	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	-	-	+
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	-	+	-
<i>Pediastrum obtusum</i> Lucks	+	-	-
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald	+	+	-
<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman	+	-	+
<i>Tetradesmus dimorphus</i> (Turpin) M.J.Wynne	-	-	+
Cyanobacteria			
<i>Kamptomena formosum</i> (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	+	-	-

<i>Nostoc linckia</i> Bornet ex Bornet & Flahault	+	+	-
<i>Planktothrix rubescens</i> (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	+	-	-
Miozoa			
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	+	-	-
<i>Jadwigia neglecta</i> (A.J.Schilling) Moestrup	+	+	-
<i>Parvodinium goslaviense</i> (Woloszynska) Carty	-	+	-
Charophyta			
<i>Cosmarium dentiferum</i> Corda ex Nordstedt	+	-	-
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs	+	-	-
<i>Cosmarium pachydermum</i> P.Lundell	+	-	-
<i>Cosmarium subprotumidum</i> Nordstedt	+	-	-
<i>Spirogyra</i> sp.	+	-	-
<i>Staurastrum hexacerum</i> Wittrock	+	-	-
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs	+	-	-
<i>Zygnema</i> sp.	+	-	-
Ochrophyta			
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	+	-	-
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.	+	-	-
Euglenozoa			
<i>Euglena rubra</i> A.D.Hardy	+	+	-
<i>Euglena proxima</i> P.A. Dangeard	-	+	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	-	+	-
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian	-	+	-
<i>Lepocinclis oxyuris</i> (Schmarda) B.Marin & Melkonian	-	+	-
<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko	-	+	-
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	-	+	-
<i>Trachelomonas intermedia</i> P.A.Dangeard	-	+	-
<i>Trachelomonas planktonica</i> var. <i>oblonga</i> Drezep.	-	+	-
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenb.) Ehrb.	+	+	-

Göletlere ait fitoplanktonda, Bacillariophyta üyeleri her mevsim bulunmakla birlikte, Chlorophyta, Cyanobacteria, Miozoa, Charophyta, Ochrophyta ve Euglenozoa'ya ait türlerinin sıcaklığın yüksek olduğu temmuz ayında yayılışlarının bulunduğu tespit edilmiştir. Tahtalı göletinin, diğer göletlere göre yüzölçümünün ve derinliğinin büyük olması, su hareketleri ve yaklaşık 25 km²'lik bir alandan yağış sularıyla da beslenmesi nedeniyle, daha ılıman ve sığ sularda gelişme imkanı bulan türlere rastlanılmamıştır. Göletlerin fitoplanktonik organizmalarına ait mevsimsel değişimleri Şekil 4-6'da verilmiştir.

Göletlere ait türler kantitatif olarak değerlendirildiğinde, *Amphora ovalis*, *Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *Navicula radiosa* taksonları en bol ve yaygın olarak tespit edilmiştir. Davuldere Göleti'nde *Trachelomonas intermedia* yalnızca temmuz ayında bol olarak belirlenmiştir. Alglerin göletlere göre hesaplanan Margalef, Pielou, Simpson, Shannon-Weaver indeksleri Çizelge 4 'de verilmiştir.

Şekil 4. Çayırköy Göleti baskın fitoplankton türlerinin mevsimsel değişimi (org/cm⁻³)Şekil 5. Davuldere Göleti baskın fitoplankton türlerinin mevsimsel değişimi (org/cm⁻³)Şekil 6. Tahtalı Göleti baskın fitoplankton türlerinin mevsimsel değişimi (org/cm⁻³)

Algler, Margalef zenginlik indeksine göre en düşük 3.20 değer Tahtalı Göletinde, en yüksek zenginlik indeksi 530 değer ile Çayırköy Göletinde tespit edilmiştir. Pielou düzenlilik indeksine göre en düşük 0.57 değer ile Tahtalı Göleti olmuş, en yüksek 0.66 değer ile Davuldere Göleti olarak tespit edilmiştir. Simpson çeşitlilik indeksine göre en düşük çeşitlilik 0.90 değer ile Çayırköy Göletinde, en yüksek çeşitlilik 0.95 Davuldere Göletinde tespit edilmiştir. Shannon-Weaver çeşitlilik indeksine göre en düşük çeşitlilik 2.94 değer ile Tahtalı Göletinde, en yüksek çeşitlilik 3.31 değer ile Davuldere Göletinde tespit edilmiştir. Trofik durum indeks değerleri üç gölette de birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Göletlere ait indeks değerleri

İndeks	Kısaltma	İndeks aralığı	Çayırköy	Davuldere	Tahtalı
Margalef indeksi	(Dmg)	limitsiz	5.30	5.14	3.20
Pielou indeksi	Ep	0-1 arasında limitli	0.65	0.66	0.57
Simpson indeksi	(1/D)	0-1 arasında limitli	0.90	0.95	0.94
Shannon-Weaver indeksi	(H')	0-5 arasında limitli	2.97	3.31	2.94

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Şubat 2018-Kasım 2018 tarihleri arasında Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinde belirlenen 6 istasyondan örnekler alınmıştır. Göletlerin algal florasında 26 Bacillariophyta, 10 Chlorophyta, 3 Cyanobacteria, 3 Miozoa, 8 Charophyta, 2 Ochrophyta ve 10 Euglenozoa üyesi olmak üzere toplam 62 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan, *Parvodinium goslaviense* (Woloszynska) Carty ve *Jadwigia neglecta* (A.J.Schilling) Moestrup Türkiye tatlısu alg florası için yeni kayıttır. Tüm göletlerde, Bacillariophyta üyelerinin tür sayısı ve türlere ait bireyler bakımından önemli alg grubunu oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu türler, ülkemiz tatlı su ekosisteminde de yer alan kozmopolit türlerdir. Göletlerin fitoplanktonunda tespit edilen *C. pediculus* ve *U. ulna* taksonları aynı zamanda bentik topluluk içinde de kaydedilmiştir. Pennales ordosu üyeleri gerçek planktonik türler olmamakla birlikte, ülkemizde bulunan birçok lentik ve lotik ekosistemlerde de tespit edilmiştir (Gönüloğlu, 1996; Aysel, 2005). Bu taksonlar dalga hareketleri, ölümler sonucu epilitik ve epifitik floradan koparak sucul sisteme karışmakta ve su örneklerinde tespit edilmektedirler. Bacillariophyta'nın tür çeşitliliği bakımından diğer sınıflara oranla baskın olduğu, Aygır ve Balıklı Gölleri, Palandöken Göleti, Keban Baraj Gölü, Uluabat Gölü, Sarıyar Baraj Gölü, Yedikır Baraj Gölü ve Badam Baraj Gölü'nde yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. (Şahin, 2000; Gürbüz, 2000; Pala, 2002; Karacaoğlu ve ark.,2004; Atıcı ve Obalı, 2006; Maraşlıoğlu ve Gönüloğlu,2014; Zhuzbayeva ve Atıcı,2016). Göletlere ait türler kantitatif olarak değerlendirildiğinde, *Amphora ovalis*, *Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *Navicula radiosa* taksonları en bol ve yaygın olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda, göletlere benzer olarak *Navicula*, *Cymbella* ve *Gomphonema* genuslarının diğerlerine göre daha fazla takson içerdiği tespit edilmiştir (Şahin,1992; Zhuzbayeva ve Atıcı,2016). Göletler ait bulgularda, sık olarak belirlenen *Navicula radiosa* türüne Keban Baraj Gölü ve Badam Baraj Gölü'nde de rastlanmıştır (Çetin ve Şen 1998; Zhuzbayeva ve Atıcı,2016). Lentik bir ekosistemde, fitoplanktonik organizmaların kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel yayılışları üzerinde fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisi büyüktür. Özellikle Chlorophyta ve Cyanobacteria, üyelerinin, sıcaklığın yüksek olduğu ve uzun fotoperiyodun bulunduğu yaz aylarında yoğunlukları fazladır (Gönüloğlu ve Arslan,1992). Bu duruma, göletlerin fitoplanktonunda da rastlanılmıştır. Göletlerin fitoplanktonuna ait veriler değerlendirildiğinde, oligo-mesotrofik sularda yayılış gösteren *Cosmarium*, *Staurastrum* taksonları ve

mesotrofik tabakalaşmış göllerin metalimniyonunu gösteren *Planktothrix rubescens* taksonu Çayırköy Göletinde yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Bütün göletlerde, besince zengin göllerde yer alan, *Pediastrum*, *Scenedesmus* taksonları, Çayırköy göletinde ise yaz epilimniyonunda bulunan *Ceratium* taksonu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, sığ mesotrofik göllerde dipten karışan türler olarak belirtilen *Trachelomonas* taksonlarına Davuldere Göletinde yaz mevsiminde bol olarak rastlanılmıştır (Fakioğlu ve Demir, 2011). Ankara Çayı'nda yapılan bir çalışmada, *Oscillatoria tenuis*, *Pediastrum dublex*, *Cyclotella meneghiniana*, *Ulnaria ulna*, *Achnanthes lanceolata*, *Cymbella lanceolata*, *Pinnularia brebissonii*, *Rhoicosphaenia curvata*, *Gomphonema olivaceum*, *Nitzschia sigmoidea* türleri, çalışmaya ait fiziko-kimyasal veriler ve literatürler ışığında, kirliliğe adapte olmuş organizmalar olarak tespit etmişlerdir (Atıcı ve Ahıska, 2005). Çayırköy Göletinde *Cyclotella meneghiniana*'nın bol bulunduğu, diğer türlerin, göletlerde daha az sayıda bulunduğu tespit edilmiştir. Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy göletlerine ait su örneklerindeki, fizikokimyasal parametreler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ve Su Kalitesi Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde, göletlerde belirlenen sıcaklık değerlerinin mevsimsel şartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri, Çayırköy Göleti'nde $470.88 \mu\text{S cm}^{-1}$, Davuldere Gölet'inde $272.91 \mu\text{S cm}^{-1}$, Tahtalı Gölet'inde $370.83 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik hem jeolojik hem de allohtonik faktörlere göre farklılık göstermektedir. Belirlenen değerlerin, doğal sularda bulunan elektriksel iletkenlik değerleriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Yıllık ortalama pH değerleri, Çayırköy Göleti'nde 7.97, Davuldere Gölet'inde 7.87, Tahtalı Gölet'inde 7.95 olarak belirlenmiştir. Su Kalitesi Kontrolü Yönetmeliği'nde 1. sınıf sular için verilen değer (pH 6.5 – 8.5), bulgularımızla uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2004). Ortalama oksijen değerleri sırasıyla, $7.80 \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$, $9.77 \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$ ve $9.47 \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$ olarak ölçülmüştür. Bu durumun, oksijen ve sıcaklık değerlerinin, mevsimsel olarak değişimine uygun olduğu belirlenmiştir. Göletler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine'ne göre değerlendirildiğinde, genel olarak I. sınıf su kalitesi özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Her üç gölette de demir, bakır ve fosfat değerlerinin 0.001 mg L^{-1} den düşük olduğu, yönetmeliklerde verilen sınır değerlerin çok altında bulunduğu tespit edilmiştir. Göletlere ait su kalitesi parametrelerinin, mevsimsel olarak az çok farklılık göstermesine rağmen, göletlerin benzer su kalitesi yapısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, göletlerin Margalef, Pielou, Simpson, Shannon-Weaver çeşitlilik ve trofik durum indeksleri belirlenmiştir. Margalef indeksi'ne göre Çayırköy Göletinin en yüksek tür zenginliğe sahip olduğu, Tahtalı Göletinin en düşük tür zenginliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Pielou düzenlilik indeksine göre, göletlerin birbirine yakın değerler gösterdiği, Göletlerde, türler arasında birey sayılarının orta düzenli olduğu belirlenmiştir (Jørgensen ve ark., 2016). Simpson ve Shannon-Weaver indeksine göre, dominantlığın az, tür sayısının çok olduğu bir çeşitliliğin Davuldere Göleti'nde diğer göletlere göre (Zhuzbayeva ve Atıcı, 2016; Maraşlıoğlu ve Soylu, 2017) biraz daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Göletler, trofik durum indeksine göre değerlendirildiğinde, göletlerin trofik durumunun orta-iyi kalite su özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma yapılan göletlerin su kalitesi ve ekolojik yönleri açısından, iyi özellikte olduğu belirlenmiştir. Sucul sistemlerin sürdürülebilir yönetimi için, bu göletlerin çevresel etkenlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve izlenmesi, gelecek nesiller açısından oldukça önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi, Bilimsel araştırma proje birimi tarafından yüksek lisans tezi (2017/115) olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ács, É, Szab K, Tóth B, Kiss KT, 2004. Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian streams in connection with reference conditions of the water framework directives. *Acta Bot. Hung.* 46, 255–277.
- Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 31.12.2004 Tarih ve 25687 Sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonim, 2012. Yerüstü Su kalitesi Yönetmeliği. 31.12.2012 Tarih ve 28483 Sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonim, 2018. DSİ 1. Bölge, 15. Şube Müdürlüğü kayıtları, Kocaeli.
- APHA, 1995. Standart methods for the examination of water and wastewater, 20th ed., Washington, 1268 p.
- Atıcı T, Ahıska S, 2005. Pollution and algae of Ankara Stream. *Gazi University Journal of Science*, 18(1): 51-59.
- Atıcı T, Obalı O, 2006. Seasonal Variation of Phytoplankton and Value of Chlorophyll a in the Sarıyar Dam Reservoir (Ankara, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 30: 349-357.
- Aysel V, 2005. Check-list of the freshwater algae of Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 11 (1): 1-124.
- Besse-Lototskaya, A, Verdonschot PFM, Coste M, van de Vijver B, 2011. Evaluation of European diatom trophic indices. *Ecol. Ind.*, 11, 456–467.
- Barlas M, Mumcu F, Dirican S, Solak C N, 2001. Sarıçay (Muğla-Milas)'da yaşayan epilitik diatomların su kalitesine bağlı olarak incelenmesi. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-8 Ekim 2001, Muğla.
- Çelekli A, Toudjani AA, Gümüş Y, Kayhan S, Lekesiz HÖ, Çetin T, 2019. Determination of trophic weight and indicator values of diatoms in Turkish runningwaters for water quality assessment, *Turk J Bot.*43: 90-101.
- Çetin A K, Şen B, 1998. Diatoms (Bacillariophyta) in the phytoplankton of Keban reservoir and their seasonal variations. *Turkish Journal of Botany*, 22: 25-33.
- Çiçek N L, Ertan O Ö, 2015. Köprüçay Nehri (Antalya) Su Kalitesinin Epilitik Diatomlarla Belirlenmesi. *Ege J Fish Aqua Sci* 32(2): 65-78.
- Durgut Z, 2017. Poyrazlar, Küçük Akgöl ve Taşkısı Göllerinin Epilitik Diatom Komünite Yapısı, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Fakioğlu Ö, Demir N, 2011. Göllerin Ekolojik Durumunun Değerlendirilmesinde Fitoplankton Topluluklarının Kullanılması. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(1): 99-106.
- Eloranta P, Soaninen J, 2002. Ecological Status of Some Finnish Rivers Evaluated Using Benthic Diatom Communities. *Journal of Applied Phycology*, 14 (1): 1-7.
- Gönüloğlu A, Arslan N, 1992. Samsun-İncesu Deresi'nin Alg Florası Üzerinde Araştırmalar. *Doğa Turkish Journal of Botany*, 16: 311-314.
- Gönüloğlu A, Öztürk M, Öztürk M, 1996. A check-list of the freshwater algae of Turkey. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi*, 7 (1): 8-46.
- Guiry MD, Guiry GM, 2019. AlgaeBase. World-Wide Electronic Publication, National University Of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (Erişim Tarihi: 16.11.2019).
- Gürbüz K, 2000. Palandöken Göleti Bentik Alg Florası Üzerinde Kalitatif ve Kantitatif Bir Araştırma. *Turkish Journal Biology* 24: 31-48.
- Gürbüz H, Kıvrak E, 2002. Use of epilithic diatom to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 23(3): 239–246.
- John DM, Whitton BA, Brook AJ, 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press and Natural History Museum, Cambridge, 702 pp.
- Jørgensen S E, Xu L, Costanza R (Eds.), 2016. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC press.
- Karacaoğlu D, Dere Ş, Dalkıran N, 2004. A Taxonomic Study on the Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa), *Turkish Journal of Botany*, 28: 473-485.
- Kelly M G, Whitton BA, 1995. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J Appl. Phycol.*, 7, 433–444.

- Krammer K, Lange-Bertalot H, 1991a. Süßwasserflora von mitteleuropa Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales. Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer. 576s.
- Krammer K, Lange-Bertalot H, 1991b. Süßwasserflora von mitteleuropa Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Gustav Fischer. 437s.
- Krammer K, Lange-Bertalot H, 1999a. Bacillariophyceae, 1. Teil. Naviculaceae. In Süßwasser ora von Mitteleuropa. Hiedelberg-Berlin. DE: Spectrum Akademischer Verlag.
- Krammer K, Lange-Bertalot H, 1999b. Bacillariophyceae, 2. Teil. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Süßwasser ora von Mitteleuropa. Hiedelberg-Berlin. DE: Spectrum Akademischer Verlag.
- Utermöhl H, 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton – methodik. Mitt. int. Ver. theor. angewan. Limnol. 9: 1–38.
- Maraşlıoğlu F, Soylu E N, Gönüloğlu A, 2005. Seasonal Variation of the Phytoplankton of Lake Ladik Samsun, Turkey. Journal of Freshwater Ecology, 20 (3): 549-553.
- Maraşlıoğlu F, Gönüloğlu 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.
- Maraşlıoğlu F, Soylu E N, 2017. Relationship of epilithic diatom communities to environmental variables in Yedikır Dam Lake (Amasya, Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 17 (6): 1347-1356.
- Maraşlıoğlu F, Gönüloğlu A, 2019. Turkishalgae Electronic Publication. Çorum, Turkey. <http://turkiyealgleri.hitit.edu.tr> (erişim tarihi: 15.12.2109)
- Pala G, 2002. Keban Baraj Gölü'nün Gülüskar Kesimindeki Algler ve Mevsimsel Üzerinde Kalitatif ve Kantitatif Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi. 19: 1- 2, 41- 52, 53-61.
- Patrick R, Reimer CW, 1975. The diatoms of The United States II. Acad. Sci, Philadelphia, 213p.
- Rawson DS, 1956. Algal indicators of trophic lake types. Limnology and Oceanography, 1(1): 18-25.
- Reynolds CS, Huszar V, Kruk C, Naselli-Flores L, Melo S, 2002. Towards a Functional Classification of the Freshwater Phytoplankton. Journal of Plankton Research, 24(5): 417-428.
- Round F E, 1953. An Investigation of Two Benthic Algal Communities in Malham Tarn, Yorkshire. The Journal of Ecology, 174-197.
- Sevindik T O, Kucuk F, 2016. Benthic Diatoms as Indicators of Water Quality in the Acarlar Floodplain Forest (Northern Turkey). Feb-Fresemus Environmental Bulletin, 4013.
- Solak C N, Barlas M, Pabuççu K, 2007. Akçay'ın (Büyük Menderes-Muğla) Bacillariophyta dışındaki epilithic algleri. *Ekoloji*, 16, 62; 16-22.
- Solak C N, Acs É, 2011. Water quality monitoring in European and Turkish rivers using diatoms. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11(2): 329-337.
- Şahin B, 1992. Trabzon Yöresi Tatlısu Diatome Florası Üzerine Bir Araştırma. Doğa Turkish Journal of Botany, 16: 104-116.
- Şahin B, 2000. Algal Flora of Lakes Aygır and Balıklı (Trabzon, Turkey), Turkish Journal of Botany, 24: 35–45
- Trifonova IS, 1998. Phytoplankton composition and biomass structure in relation to trophic gradient in some temperate and subarctic lakes of north-western Russia and the Prebaltic. Hydrobiologia, 369: 99-108.
- Wetzel R G, 2001. Limnology: lake and river ecosystems. gulf professional publishing. 1006 pp.
- Zhuzbayeva A, Atıcı T, 2016. Algae and Water Qualities of Badam Dam Reservoir (Kazakhstan). Biological Diversity and Conservation, 9(2): 34-43.