



Uluabat Gölü Fitoplankton'unun Tür kompozisyonu ve Zamansal-Mekansal Değişimi

Nurhayat DALKIRAN^{1,*}, Didem KARACAOĞLU¹, Şükran DERE¹, Şakir ÇINAR², Cafer BULUT², Soner SAVAŞER²

¹ Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bursa, Türkiye

² Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Eğirdir, Isparta, Türkiye

Ö Z

Bu çalışma Uluabat Gölünde Mart 2006 – Ocak 2007 tarihlerinde üç istasyonda gerçekleştirilmiştir. Uluabat Gölü fitoplanktonunun kompozisyonu, yoğunluğu, zamansal ve mekansal değişimleri incelenmiştir. Çalışma döneminde 169 takson tespit edilmiştir. Bu taksonların 56'sı Bacillariophyta, 51'i Chlorophyta, 25'i Cyanobacteria, 19'u Euglenophyta, 7'si Miozoa, 6'sı Charophyta ve 5'i Ochrophyta'ya aittir. Bu araştırma sonuçları daha önce gerçekleştirilmiş çalışmalar ile karşılaştırıldığında, Uluabat Gölü takson zenginliğinin yaklaşık yarı yarıya azaldığı tespit edilmiştir. RDA analizine göre su sıcaklığı ve nitrat azotunun Uluabat Gölü fitoplanktonunun tür kompozisyonu, yoğunluğu ve zamansal-mekansal değişimlerini etkileyen en önemli fizikokimyasal parametreler olduğu tespit edilmiştir. Fitoplankton kompozisyonuna göre Uluabat Gölü'nün ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Uluabat Gölü, trofik seviye, sığ göl

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 05.08.2016

Düzeltilme : 12.10.2016

Kabul : 14.11.2016

Yayın : 23.12.2016



DOI: 10.17216/LimnoFish.279720

* SORUMLU YAZAR

dalkiran@uludag.edu.tr

Tel : +90 224 294 18 66

Faks: +90 224 294 18 98

Species Composition and Spatio-Temporal Variations of Phytoplankton of Lake Uluabat

Abstract: This study was carried out at three stations of Lake Uluabat between March 2006 and January 2007. Composition, density and spatio-temporal variations of phytoplankton of Lake Uluabat were investigated. During the study period, a total of 169 taxa were identified. 56 taxa belong to Bacillariophyta, 51 to Chlorophyta, 25 to Cyanobacteria, 19 to Euglenophyta, 7 to Miozoa, 6 to Charophyta and 5 to Ochrophyta. The results of this study were compared with the previous studies, indicated that the phytoplankton taxa richness were approximately reduced by half in Lake Uluabat. According to RDA analysis, water temperature and nitrate nitrogen were the most important physicochemical parameters that affect species composition, density and spatio-temporal variations of phytoplankton of Lake Uluabat. The phytoplankton composition of Lake Uluabat indicated that the trophic state of lake was eutrophic.

Keywords: Lake Uluabat, trophic status, shallow lake

Alıntılama

Dalkıran N, Karacaoğlu D, Dere Ş, Çınar Ş, Bulut C, Savaşer S. 2016. Uluabat Gölü fitoplankton'unun tür kompozisyonu ve zamansal-mekansal değişimi. LimnoFish. 2(3): 121-135. doi: 10.17216/LimnoFish.279720

Giriş

Avrupa Birliği üyelik sürecinde ülkemizdeki çeşitli mevzuatın Avrupa Birliği mevzuatına uyumu gerçekleştirilmektedir. Bu uyum çerçevesinde ülkemizde Avrupa Birliği'nin çıkardığı en kapsamlı su mevzuatı olan Su Çerçeve Direktifi'ne (Water Framework Directive) (EU 2000) uyum amacı ile çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Direktif kapsamında ülkemizde de biyolojik olarak su kalitesinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Su Çerçeve Direktifi'ne göre biyolojik izleme çalışmalarında

çeşitli organizma grupları kullanılmakta olup bu gruplardan bir tanesi fitoplankton çalışmalarıdır. Ülkemizde fitoplankton tür çeşitliliği, yoğunluğu ve mevsimsel değişimleri ile ilgili çalışmalar özellikle 1980'li yıllardan beri artarak devam etmektedir (Aykulu ve Obalı 1981; Akçaalan vd. 2007; Akbulut ve Dügel 2008; Fakioğlu ve Demir 2011; Yerli vd. 2012; Ongun Sevindik vd. 2014). Ancak bu konuda yapılacak araştırmalara biyolojik izleme açısından da büyük ihtiyaç vardır.

Uluabat Gölü fitoplanktonu ile ilgili yapılan ilk çalışma Demirhindi (1972) tarafından 1962-1964

yıllarında mevsimsel olarak ve sadece cins seviyesinde gerçekleştirilmiştir. İlk kapsamlı çalışma ise Temmuz 1998 – Haziran 1999 tarihleri arasında beş istasyonda yapılmıştır (Karacaoğlu 2000; Karacaoğlu vd. 2004, 2006). Göllerde fitoplankton tür çeşitliliği ve kompozisyonu yıllara göre değişim göstermekte ve gölün trofik seviyesi hakkında önemli bilgiler vermektedir (Reynolds 1998). Su Çerçeve Direktifi'ne göre, göllerde fitoplankton kompozisyonu, bolluğu ve biyokütlesi izlenmesi gereken biyolojik kalite unsurlarından biridir ve düzenli aralıklarla izlenmesinin yapılması gerekmektedir (EU 2000). Ayrıca su kütlelerinde trofik seviyenin belirlenmesi için indikatör organizma grubudur (OECD 1982). Bu çalışmada Uluabat Gölü fitoplanktonunun tür kompozisyonu ve yoğunluğunun zamana ve mekana bağlı değişimlerinin ve gölün trofik seviyesi ile olan ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda geçmişte yapılan çalışmalar ile karşılaştırılarak Uluabat Gölü fitoplanktonunda yıllara göre değişim olup olmadığının araştırılması da çalışmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Uluabat Gölü fitoplanktonu'nun tür kompozisyonunu, yoğunluğunu ve zamansal-mekansal değişimlerini incelemek için seçilen 3 istasyondan Mart 2006 – Ocak 2007 tarihleri arasında aylık örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktaları Şekil 1'de verilmiştir.

Fitoplankton Örnekleme, Sayım ve Tanımlama

Göldeki fitoplankton yoğunluğunu ve tür çeşitliliğini belirlemek için, yüzey su filminin altından 1 L su örneği alınmıştır. Laboratuara getirilen örnekler I-KI (lugol) çözeltisi ilave edilerek 1 L hacme sahip cam mezürlerde çöktürülmüş ve son hacim 100 ml'ye ayarlanarak saklanmıştır. Sayımlar çöktürülen örneklerde Sedgewick-Rafter sayım kamarasında yapılmış, sayımlar her istasyonda 3'er kez tekrar edilmiş, fitoplankton yoğunlukları ml'deki organizma sayısı olarak çöktürme faktörü de göz önüne alınarak verilmiştir. Fitoplankton örneklerinin tür kompozisyonunu belirlemek için ise belirlenen istasyonlardan 55µm göz açıklığına sahip plankton kepçesiyle yüzeyden yatay çekim yapılarak örnek alınmıştır. Örnekler % 4'lük formaldehit solüsyonu ilave edilerek tespit edilmiş ve saklanmıştır. Mart-Mayıs 2006 tarihleri arasında sadece tür teşhisi yapılmış, Haziran 2006 - Ocak 2007 tarihleri arasında ise tür teşhisi ile birlikte fitoplankton yoğunlukları da belirlenmiştir. Tür teşhisi hem plankton kepçesi ile

toplanan örneklerde hem de yüzey su filminin altından alınan ve çöktürülen örneklerde gerçekleştirilmiştir.

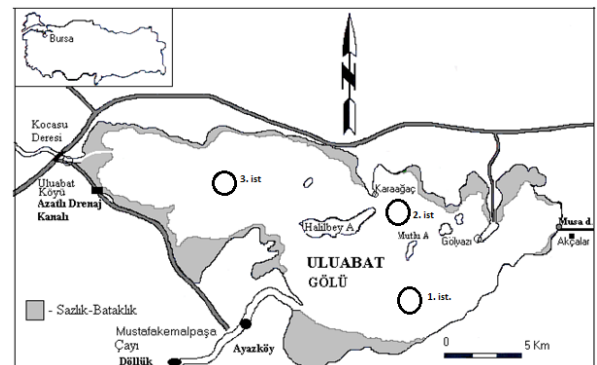
Algeria tanımlamaları Hustedt (1930), Huber-Pestalozzi (1961), Prescott (1961), Patrick ve Reimer (1966, 1975), Krammer ve Lange-Bertalot (1991a, 1991b, 1997a, 1997b), Komárek ve Anagnostidis (1999) ve John vd. (2003)'e göre gerçekleştirilmiştir. Taksonların güncel isimleri ve sistematik kategorileri Algaebase veri tabanından kontrol edilmiştir (Guiry ve Guiry 2016).

Fitoplankton tür çeşitliliğine bakarak gölün trofik seviyesini belirlemek için Nygaard'ın Trofik Durum İndeksi (Nygaard 1949) uygulanmıştır. Bu indekste Myxophyceae, Chlorococcales, Centrales ve Euglenophyceae takson toplamı Desmidiaceae takson toplamına bölünmektedir (Nygaard 1949). Çıkan değer 1'den küçükse oligotrofik, 1 - 2,5 arası mezotrofik, 2,5 üstü ise ötrofik olarak kabul edilmektedir (Nygaard 1949).

Fitoplankton örnekleme ile birlikte su örneklerinde 18 fizikokimyasal parametre de incelenmiştir. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, pH, çözülmüş oksijen ve tuzluluk WTW marka arazi seti ile örnekleme esnasında ölçülmüştür. Bulanıklık, Asit Bağlama Gücü (SBV), bikarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3), organik madde miktarı, klorür (Cl^-), kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), Nitrat (N-NO_3^-), toplam amonyak (NH_3), sülfat (SO_4) ve orto fosfat (O-PO_4^{-3}) analizleri ise standart yöntemlere göre gerçekleştirilmiş, analizlere ilişkin ayrıntılı bilgiler Bulut vd. (2010) yaptıkları çalışmada verilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Uluabat Gölü fitoplanktonunun komünite yapısını belirlemek için çok değişkenli sınıflama tekniklerinden biri olan TWINSpan analizi (Hill 1979) taksonların varlık yokluk verilerine göre uygulanmış, 2 ve 2 tekerrürden az gözlenen taksonlar analizden çıkarılmıştır. Fizikokimyasal parametreler ile fitoplankton taksonları arasındaki ilişkiyi



Şekil 1. Uluabat Gölü örnek alma istasyonları.

belirlemek için ise RDA analizi uygulanmıştır (ter Braak ve Smilauer 2002). Bu analizde taksonların ml'deki organizma sayıları kullanılmış, 3 ve 3 tekerrürden az gözlenen taksonlar analizden çıkarılmış ve veri setine log (x+1) dönüşümü uygulanmıştır. RDA analizinde anlamlı bulunan değişkenlerin istasyonlar arasında farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Çok değişkenli istatistiksel analizlerde CANOCO 4,5 (ter Braak ve Smilauer 2002), varyans analizinde ise SPSS versiyon 17 istatistik paket programları kullanılmıştır.

Bulgular

Uluabat Gölü'nde üç istasyonda su sıcaklığı 3,1 – 29,3 °C arasında değişmiş, yıllık ortalama sıcaklık ise 16,4 °C olarak tespit edilmiştir. pH ise 7,0 ile 9,2 arasında değişmiş, yıllık ortalama pH değeri 8,36 olmuştur. Çözünmüş oksijenin üç istasyondaki yıllık ortalaması 6,97 mg/L olurken 3,9 ile 15,1 mg/L arasında değişim göstermiştir. Elektriksel iletkenlik 476 ile 704 µS/cm arasında değişim göstermiş, yıllık ortalaması ise 586,8 µS/cm olmuştur. Bulanıklık yıl boyunca büyük bir ranj göstermiş 4,4 – 440 NTU

arasında değişmiş ve yıllık ortalaması ise 47,9 NTU olmuştur. Nitrat (N-NO₃) ise çalışma dönemi boyunca 0,79 ile 1,2 mg/L aralığında değişmiş, yıllık ortalaması 0,91 mg/L olmuştur. Gölde araştırılan fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre minimum, maksimum ve ortalama değerleri Bulut vd. (2010)'nin yaptıkları çalışmada ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çalışma sonunda Uluabat Gölü fitoplanktonunda toplam 169 alg taksonu tespit edilmiştir. Prokaryota'dan Cyanobacteria filumuna ait 25 takson belirlenmiştir. Eukaryota içinde Chromista aleminden üç filuma ait alg taksonları tespit edilmiş, Bacillariophyta filumuna ait 56, Miozoa filumuna ait 7, Ochrophyta filumu Chrysophyceae, Xanthophyceae sınıflarına ait 2'şer, Synurophyceae sınıflarına ait 1 takson tespit edilmiştir. Plantae aleminden iki filuma ait alg taksonları tespit edilmiş, Charophyta filumu Conjugatophyceae sınıfına ait 6 ve Chlorophyta filumuna ait ise 51 takson tespit edilmiştir. Protozoa aleminden Euglenophyta filumundan ise 19 takson tespit edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca tespit edilen taksonlar ve istatistiksel analizlerde kullanılan kısaltmaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Uluabat Gölü fitoplanktonu takson listesi.

		TWINSPAN grupları		
		Ilık ve Sıcak Su	Soğuk Su	Değişim yok
Empire Prokaryota				
Phylum Cyanobacteria				
<i>Anathece clathrata</i> (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová	<i>Ana cla</i>			+
<i>Aphanizomenon</i> sp.				
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	<i>Aph del</i>	+		
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & G.S.West	<i>Aph ela</i>	+		
<i>Aphanothece castagnei</i> (Kützing) Rabenhorst				
<i>Calothrix</i> sp.				
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová				
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	** <i>Chr min</i>	+		
<i>Dolichospermum</i> sp.	** <i>Dol sp</i>		+	
<i>Dolichospermum spirooides</i> (Kleban) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	<i>Dol spi</i>		+	
<i>Jaaginema angustissimum</i> (West & G.S.West) Anagnostidis & Komárek	<i>Jaa ang</i>			+
<i>Geitlerinema unigranulatum</i> (R.N.Singh) J.Komárek & M.T.P.Azevedo	<i>Gei uni</i>	+		
<i>Planktolynghya crassa</i> J.Komárková-Legnerová & Cronberg	**			
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	<i>Mer pun</i>	+		

Çizelge 1. Devamı

		TWINSPAN grupları		
		Ilık ve Sıcak Su	Soğuk Su	Değişim yok
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	<i>Mer ten</i>	+		
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	<i>Mic aer</i>	+		
<i>Microcystis smithii</i> Komárek & Anagnostidis	<i>Mic smi</i>	+		
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek		+		
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont		+		
<i>Oscillatoria</i> sp.				
<i>Planktolingbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	**			
<i>Plectonema</i> sp.			+	
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	<i>Pse lim</i>	+		
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe	**	+		
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	** <i>Syn aqu</i>			+
Empire Eukaryota				
Kingdom Chromista				
Phylum Bacillariophyta				
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki				
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	**			
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	<i>Amp ped</i>			+
<i>Asterionella formosa</i> Hassall				
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Aul gra</i>			+
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen				+
<i>Aulacoseira subarctica</i> (Otto Müller) E.Y.Haworth	<i>Aul sub</i>	+		
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg				
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) van Heurck	<i>Coc lin</i>	+		
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg				
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow				
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round in Theriot <i>et al.</i>	<i>Cyl dub</i>			
<i>Cyclotella glomerata</i> H.Bachmann				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Cyc men</i>			+
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Cyc sp</i>		+	
<i>Cyclotella chaetoceras</i> Lemmermann				
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith				
<i>Cymbella affinis</i> Kützing				
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) Kirchner				
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann	**			
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson				
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	<i>Epi sor</i>	+		
<i>Fragilaria</i> sp.				
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing				
<i>Gomphonema</i> sp.				
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst				
<i>Melosira distans</i> var. <i>lirata</i> (Ehrenberg) VanLandingham				
<i>Melosira varians</i> C.Agardh				
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	<i>Nav cap</i>			+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing				
<i>Navicula radiosa</i> Kützing				
<i>Navicula</i> sp.	<i>Nav sp</i>		+	
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent				
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg				

Çizelge 1. Devamı

		TWINSpan grupları		
		Ilık ve Sıcak Su	Soğuk Su	Değişim yok
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	<i>Nit aci</i>			+
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	<i>Nit fru</i>		+	
<i>Nitzschia holastica</i> Hustedt		+		
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	<i>Nit inc</i>		+	
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	<i>Nit lin</i>			+
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow in Cleve & Möller	<i>Nit lor</i>			+
<i>Nitzschia obtusa</i> W.Smith				
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	<i>Nit pal</i>			+
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	<i>Nit pae</i>			+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith				
<i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt				
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst				
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot				
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	<i>Rhp gib</i>	+		
<i>Surirella biseriata</i> Brébisson in Brébisson & Godey				
<i>Surirella linearis</i> W.Smith				
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing				
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith				
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory				
<i>Tryblionella victoriae</i> Grunow	<i>Try vic</i>			+
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	<i>Uln del</i>			+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère in Jahn <i>et al.</i>		+		
Phylum Miozoa				
Class Dinophyceae				
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	**			
<i>Entzia acuta</i> (Apstein) Lebour	**	<i>Ent acu</i>	+	
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann	**			
<i>Chimonodinium lomnickii</i> (Woloszynska) S.C. Craveiro, A.J.Calado, N.Daugbjerg, Gert Hansen & Ø.Moestrup	**			
<i>Peridinium bipes</i> Stein	**			
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg		<i>Per cin</i>		+
<i>Palatinus apiculatus</i> (Ehrenberg) S.C.Craveiro, A.J.Calado, N.Daugbjerg & Ø.Moestrup			+	
Phylum Ochrophyta				
Class Chrysophyceae				
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof				
<i>Pseudostaurastrum hastatum</i> (Reinsch) Chodat	**			
Class Synurophyceae				
<i>Mallomonas</i> sp.	**			
Class Xanthophyceae				
<i>Goniochloris mutica</i> (A.Braun) Fott			+	
<i>Goniochloris fallax</i> Fott	**			
Kingdom Plantae				
Phylum Charophyta				
Class Conjugatophyceae				
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	**			
<i>Closterium</i> sp.			+	
<i>Mougeotia</i> sp.	**			
<i>Staurastrum</i> spp. (2 tür)		<i>Sta spp</i>	+	
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs	**			
Phylum Chlorophyta				
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim		<i>Act han</i>	+	

Çizelge 1. Devamı

		TWINSPAN grupları		
		Ilık ve Sıcak Su	Soğuk Su	Değişim yok
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) P.M.Tsarenko in Tsarenko & Petlovanny	<i>Acu acu</i>	+		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	<i>Ank fal</i>			+
<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W.Snow	<i>Chl glo</i>			+
<i>Chlamydomonas spp.</i>	<i>Chl spp</i>			+
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck [Beijerinck]	<i>Cho vul</i>			+
<i>Chlorotetraedron incus</i> (Teiling) Komárek & Kovácik	** <i>Chr inc</i>	+		
<i>Closteriopsis longissima</i> (Lemmermann) Lemmermann				
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	**			
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun	<i>Coe mic</i>	+		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle				
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	** <i>Cru tet</i>	+		
<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E.Hegewald	**			
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	<i>Des com</i>			+
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) E.Hegewald	** <i>Des int</i>			
<i>Desmodesmus intermedius</i> var. <i>balatonicus</i> (Hortobágyi) P.Tsarenko	** <i>Des bal</i>			+
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald				
<i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt in E.Hegewald	** <i>Des sub</i>			+
<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>carinatus</i> (Lemmermann) E.Hege	**			
<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i> (Chodat) E.Hegewald	** <i>Des mon</i>	+		
<i>Dichotomococcus curvatus</i> Korshikov	** <i>Dic cur</i>		+	
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	<i>Eud ele</i>	+		+
<i>Franceia amphitricha</i> (Lagerheim) Hegewald in Hegewald, Schnepf & Aldave	**			
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	<i>Gol rad</i>	+		
<i>Golenkiniopsis chlorelloides</i> (J.W.G.Lund) Fott	**			
<i>Lagerheimia sp.</i>	** <i>Lag sp</i>	+		
<i>Lagerheimia subsalsa</i> Lemmermann	**			
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder	**			
<i>Lemmermannia komarekii</i> (Hindák) C.Bock & Krienitz in Bock et al.	**			
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	<i>Mcr pus</i>	+		
<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda	<i>Mon sim</i>	+		
<i>Monactinus simplex</i> var. <i>echinulatum</i> (Wittrock) Pérez, Maidana & Comas	**			
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott	<i>Mon con</i>			+
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	** <i>Kir obe</i>	+		
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz	<i>Muc pul</i>	+		
<i>Nephroselmis sp.</i>	** <i>Nep sp</i>		+	
<i>Oedogonium sp.</i>				
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow	<i>Ooc bor</i>			+
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	**			
<i>Oocystis sp.</i>	** <i>Ooc sp</i>			+
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory in J.V.Lamouroux, Bory & Deslongschamps	<i>Pan mor</i>	+		
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	<i>Ped bor</i>	+		
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Raciborski) Sulek in Fott	**	+		
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	<i>Ped dup</i>	+		

Çizelge 1. Devamı

		TWINSPAN grupları		
		Ilık ve Sıcak Su	Soğuk Su	Değişim yok
<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) Deising				+
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch				
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald in Buchheim <i>et al.</i>	**			
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg				+
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	**		+	
<i>Treubaria triappendiculata</i> C.Bernard				
<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman				
Kingdom Protozoa				
Phylum Euglenophyta				
<i>Euglena deses</i> Ehrenberg		Eug des	+	
<i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs				
<i>Euglena elastica</i> Prescott				
<i>Euglena pisciformis</i> Klebs				
<i>Euglena</i> spp.		Eug spp	+	
<i>Euglena texta</i> (Dujardin) Hübner				
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) Marin & Melkonian in Marin <i>et al.</i>		Lep acu	+	
<i>Lepocinclis caudata</i> (A.M. da Cunha) Pascher	**			
<i>Lepocinclis oxuris</i> (Schmarda) Marin & Melkonian in Marin <i>et al.</i>		Lep oxy	+	
<i>Monomorphina nordstedtii</i> (Lemmermann) T.G.Popova				
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	**			
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes				
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin		Phc lon	+	
<i>Phacus</i> sp.		Phc sp	+	
<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov	**			
<i>Strombomonas</i> spp. (3 tür)	**	Str spp	+	
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg				

** Gölde tespit edilen yeni kayıt taksonlar

Uluabat Gölü alg gruplarının istasyonlara ve aylara göre yüzde oranları Şekil 2'de verilmiştir. Çalışma dönemi boyunca gerek tür çeşitliliği gerekse yoğunluk açısından en önemli filum Bacillariophyta olmuştur. Bu filuma ait taksonların en önemli artışları Eylül 2006 – Ocak 2007 tarihleri arasında gerçekleşmiştir (Şekil 2). Tür çeşitliliği ve yoğunluk açısından diğer önemli filum Chlorophyta olmuş, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında fitoplanktonun % 44 ila % 87'si bu filum üyelerinden oluşmuştur. Bu filum üyeleri diğer önemli artışlarını ise Aralık ve Ocak aylarında yapmışlardır. Cyanobacteria filumu üyeleri ise Haziran ile Kasım ayları arasında özellikle bazı istasyonlarda belirgin artış göstermişler, bu aylarda fitoplanktonun % 10 ila % 58'ini oluşturmuşlardır (Şekil 2).

Chlorophyta filumu Haziran 2006'da 2. ve 3. istasyonlardada toplam organizmanın % 60'ı ve % 44'ünü oluşturarak hakim duruma geçmeye başlamıştır. Bu sırada *Monoraphidium contortum* her iki istasyonda da hakim organizma olmuş ve toplam

organizmanın sırasıyla % 26,23 ile % 9,2'sini oluşturmuştur. Temmuz 2006'da üç istasyonda da hakim organizma grubu Chlorophyta olmuş, özellikle 1. istasyonda toplam organizmanın % 87'sini oluşturarak en yüksek oranına ulaşmıştır. Bu sırada baskın türler ise *Pandorina morum* (% 32,28) ve *Chlamydomonas* spp. ((31,25) olmuştur. Diğer iki istasyonda ise Chlorophyta toplam organizmanın sırasıyla % 50'si ile % 48'ini oluşturmuştur (Şekil 2). Chlorophyta bir diğer önemli artışını Aralık 2006'da yapmış, 1. istasyonda toplam organizmanın % 52'sini oluşturmuş, bu istasyonda baskın organizma *Nephroselmis* sp. (% 44,26) olmuştur. Ocak 2007'de Chlorophyta filumu üyeleri en baskın organizma grubu olmuş, 1. ve 2. istasyonda sırasıyla toplam organizmanın % 31 ve % 51'ini oluşturmuştur. Çalışma dönemi boyunca en düşük organizma sayısı da Ocak 2007'de 2. istasyonda 1 667 org/ml olarak tespit edilmiştir. Chlorophyta filumuna ait taksonlardan *Ankistrodesmus falcatus*, *Chlamydomonas globosa*, *Dichotomococcus*

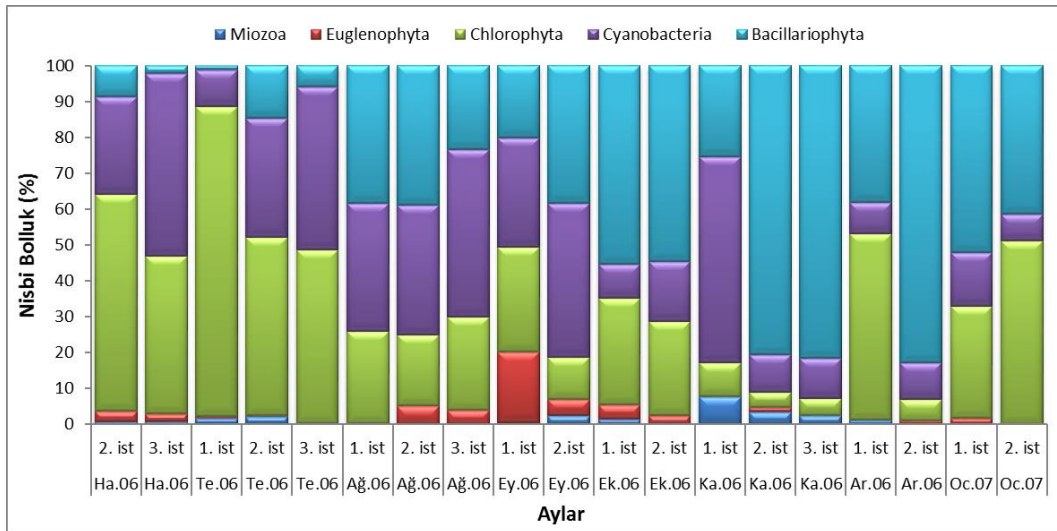
curvatus, *Monoraphidium contortum*, *Phacotus lenticularis*, *Scenedesmus communis* ve *Crucigenia tetrapedia* taksonlarının çalışma dönemi boyunca çoğunlukla yüksek organizma sayılarına ulaşmadığı, ancak tekerrür oranlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Cyanobacteria filumuna ait taksonların Haziran – Kasım 2006 tarihleri arasında özellikle bazı istasyonlarda baskın olduğu tespit edilmiştir. Özellikle *Synechocystis aquatilis*, gölde tespit edilen en önemli Cyanobacteria türü olmuş, gölde tüm çalışma periyodu boyunca gözlenmiş, özellikle Kasım ayında 1. istasyonda en yüksek organizma sayısına ulaşmış ve bu ayda toplam organizmanın % 57,49'unu oluşturmuştur. Aynı zamanda en yüksek toplam organizma sayısı Kasım 2006'da 1. istasyonda tespit edilmiş (20 525 org/ml) (Şekil 3), % 58 ile en baskın filum Cyanobacteria olmuştur. Toksik karakterli Cyanobacteria türlerinden *Dolichospermum spiroides*, özellikle Haziran ve Ağustos aylarında belirgin artışlar yapmış, Ağustos ayında 1. ve 2. istasyonlarda toplam organizmanın sırasıyla % 22,45 ile % 15,93'ünü oluşturarak en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Yine toksik karakterli *Microcystis* türleri ise Mart ile Ekim ayları arasında gölde tespit edilmiş, ancak nispi bollukları % 4,86'nın (Ekim 2. istasyon) üzerine çıkmamış, en baskın *Microcystis* türü ise *M. smithii* olmuştur. *M. aeruginosa* ise en yüksek organizma sayısına Ağustos 1. istasyonda % 2,8 olarak ulaşmış, diğer bulunduğu istasyonlarda ise nispi bolluğu % 1'in üzerine çıkmamıştır.

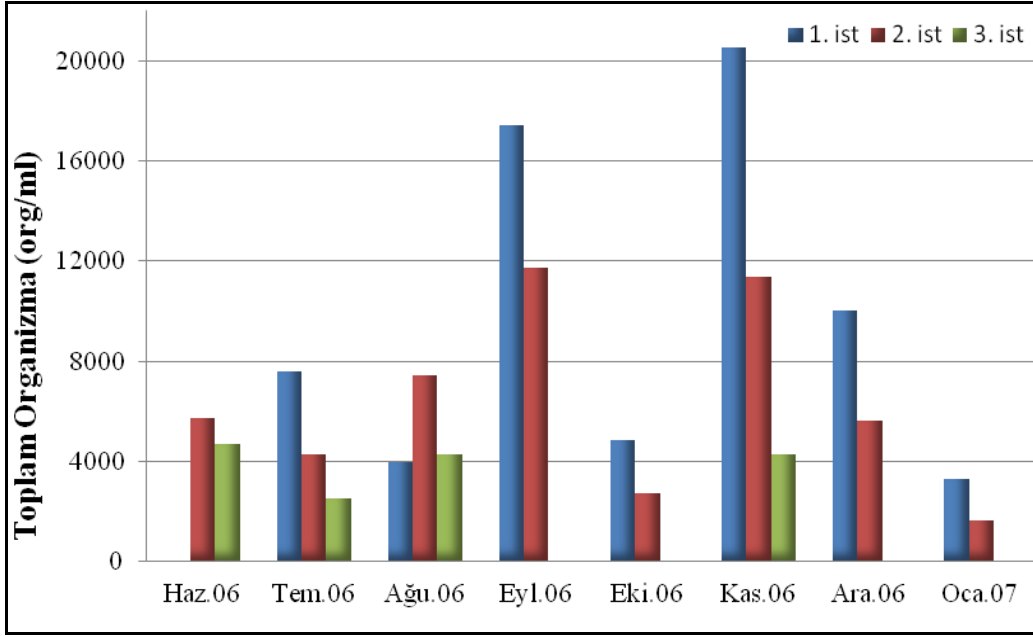
Bacillariophyta filumunun en önemli artışları Eylül 2006 – Ocak 2007 tarihleri arasında gerçekleşmiştir (Şekil 2). Bu filuma ait en belirgin artışları ise sentrik karakterli dört takson (*Cyclotella*

spp. ve *Cyclostephanos dubius*) gerçekleştirmiştir. Bu taksonların Ağustos 2006 tarihinden itibaren artış göstermeye başladığı ve en yüksek tekerrür sayılarına Kasım 2006'da sırasıyla 2. ve 3. istasyonlarda ulaştığı tespit edilmiş, bu esnada toplam organizmanın sırasıyla % 71,33'ü ile % 66,21'ini oluşturmuşlardır. Gölde tespit edilen en düşük toplam takson sayıları da bu ayda sırasıyla 14 ve 13 olarak 2. ve 3. istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 4). Diğer sentrik karakterli üç *Aulacoseira* taksonu Eylül ve Ekim aylarında belirgin artışlar göstermişler, Ekim 2. istasyonda toplam organizmanın % 7,3'lük kısmını oluşturmuşlar, diğer aylarda ise yüksek organizma sayısı ve nispi bolluk değerlerine ulaşamamışlardır. Bacillariophyta filumundan pennat karakterli takson çeşitliliği fazla olmakla birlikte yüksek tekerrür sayılarına ulaşamamışlar, düşük tekerrür oranlarında ve organizma sayılarında tespit edilmişlerdir. Özellikle *Nitzschia* türleri Eylül, Ekim ve Aralık 2006 tarihlerinde 2. istasyonda önemli artışlar yapmışlar, bu sırada toplam organizmanın % 17,84 - % 31,86'sını oluşturmuşlardır.

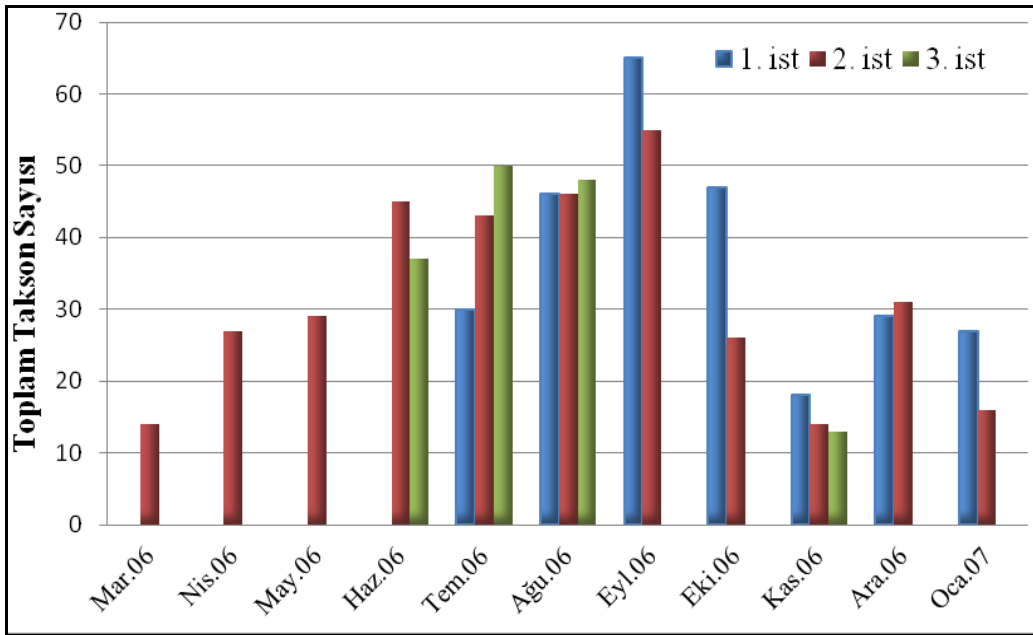
Euglenophyta filumu özellikle Ağustos – Ekim 2006 tarihleri arasında belirgin artışlar yapmıştır. En yüksek nispi bolluk oranına Eylül 2006'da 1. istasyonda ulaşmış, bu esnada toplam organizmanın % 20'sini oluşturmuştur. Özellikle *Lepocinclis acus* bu sırada belirgin bir artış göstermiş, toplam organizmanın % 16,25'ini oluşturmuştur. Bu istasyonda çalışma dönemi boyunca tespit edilen 2. en yüksek organizma sayısı (17 431 org/ml) tespit edilmiştir (Şekil 3). Aynı zamanda çalışma dönemi boyunca tespit edilen istasyonlara göre en yüksek toplam takson sayısı bu istasyonda 65 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 2. Uluabat Gölü fitoplankton gruplarının istasyonlara ve aylara göre yüzde oranları. (Ha: Haziran; Te: Temmuz; Au: Ağustos, Ey Eylül; Ek: Ekim; Ka: Kasım; Ar: Aralık; Oc: Ocak).



Şekil 3. Uluabat Gölü Fitoplanktonu toplam organizma sayılarının değişimi.



Şekil 4. İstasyonlara göre toplam takson sayısının değişimi.

Miozoa filumu en belirgin artışını Kasım 2006'da gerçekleştirmiş, her üç istasyonda da Miozoa filumu üyeleri toplam organizmanın % 2 – 8'ini oluşturarak çalışma dönemi boyunca en yüksek seviyede gözlenmişlerdir. Çalışma dönemi boyunca bu filuma ait en baskın organizma *Entzia acuta* olmuş, özellikle Kasım ayında sadece bu tür tespit edilmiştir.

Göldeki fitoplankton kompozisyonuna bakılarak gölün trofik seviyesini belirlemek için Nygaard'ın Trofik Durum İndeksi (Nygaard 1949) kullanılmıştır. Mart 2006 - Ocak 2007 tarihleri arasında tespit edilen takson çeşitliliği kullanılarak hesaplanan indeks değeri 19,6 olarak belirlenmiştir. Bu değere göre

gölün fitoplankton kompozisyonu açısından ötrofik karakterde olduğu tespit edilmiştir.

Veri seti için hangi modelin ordinasyon analizi için uygun olduğunu belirlemek için önce DCA analizi (Hill ve Gauch 1980) uygulanmıştır. DCA analizi sonucunda veri setinde ilk iki eksenin gradient uzunlukları sırasıyla 2,241 ve 1,453 olarak belirlenmiştir. Ter Braak ve Prentice (1988)'e göre ilk iki eksenin gradient uzunluğunun >3'ten büyük olması birçok taksonun çevresel gradiente karşılık doğrusal olmadığını yani unimodal metodlara uygun olduğunu ifade etmektedir. İlk iki eksenin gradient uzunluğunun 2 ve 2'den küçük olması birçok

taksonun çevresel gradiente karşılık doğrusal olduğunu, veri setine doğrusal ordinasyon metodlarının uygulanmasının uygun olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada doğrusal gradient analizi metodu olan RDA Analizi uygulanmıştır (ter Braak ve Smilauer 2002; Leps ve Smilauer 2003).

RDA analizinde uygulanan Eklemeli Seçim (Forward Selection) uygulaması sonrası 2 fizikokimyasal parametre anlamlı bulunmuştur. Bu parametreler su sıcaklığı ($p=0,002$ $F=3,61$) ve $N-NO_3$ ($p=0,004$ $F=2,01$) olarak belirlenmiş ve bu iki çevresel değişken toplam varyansın % 26,7'sini açıklamışlardır. Monte Carlo permutasyon testi (499 permutasyon) ilk ($F: 3,485$) ve tüm kanonik eksenlerin ($F: 2,917$) anlamlı olduğunu göstermiştir ($p= 0,002$). Fizikokimyasal parametrelerin Uluabat Gölü fitoplanktonu ve istasyonlar ile olan ilişkisi Şekil 5'te verilmiştir. RDA analizi sonucuna göre yaz ayları (Haziran, Temmuz, Ağustos) ve sonbahar başlangıcına ait Eylül ayının RDA ekseninin sol kısmında toplandığı görülmektedir. Bu aylarda fitoplankton tür çeşitliliğini ve kompozisyonunu etkileyen çevresel parametre su sıcaklığı olmuştur (Şekil 5).

TWINSPAN analizine göre örnekleme istasyonları iki ana grupta kümelenebilirlerdir (Şekil 6). Sol taraftaki kümede İlkbahar, Yaz ve Sonbahar başlangıcı, sağ taraftaki kümede ise Sonbahar sonu ve Kış mevsimi istasyonları görülmektedir. TWINSPAN analizine göre fitoplankton taksonları 3 ana grupta toplanmış olup bu gruplar Çizelge 1'de verilmiştir. İlkbahar, Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde gözlenen taksonlar sıcak ve ılık su taksonları, Kış mevsiminde gözlenen taksonlar soğuk su taksonları, mevsimsel olarak kümelenemeyen taksonlar ise değişim göstermeyen taksonlar olarak ayrılmışlardır (Çizelge 1). Listede yanında işaret olmayan taksonlar ise tekerrür oranları düşük olduğu için analize alınmamış taksonlardır. Bu analize göre 47 takson sıcak ve ılık su, 10 takson soğuk su, 29 takson ise mevsimsel olarak değişim göstermeyen taksonlardan oluşmuştur. TWINSPAN analizi sonuçlarına göre İlkbahar, Yaz ve Sonbahar aylarının indikatör türleri *Microcystis aeruginosa*, *Aphanocapsa elachista*, *Pandorina morum* ve *Euglena* spp. olmuştur (Şekil 6).

Çalışma dönemi boyunca su sıcaklığı 3,1 ile 29,3 °C arasında değişmiş, ANOVA analizi sonuçları mevsimler arasında su sıcaklığında anlamlı fark olduğunu göstermiştir ($F: 33,55$; $p<0,01$). Tukey LSD testi sonuçları su sıcaklığının üç grupta toplandığını göstermiştir. Birinci grup kış mevsimine ait ayları içermekte olup ortalama sıcaklık 6,03 °C olarak tespit edilmiştir. İkinci grup ilkbahar ve sonbahar aylarından oluşurken bu mevsimlerdeki

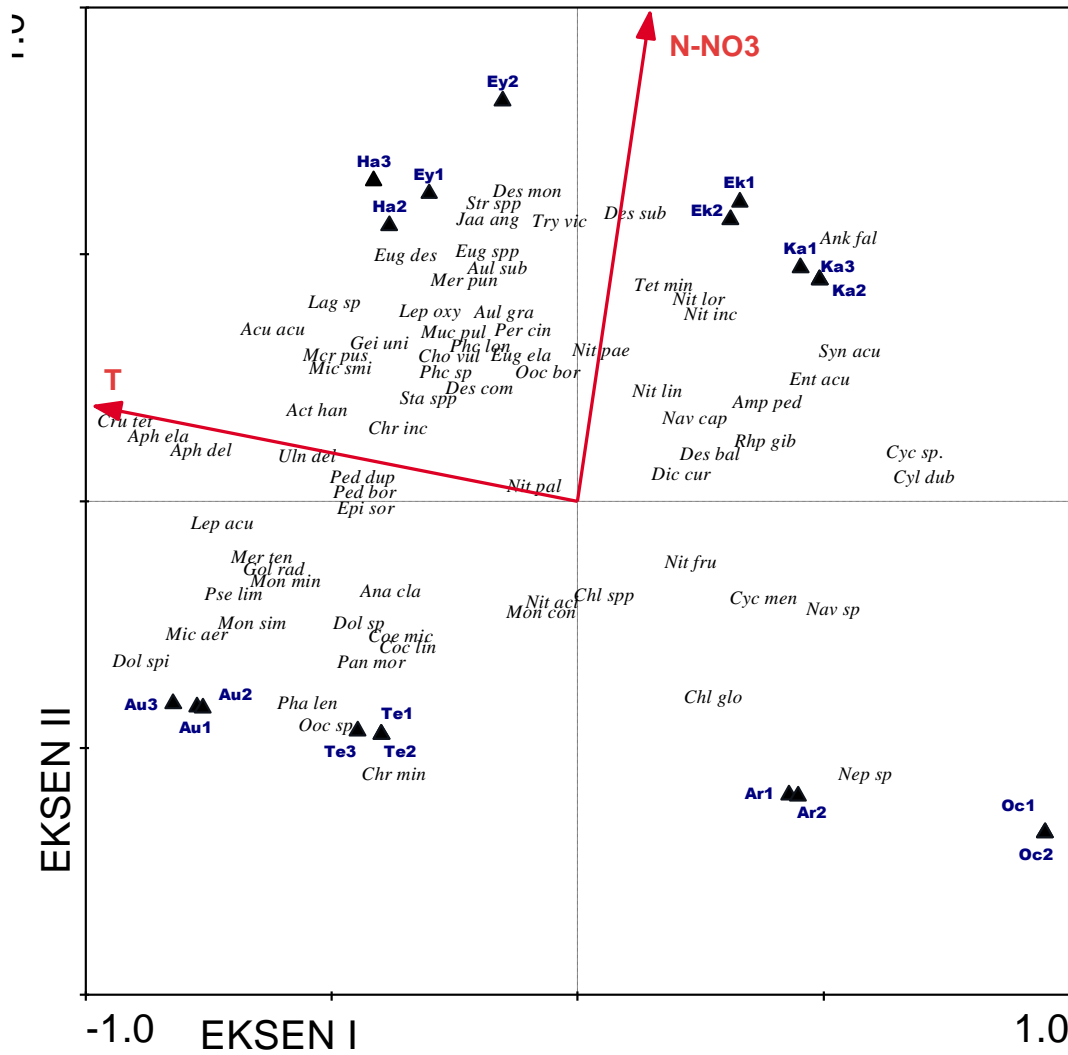
ortalama sıcaklıklar sırasıyla 16,36 ve 16,15 °C olmuştur. Üçüncü grup ise yaz aylarından oluşmuş, ortalama sıcaklık 26,63 °C olarak tespit edilmiştir.

Tartışma

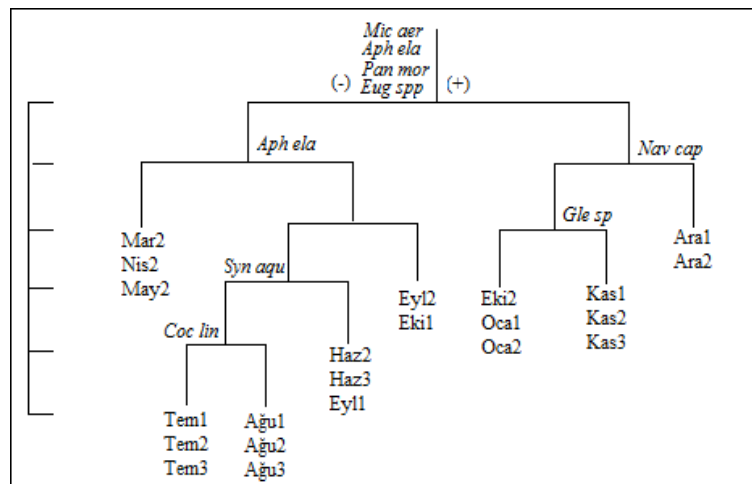
Fizikokimyasal parametreler diğer su kütlelerinde olduğu gibi göllerde de fitoplankton tür çeşitliliğini, kompozisyonunu ve bolluğunu etkileyen önemli çevresel parametrelerdir. RDA analizi sonuçlarına göre Uluabat Gölü fitoplankton tür kompozisyonu, yoğunluğu ve zamansal-mekansal değişimini etkileyen en önemli değişken sıcaklık olmuştur (Şekil 5). RDA sonuçlarına bakıldığında, su sıcaklığının özellikle Haziran – Eylül ayları ile pozitif ilişkili olduğu görülmektedir. Tek yönlü Varyans analizine göre su sıcaklığı mevsimler arasında anlamlı farklılık göstermektedir. TWINSPAN analizi sonuçları da göldeki takson çeşitliliğini etkileyen en önemli çevresel faktörün sıcaklık olduğunu istasyonların iki ana guruba ayrılması ile açıkça göstermektedir (Şekil 6). TWINSPAN analizine göre Uluabat Gölü fitoplanktonu sıcaklığa göre üç ana grupta toplanmıştır (Çizelge 1). Karacaoğlu vd. (2006) Uluabat Gölü'nde fitoplankton yoğunluğunu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden birisinin su sıcaklığı olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada da fitoplankton çeşitliliği, kompozisyonu ve yoğunluğunu belirleyen en önemli parametrelerden birinin su sıcaklığı olduğu tespit edilmiştir (Touzet 2011, Lv vd. 2011; Wang vd. 2015). Gölde tespit edilen birçok Cyanobacteria taksonu, özellikle toksin üretebilme potansiyeline sahip taksonların su sıcaklığı ile pozitif ilişki içeren grupta olduğu ve RDA analizinde bu türlerin özellikle Ağustos ayı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Yapılan çeşitli araştırmalarda RDA analizi sonucuna göre Cyanobacteria bolluğunu etkileyen en önemli faktörün sıcaklık olduğu tespit edilmiştir (Tian vd. 2012; Zebek 2016).

RDA analizi sonuçlarına göre Uluabat gölü fitoplankton kompozisyonu, yoğunluğu ve zamansal-mekansal değişimini etkileyen ikinci parametre nitrat ($N-NO_3$) olmuştur. Azot ve fosfor alg büyümesine etki eden en önemli sınırlayıcı besin tuzlarıdır (Felisberto vd. 2011). RDA analizinde nitratın özellikle Eylül ve Ekim ayları ile pozitif ilişki gösterdiği görülmektedir (Şekil 5). Bu aylarda nitrat en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Feng vd. (2016), RDA analizine göre Cyanobacteria komünite yapısının nitrat ile anlamlı ilişki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Göldeki trofik seviyenin yıllara göre değişimini tespit etmek için üç istasyonda gerçekleştirilen bu çalışmada, çalışma alanı ve örnek alma istasyonları ile ilgili ayrıntılı bilgiler Bulut vd. (2010)'nin ve



Şekil 5. RDA analizi sonuçlarına göre fitoplanktonun zamansal-mekansal değişiminin bazı fizikokimyasal parametrelerle ilişkisi (Ha: Haziran; Te: Temmuz; Au: Ağustos; Ey Eylül; Ek: Ekim; Ka: Kasım; Ar: Aralık; Oc: Ocak; T: Sıcaklık; N-NO₃: Nitrat).



Şekil 6. TWINSpan analizi sonuçları ve belirlenen indikatör türler.

Çınar vd. (2008, 2013)'nin yaptığı çalışmalarda ayrıntılı olarak verilmiştir. Ayrıca bu çalışma Temmuz 1998- Haziran 1999 çalışma periyodunda Uluabat Gölü'nde yapılan çalışmalar (Karacaoğlu

2000; Karacaoğlu vd. 2004) ile karşılaştırılmıştır. Ötrofik karakterli sığ göllerde tür çeşitliliği az, fitoplankton yoğunluğu yüksek olup yaz aylarında Cyanobacteria aşırı çoğalmaları olmaktadır

(Rawson 1956). Karacaoğlu vd. (2004) yaptıkları çalışmada toplam 331 takson belirlemişlerdir. Takson sayısı Karacaoğlu vd. (2004)'nin çalışması ile karşılaştırıldığında Uluabat Gölü fitoplanktonunda Bacillariophyta filumu tür çeşitliliğinin yaklaşık 2,7 kat, Chlorophyta ve Charophyta filumlarının tür çeşitliliğinin ise sırasıyla 1,4 kat ve 2,8 kat azaldığı tespit edilmiştir. Euglenophyta filumu tür çeşitliliğinde de yaklaşık 1,6 kat azalma tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmada 4 takson ile temsil edilen Cryptophyta filumuna ait taksonlar son çalışmada tespit edilmemiştir.

Toksik karakterli *Microcystis*, *Anabaena* (*Dolichospermum*) ve *Aphanizomenon* cinslerinin 1960'lı yıllardan itibaren gölde varlığı bilinmektedir (Demirhindi 1972, Artüz ve Korkmaz 1981). Rawson (1956) ötrofik karakterli göllerde baskın olan Cyanobacteria cinslerinin *Anabaena* (*Dolichospermum*), *Aphanizomenon* ve *Microcystis* olduğunu ve bu cinslerin yaz aylarında aşırı çoğalmalar yaptığını ifade etmektedir. Bu nedenle bu türlerin yoğunluğunun tespit edilmesi ve sürekli izlenmesi ekolojik açıdan önemli olduğu gibi toksin üretebilecekleri potansiyel dönemlerin belirlenmesi yönünden, ekonomik anlamda balıkçılığın devam etmesi ve insan sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir.

Gölde nispi bolluk, takson çeşitliliği ve tekerrür oranı açısından önemli değişime uğrayan gruptan birisi Cyanobacteria olmuştur. Bu çalışmada daha önceki çalışmalarda gölde tespit edilmeyen (Dalkıran 2000; Karacaoğlu vd. 2004; Ulcay vd. 2010) Cyanobacteria'ya ait 6 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan *Synechocystis aquatilis* dışında diğer yeni kayıt Cyanobacteria taksonları düşük organizma sayısı ve nispi bolluk değerlerinde gözlenmiştir. *S. aquatilis* ise gölde tüm çalışma periyodu boyunca gözlenmiş, özellikle Kasım ayında yüksek organizma sayılarına ulaşmıştır. Yapılan bu çalışmada daha önce gölde tespit edilen bazı Cyanobacteria taksonlarının özellikle yaz aylarında önemli olduğu görülmüştür. Karacaoğlu vd. (2006) yaptıkları çalışmada *M. aeruginosa*, *Anabaena* (*Dolichospermum*) *affinis*, *A. spiroides* türlerinin Temmuz 1998'de toplam organizmanın % 52'sini oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada toksik karakterli Cyanobacteria türlerinden *D. spiroides*, yüksek organizma sayısına Ağustos ayında ulaşmış ancak çalışma dönemi boyunca nispi bolluğu % 23'ün üzerine çıkmamıştır. *Microcystis* türlerinin ise nispi bollukları % 5'in üzerine çıkmamış, *M. aeruginosa* en yüksek organizma sayısına Ağustos 1. istasyonda % 2,8 olarak ulaşmış, diğer bulunduğu istasyonlarda ise nispi bolluğu % 1'in üzerinde tespit edilmemiştir. Her ne kadar *M. aeruginosa* gölde eski

yıllara göre yüksek bolluk değerlerine ulaşmamışsa da TWINSPAN analizi sonuçları sıcak periyotta göldeki önemli indikatör organizmalardan birinin bu tür olduğuna işaret etmektedir (Şekil 6).

Önceki çalışmalar ile bulunan veriler karşılaştırıldığında, takson çeşitliliği yaklaşık 2,7 kat azalmakla birlikte bu çalışmada kaydedilen Bacillariophyta'ya ait taksonların büyük kısmının 1998 - 1999 döneminde gerçekleştirilmiş fitoplankton (Karacaoğlu vd. 2004) ve bentik alg florası (Dalkıran 2000) çalışmalarında gölde tespit edilmiş olan taksonlardan oluştuğu tespit edilmiş, yeni çalışmada Bacillariophyta filumuna ait sadece 2 yeni kayıt takson tespit edilmiştir. Ancak 1998 - 1999 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmada yüksek organizma sayısı ve tekerrür oranına sahip türlerden olan *Aulacoseira subarctica* (Karacaoğlu vd. 2004, 2006), bu çalışmada düşük tekerrür oranında tespit edilmiştir. Eski çalışmada yine sentrik diyatomelerden *Cyclotella* spp. ve *Stephanodiscus* spp. önemli bolluk ve tekerrür oranlarında tespit edilmiştir. Bu çalışma periyodunda ise *Stephanodiscus* türlerine rastlanmamış, *Cyclotella* spp. ve *Cyclostephanos dubius* ise yüksek tekerrür oranında tespit edilmiştir.

Tür kompozisyonunda en büyük değişiklik Chlorophyta filumunda gözlenmiştir. Bu çalışmada şimdiye kadar gölde yapılan çalışmalarda tespit edilmemiş 23 yeni takson kaydedilmiştir. Bunlardan en fazla öne çıkan taksonlar *Dichotomococcus curvatus*, *Nephroselmis* sp., ve *Scenedesmus subspicatus* olmuştur. Bunun dışında Miazoa'dan 5, Euglenophyta'dan 4, Charophyta ve Ochrophyta'dan 3'er takson gölde yeni kayıt taksonlar olmuştur.

Temmuz 1998 - Haziran 1999 çalışma dönemi boyunca çoğunlukla hakim organizma grubunun Bacillariophyta olduğu, Cyanobacteria'nın Temmuz 1998've Haziran 1999'da baskın duruma geçtiği, Ağustos 98'de ise Bacillariophyta'dan sonra ikinci hakim grup olduğu tespit edilmiştir (Karacaoğlu vd. 2006). Chlorophyta ise maksimum yoğunluğuna Kasım 1998'de ulaşmış, ikinci önemli artışını ise Ağustos 1998'de gerçekleştirmiştir (Karacaoğlu vd. 2006). Bu çalışmada ise Haziran ve Temmuz 2006'da baskın organizma grupları Chlorophyta ve Cyanobacteria iken, Ağustos ve Eylül 2006'da Bacillariophyta ve Cyanobacteria olmuş, Ekim 2006 - Ocak 2007 döneminde ise Bacillariophyta baskın duruma geçmiştir. Yaz ve Sonbahar başlangıcında hakim organizma grubunun Bacillariophyta'dan Cyanobacteria'ya kayması göldeki trofik seviyenin olumsuz yönde değiştiğinin göstergelerindedir. Jeppesen vd. (2000), Toplam fosfor değişiminin fitoplankton komünite yapısını değiştirdiğini ifade etmektedirler. Bu araştırmacılara göre düşük fosfor değerlerinde dinoflagellatlar, yeşil algler,

diyatomeler ve Chrysophyta dominant iken orta seviye fosfor değerlerinde Siyanobakteriler ve diyatomelerin, yüksek fosfor değerlerinde ise yeşil alglerin ve Siyanobakterilerin dominant olduğunu söylemektedirler (Jeppesen vd. 2000). Elmacı vd. (2009) ise Şubat 2003- Ocak 2004 tarihleri arasında gölde yaptıkları çalışmada fosforun gölde sınırlayıcı besin tuzu olduğunu tespit etmişlerdir. Uluabat Gölü'ndeki komünite yapısının yıllara bağlı benzer değişimin sebebi olarak gölde azot ve fosfor yükü artışı olduğu düşünülmektedir.

Göldeki fitoplankton yoğunluğu en yüksek 20 525 org/ml olarak Kasım 2006'da 1. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 3). İkinci en yüksek toplam organizma sayısı ise yine 1. istasyonda Eylül 2006'da 17 431 org/ml olarak tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da Cyanobacteria hakim organizma grubu olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). 1998 - 1999 yılları arasında yapılan çalışmada, istasyonların ortalama değerlerine göre en yüksek toplam organizma sayısı 7 094 org/ml olarak Ağustos 1998'de belirlenmiştir (Karacaoğlu vd. 2006). İstasyonlar tek tek ele alındığında ise en yüksek toplam organizma sayısı Ağustos 98'de 5. istasyonda 11 553 org/ml olarak belirlenmiş, toplam organizmanın %69'unu Bacillariophyta, % 20'sini ise Cyanobacteria oluşturmuştur (Karacaoğlu 2000). Her iki çalışmada da bu istasyonlar gölün en kirli bölgesi olarak bilinen Akçalar açıklarındadır. 1998 - 1999 çalışma döneminde diğer dört istasyonda ise toplam organizma sayısı 6 000'in üzerine çıkmamıştır (Karacaoğlu 2000). Bu bulgular yıllara bağlı olarak toplam organizma sayısında yaklaşık iki - üç kat artış olduğunu göstermekte ve gölün trofik seviyesinde negatif yönde değişim olduğunu işaret etmektedir.

Toplam takson zenginliği değerlerinde gözlenen yıllara bağlı düşüş yine trofik seviyenin olumsuz yönde değiştiğini gösteren bulgulardandır. Bu çalışmada en yüksek toplam takson zenginliği 65 olarak Eylül 2006'da, en düşük toplam takson zenginliği ise 13 olarak Kasım 2006'da tespit edilmiştir (Şekil 4). Karacaoğlu vd. (2006) 1998-1999 yılları arasındaki çalışmada toplam takson sayısının 35 ile 76 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmada Nygaard'ın Trofik Durum İndeksi (Nygaard 1949) 19,6 olarak belirlenmiş ve gölün fitoplankton kompozisyonuna göre ötrofik karakterde olduğu tespit edilmiştir. Yılmaz (2013) Sazlıdere Baraj gölünün bu indekse ve tür çeşitliliğine göre gölün trofik seviyesinin mezotrofikten ötoftrofiğe doğru kaydığını tespit etmiştir. Karacaoğlu vd. (2004)'nin yaptığı çalışmada tespit edilen veriler kullanılarak bu indeks hesaplanmış ve indeks değeri 15,67 olarak belirlenmiştir. Bu iki çalışma karşılaştırıldığında her

iki dönemde de gölün ötrofik karakterde olduğu ancak son yapılan çalışmadaki değerin daha yüksek olması nedeni ile göldeki ötrofikasyon oranında yıllara bağlı artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca gölde tespit edilen tür çeşitliliğinin de yaklaşık yarı yarıya azalması, istasyonlara göre takson zenginliğinin azalması ve fitoplankton yoğunluğunun yaklaşık iki ila üç kat artış göstermesi göldeki trofik seviyenin arttığını gösteren diğer bulgulardır. Elmacı vd. (2009), Şubat 2003 - Ocak 2004 tarihleri arasında gölde yaptıkları çalışmada toplam fosfor, seki derinliği ve klorofil-a değerlerine göre gölün ötrofik karakterde olduğunu tespit etmişlerdir.

Ötrofik sığ göllerin en önemli özelliklerinden bir tanesi fitoplankton artışına ve askıda katı madde miktarına bağlı olarak bulanıklığın yüksek olmasıdır. Bulut vd. (2010) gölde bulanıklığın yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bulanıklığın yüksek olması göl dibine güneş ışığının girişini azaltarak suya batık sucul bitkilerin göl içinde azalmasına ya da yok olmasına sebep olur. Bulanık su safhasında fitoplankton yoğunluğu fazladır. Sığ göllerde iki alternatif dengeli safha oluşur; suya batık bitkilerin bol olduğu berrak su safhası ve yüksek fitoplankton yoğunluğunun gözlemlendiği bulanık su safhasıdır (Scheffer vd. 1993). Bulanıklığın ve fitoplankton yoğunluğunun yüksek olması Uluabat Gölü'nün bulanık su safhasında olduğunu işaret etmektedir.

Yapılan bu çalışma sonunda Uluabat Gölü fitoplanktonunun yıllara göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda fitoplankton tür çeşitliliği ve kompozisyonunun trofik seviyeyi ve ekolojik kaliteyi belirlemek için kullanılabilirlik önemli bir organizma grubu olduğu da ortaya konmuştur. Toksin üretebilen bazı Cyanobacteria taksonlarının varlığının bulunması gölün risk altında olduğunu göstermekte, bu nedenle düzenli aralıklarla gölün fitoplankton kompozisyonunun ve tür çeşitliliğinin izlenmesinin gerekliliği açığa çıkmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiş 'Uluabat ve İznik göllerindeki ekonomik balık stoklarının tespiti ve sürdürülebilirliklerinin araştırılması' adlı projenin bir bölümüdür.

Kaynaklar

Akbulut A, Dügel M. 2008. Planktonic Diatom Assemblages And Their Relationship to Environmental Variables in Lakes of Salt Lake Basin (Central Anatolia-Turkey). *Fresen Environ Bull.* 17(2):154-164.

- Akcaalan R, Albay M, Gürevin C, Çevik F. 2007. The influence of environmental conditions on the morphological variability of phytoplankton in an oligo-mesotrophic Turkish lake. *Ann Limnol -Int J Lim.* 43(1):21-28.
- Artüz Mİ, Korkmaz K.1981. Su kirlenmesi açısından Apolyont Gölünde yapılan araştırmalara ilişkin ön rapor. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Su Kirlenmesi Araştırmaları Kısmı.
- Aykulu G, Obalı O.1981. Phytoplankton biomass in the Kurtboğazi Dam Lake. *Comun Fac Sci Univ Ank.* 24:29-45.
- Bulut C, Atay R, Uysal K, Köse E, Çınar Ş. 2010. Uluabat Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.* 25(1):9-18.
- Çınar Ş, Küçükpara R, Balık İ, Çubuk H. 2013. Uluabat (Apolyont) Gölü'ndeki balık faunasının tespiti, tür kompozisyonu ve ticari avcılığın türlere göre dağılımı. *Journal of FisheriesSciencescom.* 7(4):309-316.
- Çınar Ş, Küçükpara R, Ceylan M, Çubuk H, Erol KG, Akçimen U. 2008. Uluabat Gölündeki Kızılkanat (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758) populasyonunun büyüme parametrelerinin araştırılması. *EgeJFAS.* 25(4):289- 293.
- Dalkıran N. 2000. Uluabat (Bursa) Gölü'nün epipelik, epifitik ve epilimnik alglerinin mevsimsel değişimi. [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi. 177 s.
- Demirhindi Ü. 1972. The preliminary planktonic investigations in the coastal lagoons and several brackish water lakes of Turkey. *İÜ Fen Fak Mec Seri B.* 37(3-4):205-232.
- Elmacı A, Özen N, Teksoy A, Olcay Topaç F, Başkaya HS. 2009. Evaluation of trophic state of Lake Uluabat, Turkey. *J Environ Biol.* 30(5):757-760.
- EU 2000. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000. Establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities.
- Fakıoğlu Ö, Demir N. 2011. Beyşehir Gölü Fitoplankton Biyokütlesinin Mevsimsel ve Yersel Değişimleri. *Ekoloji.* 20(80):23-32. doi: 10.5053/ekoloji.2011.804
- Felisberto SA, Leandrini JA, Rodrigues L. 2011. Effects of nutrients enrichment on algal communities: An experimental in mesocosms approach. *Acta Limnologica Brasiliensia.* 23(2):128-137. doi: 10.1590/S2179-975X2011000200003
- Feng L, Liu S, Wu W, Ma J, Li P, Xu H, Li N, Feng Y. 2016. Dominant genera of cyanobacteria in Lake Taihu and their relationships with environmental factors. *J Microbiol.* 54(7):468-476. doi: 10.1007/s12275-016-6037-4
- Guiry MD, Guiry GM. 2016. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [Erişim tarihi: 01 Ağu 2016]. Erişim Adresi: http://www.algaebase.org
- Hill MO, Gauch HG. 1980. Detrended Correspondence Analysis: An improved ordination technique. *Vegetatio.* 42:47-58.
- Hill MO. 1979. TWINSPAN-a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes, Cornell University, New York.
- Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das phytoplankton des Sübwassers. 5. Teil. Band XVI. Chlorophyceae, Volvocales. Stuttgart.
- Hustedt F, 1930. Bacillariophyta (Diatomeae) Heft: 10 a Pascher Die Süsswasser Flora Mitteleuropas, Gustav Fischer, Germany. 468 s.
- Jeppesen E, Jensen JP, Søndergaard M, Lauridsen T, Landkildehus F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: Changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biol.* 45(2):201-218. doi: 10.1046/j.1365-2427.2000.00675.x
- John, DM, Whitton BA, Brook AJ. 2003. The freshwater algal flora of the british isles. Cambridge University Press, Cambridge. 702 s.
- Karacaoğlu D, Dalkıran N, Dere Ş. 2006. Factors affecting the phytoplankton diversity and richness in a shallow eutrophic lake in Turkey. *J Freshwater Ecol.* 21(4):575-581. doi: 10.1080/02705060.2006.9664118
- Karacaoğlu D, Dere Ş, Dalkıran N. 2004. A taxonomic study on the phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). *Turk J Bot.* 28:473-485.
- Karacaoğlu D. 2000. Uluabat Gölü'nün (Bursa) fitoplanktonunun mevsimsel değişimi. [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi. 169 s.
- Komárek J, Anagnostidis K. 1999. Sübwasserflora von mitteleuropa, Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. Gustav Fischer, Germany. 548 s.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1991a. Süßwasserflora von mitteleuropa, Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer 576 s.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1991b. Süßwasserflora von mitteleuropa, Bacillariophyceae 4 Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis. Gustav Fischer 437 s.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1997a. Süßwasserflora von mitteleuropa, Bacillariophyceae 1 Teil: Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin, 875 s.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1997b. Süßwasserflora von mitteleuropa, Bacillariophyceae 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin 611 s.
- Leps J, Smilauer P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press.
- Lv J, Wu H, Chen M. 2011. Effects of nitrogen and phosphorus on phytoplankton composition and biomass in 15 subtropical, urban shallow lakes in Wuhan, China. *Limnologica.* 41(1):48-56. doi: 10.1016/j.limno.2010.03.003
- Nygaard G. 1949. Hydrobiological studies in some ponds and lakes. Part II: The quotient hypothesis and some

- new or little known phytoplankton organisms. *Kgl Danske Vidensk Selsk Biol Skrifter*. 7(1):1-293.
- OECD 1982. Organization for economic cooperation and development. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Technical Report. Environment Directorate. OECD, Paris.
- Ongun Sevindik T, Tunca H, Önem B, Arabaci Tamer S. 2014. Temporal fluctuations of the phytoplankton community in an isolated floodplain lake (North Mollaköy Lake) of the Sakarya River (Northern Turkey). *Oceanol Hydrobiol St.* 43(4):381-392. doi: 10.2478/s13545-014-0156-5
- Patrick RC, Reimer W. 1966. The diatoms of the United States. Volume I. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia USA 688 s.
- Patrick RC, Reimer W. 1975. The diatoms of the United States. Volume II. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia USA 213 s.
- Prescott GW. 1961. Algae of the Western Great Lakes area. Brown Company Publishers, Dubuque Iowa. 976 s.
- Rawson DS. 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limnol Oceanogr.* 1(1):18-25. doi: 10.4319/lo.1956.1.1.0018
- Reynolds CS. 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? *Hydrobiologia.* 369:11-26. doi: 10.1023/A:1017062213207
- Scheffer M, Hosper SH, Meijer ML, Moss B, Jeppesen E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol Evolut.* 8:275-279.
- ter Braak CJF, Prentice IC. 1988. A theory of gradient analysis. *Adv Ecol Res*, 18:271-317
- ter Braak CJF, Smilauer P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, NY, 500 s.
- Tian C, Pei H, Hu W, Xie J. 2012. Variation of cyanobacteria with different environmental conditions in Nansi Lake, China. *J Environ Sci.* 23(8):1394-1402. doi: 10.1016/S1001-0742(11)60964-9
- Touzet N. 2011. Mesoscale survey of western and northwestern Irish lakes e Spatial and aestival patterns in trophic status and phytoplankton community structure. *J Environ Manage.* 92(10):2844-2854. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.06.034
- Ulcay S, Kurt O, Taşkın E, Öztürk M. 2010. Uluabat (Apolyont) Gölü'nde (Bursa) gözlenen mevsimsel toksik mavi-yeşil alg (Cyanobacteria, Cyanophyceae) çoğalması. *BIBAD.* 3(1):117-120.
- Wang L, Wang C, Deng D, Zhao X, Zhou Z. 2015. Temporal and spatial variations in phytoplankton: correlations with environmental factors in Shengjin Lake, China. *Environ Sci Pollut Res.* 22(22):14144-14156. doi: 10.1007/s11356-015-4640-2
- Yerli SV, Ersin Kıvrak E, Gürbüz H, Manav E, Mangıt F, Türkecan O. 2012. Phytoplankton community, nutrients and Chlorophyll a in Lake Mogan (Turkey); with comparison between current and old data. *Turk J Fish Aquat Sc.* 12(1):95-104. doi: 10.4194/1303-2712-v12_1_12
- Yılmaz N. 2013. Phytoplankton composition of Sazlidere Dam lake, Istanbul, Turkey. *Maejo Int J Sci Technol.* 7(2):203-211.
- Zębek E. 2016. Long-term cyanobacterial dynamics as related to physicochemical water parameters in a restored urban lake. *J Elem.* 21(1):269-282. doi: 10.5601/jelem.2015.20.2.882