

Tortum Gölü'nün (Erzurum) Bentik Alg Florasının Mevsimsel Değişimi

*Ersin Kıvrak¹, Hasan Gürbüz²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye.

²Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, 25240, Erzurum, Türkiye

*E mail: ekivrak@aku.edu.tr

Abstract: *Seasonal changes of the benthic algal flora of Tortum Lake (Erzurum).* Composition, density and seasonal changes of the benthic algal flora of Tortum Lake were studied between March 2002 and February 2003. The collected data were compared with the data collected 21 years ago. In this study, *Navicula capitata* var. *hungarica* (Grunow) Ross, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Cymbella affinis* Kütz., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow, *Nitzschia sublinearis* Hust., *Cyclotella krammeri* Håk., *Merismopedia elegans* A. Braun were dominant in the epilithic algal flora. Increases of the flora density were observed during early summer and autumn. *Cymbella affinis*, *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirchner, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kütz.) Lange-Bert., *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cyclotella krammeri* were the most abundant and common taxa in the epilithic algal flora. *Spirogyra aequinoctialis* G. S. West were found in high abundance in the epilithic algal flora only in summer months. We drew a conclusion that the benthic algal flora was affected from organically polluted of the lake.

Key Words: Benthic algae, seasonal variations, eutrophication, Tortum Lake.

Özet: Mart 2002-Şubat 2003 tarihleri arasında Tortum Gölü'nün bentik alglerinin kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Elde edilen veriler 21 yıl önce yapılan araştırmanın sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada *Navicula capitata* var. *hungarica* (Grunow) Ross, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Cymbella affinis* Kütz., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow, *Nitzschia sublinearis* Hust., *Cyclotella krammeri* Håk., *Merismopedia elegans* A. Braun epilithik alg florasında dominant taksonlar olmuştur. Yaz başında ve sonbaharda epilithik florada artış gözlenmiştir. *Cymbella affinis*, *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirchner, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kütz.) Lange-Bert., *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cyclotella krammeri* epilithik alg florasında bol ve yaygın bulunan taksonlardır. *Spirogyra aequinoctialis* G. S. West ise sadece yaz aylarında epilithik florada çok bol olarak bulunmuştur. Bentik alg florasının, gölün organik maddelerle kirlenmesinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bentik algler, mevsimsel değişim, ötrofikasyon, Tortum Gölü.

Giriş

Bentik algler göl ekosistemlerinin en önemli üyeleridir ve oldukça zengin tür çeşitliliğine sahiptir (Stevenson ve Stoermer, 1981; Kingston ve diğ., 1983). Aynı zamanda bentik algler göl primer üretimine büyük katkıda bulunurlar ve littoral bölge üretiminin temelini oluştururlar (James ve diğ., 2000). Alg türlerinin yoğunlukları ve dağılımları suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinden çok etkilenir (Charles, 1985; Round, 1984; Aktan ve Aykulu, 2001). Son yıllarda alg türleri ve çevresel faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya konulması, alglerin göl ve nehirlerin su kalitesinin biyolojik yolla belirlenmesindeki kullanımını yaygınlaştırmıştır (Charles, 1985). Türkiye'de de göl, gölet ve baraj göllerinin bentik alg florasının tespiti ve mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik çalışmalar artarak devam etmektedir (Aktan ve Aykulu, 2001; Gürbüz ve Kıvrak, 2003; Kıvrak ve Gürbüz, 2005). Bununla beraber, bentik alglerin uzun dönem değişimini belirlemeye yönelik araştırmalar son yıllarda yapılmaya başlanmıştır.

Tortum Gölü'nde 1979-1981 yıllarında yapılan çalışmalarda gölün alg florası ve mevsimsel değişimi incelenmiş, göl suyunun fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır (Altuner, 1982). Tortum Gölü son yıllarda Tortum ve Uzundere ilçeleri ve orta büyüklükteki köy ve kasabalardan

gelen tarım ve evsel kaynaklı atıksu deşarjı nedeniyle kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bu kirlenme göl ekosistemini etkileyerek göl suyunun fiziksel-kimyasal özelliklerinin değişmesine ve bentik alg florasının kompozisyonun uzun dönemde etkilenmesine neden olabilmektedir.

Bu çalışmada, Tortum Gölü'nün bentik alg florasının çevresel faktörlere bağlı olarak günümüzdeki mevsimsel değişiminin incelenmesi ve elde edilen verilerin 21 yıl önce yapılan çalışmanın sonuçlarıyla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

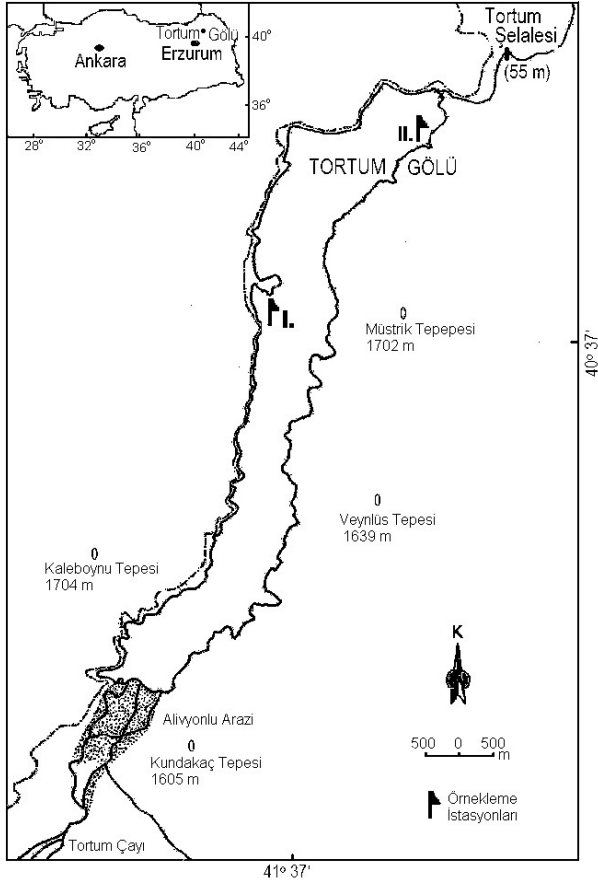
Materyal ve Yöntem

Tortum Gölü Erzurum'un kuzey doğusunda yer alan doğal bir set gölüdür (Şekil 1). Göl deniz seviyesinden 1010 m yüksekliktedir. Göl 11 km uzunluğa ve yaklaşık 0.7 km genişliğe sahiptir. Gölü çevreleyen dağlar göle dik eğimli ve kayalıklar şeklinde indiğinden, gölde sadece iki örnekleme istasyonu belirlenmiştir. Örnekleme istasyonları 21 yıl önce Altuner (1982) tarafından belirlenen istasyonlarla uygunluk göstermektedir (Şekil 1).

I. İstasyon: Erzurum-Artvin karayolu kenarında kıyı şeridinin göle girinti yaptığı Uzunburun denilen bölgededir. Zemin sarımsı çamurlu bir sedimanla örtülmüştür.

II. İstasyon: Gölün kuzey kısmında, su savakları ile göl

suyunun elektrik santreline bırakıldığı kıyı şeridinden seçilmiştir. İstasyon organik maddece zengin bir sediman yapısına sahiptir.



Şekil 1. Tortum Gölünde örnek alma istasyonları

Tortum Gölü'nden su ve alg örnekleri, Mart 2002 ve Şubat 2003 tarihleri arasında iki istasyondan aylık olarak alınmıştır. Epipelik alg örnekleri 0.8 cm çapında ve 100 cm uzunluğunda plastik bir boruyla sediment yüzeyinden toplanmıştır. Epilitik algleri incelemek amacıyla, gölde seçilen istasyon bölgesinden yaklaşık 10-15 cm çapında taşlar toplanarak nemleri kurumadan laboratuara getirilmiştir. Epilitik algler, toplanan taşların yüzeyinden bir fırça yardımıyla kazınmıştır. Elde edilen epipelik ve epilistik alglerden geçici preparatlar hazırlanarak diyatome dışındaki alg taksonlarının teşhisi yapılmıştır. Epipelik alglerin yoğunluklarının hesaplanmasında Round (1953)'ün metodundan yararlanılmıştır. Diyatomelerin teşhisi için örnekler asitle ısıtılarak diyatomelerin ihtiva ettiği organik madde uzaklaştırılmıştır. Daha sonra diyatomelerin daimi preparatları hazırlanmış ve teşhisleri yapılmıştır (Hasle, 1978). Diyatomelerin nispi bolluk derecesi yüzde olarak hesaplanmıştır. Alglerin teşhisinde Patrick ve Reimer (1966, 1975), Prescott (1982) Huber-Pestalozzi (1961), Komárek ve Fott (1983) Krammer ve Lange-Bertalot (1986; 1991a; 1991b; 1999) dan yararlanılmıştır.

Sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen örnek alma anında multilab-P4 (WTW) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Kalsiyum (Ca^{2+}), kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), kalsiyum bikarbonat (HCO_3^-) ve magnezyum (Mg^{2+}) konsantrasyonları titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Amonyum (NH_4-N), nitrit (NO_2-N), nitrat (NO_3-N) ve çözülmüş fosfat (PO_4-P) konsantrasyonları APHA (1995) tarafından önerilen standart metotlar kullanılarak ölçülmüştür.

Bulgular

Tortum Gölü'nde araştırma süresi içinde en düşük su sıcaklığı değeri Ocak 2003'de 6.5 °C olarak ölçülmüştür. En yüksek sıcaklık değeri ise Ağustos 2002'de 23.5 °C olarak ölçülmüştür.

Araştırma süresince elektriksel iletkenlik değerleri 254 ile 362 $\mu S/cm$ arasında değişme göstermiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri ilkbahar sonlarında düşük değerlerde ölçülürken, sonbaharda daha yüksek değerlerde ölçülmüştür. Göl yüzey suyunun pH değerleri 7.8 ile 8.5 arasında bulunmuştur.

Tortum Gölü'nde ölçülen iyonların ortalama konsantrasyonları Tablo 1'de sunulmuştur. Bu araştırma periyodunda, HCO_3^- ve SO_4^{2-} konsantrasyonları yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cl^- konsantrasyonu oldukça düşük olarak bulunmuştur. Ca^{2+} konsantrasyonu 22.8 ile 36 mg/lit arasında değişim göstermiştir. Mg^{2+} konsantrasyonunun ise 16.6 ile 29.2 mg/lit arasında değiştiği bulunmuştur. Alkalinite değerleri 112.4 ile 136.2 mg/lit arasında değişim göstermiştir.

Tortum Gölü yüzey sularında yapılan ölçümlerde fosfat (PO_4-P) konsantrasyonunun 0.015 ile 0.075 mg/lit arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Amonyum (NH_4-N) konsantrasyonları araştırma süresi boyunca nispeten yüksek değerlerde ölçülmüştür (0.07-0.25 mg/lit). Nitrit (NO_2-N) konsantrasyonları 0.003 ile 0.012 mg/lit arasında ve nitrat (NO_3-N) konsantrasyonları 0.3 ile 0.65 mg/lit arasında ölçülmüştür (Tablo 1).

Mart 2002 ve Şubat 2003 tarihleri arasında yapılan bu araştırma esnasında Tortum Gölü'nün bentik alg florasında Cyanophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta ve Chlorophyta bölümlerine ait toplam 121 tür tespit edilmiştir. Bu araştırmada tanımlanan türlerin listesi Tablo 2' de verilmiştir.

Araştırma süresi boyunca her iki istasyonda Bacillariophyta grubu birey yoğunluğu bakımında dominant olmuştur ve epipelik alg komunitasinin önemli bir kısmını oluşturmuştur. Bacillariophyta bölümünden *Navicula*, *Amphora* ve *Cymbella* türleri epipelik florada dominant olarak gözlenmiştir. Cyanophyta bölümünden *Merismopedia elegans* A. Braun, *Pseudoanabaena* sp. ve *Oscillatoria limosa* (Agardh) Gomont türleri ise ilkbahar başlarında, yaz ve sonbaharda belirgin bir artış göstermiştir. Chlorophyta ve Euglenophyta üyelerine araştırma süresince çok düşük sayılarda ve nadiren rastlanmıştır. Mart 2002-Şubat 2003 tarihlerinde ve 21 yıl önce (1979-1981) dominant olarak gözlenen türlerin mevsimsel değişimi Tablo 3'de verilmiştir.

Sedimanlar üzerinde yaşayan epipelik alglerin mevsimsel değişimi ve dominant türlerin dağılımı her iki istasyonda da araştırma süresince benzer bir durum göstermiştir (Şekil 2).

Araştırma süresince her iki istasyonda da alglerin yoğunluğu hemen hemen birbirine yakın hesaplanmıştır.

Mart ayından itibaren su sıcaklığın artmasıyla epipelik algler etkili bir gelişme göstererek, yoğunluğunu Nisan 2002'de hemen hemen iki katına çıkarmıştır. Bu gelişmede Bacillariophyta bölümünden *Navicula capitata* var. *hungarica* (Grunow) Ross, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Cymbella affinis* Kütz. ve *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz.; Cyanophyta bölümünden *Merismopedia elegans* önemli rol oynamıştır. Bu dönemde epipelik alg florasının %86'sını Bacillariophyta üyeleri ve %14'ünü Cyanophyta üyeleri oluşturmuştur. Mayıs ayında ve Haziran ayı başlarında eriyen kar sularının ve yağmur sularının gölü doldurması sonucu, gölün su seviyesinde aşırı artış olması sebebiyle örnek alma istasyonları su altında kalmıştır. Bundan dolayı I. istasyondan Mayıs ayında, II. istasyondan Mayıs ve Haziran aylarında örnek alınamamıştır.

Yaz başında göl su seviyesinin normal düzeye dönmeye başlamasıyla, epipelik alg florasında daha belirgin bir artış gözlenmiştir. Her iki istasyonda da *Navicula capitata* var. *hungarica*, *Navicula cryptocephala*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow ve *Nitzschia sublinearis* Hust. türleri bu çoğalmada etkili olmuştur. Bu dönemde *Cyclotella krammeri* Håk.'a epipelik florada bol olarak rastlanmıştır. Epipelik algler Temmuz ayında en yüksek organizma sayısına ulaşmıştır. Ağustos ayında Bacillariophyta üyeleri ve toplam organizma sayısında azalma gözlenirken, Cyanophyta üyelerinin (özellikle *Merismopedia elegans*, *Pseudoanabaena* sp. ve *Oscillatoria limosa*) sayısında fark edilebilir bir artış görülmüştür. Yaz döneminde toplam organizmanın %83 ünü Bacillariophyta, %16 ını Cyanophyta üyeleri oluşturmuştur. *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith, *Euglena* sp. ve *Chlamydomonas* sp. türlerine yaz döneminde düşük sayılarda rastlanmıştır.

Toplam birey yoğunluğunda Eylül ayında artış görülmüş, Ekim ayında en yüksek değerine ulaşmıştır. Kasım ayında azalmaya başlayan epipelik organizma yoğunluğu, Aralık ayında en düşük değerde bulunmuştur. Toplam birey yoğunluğunda Ocak ve Şubat aylarında çok az artış görülmüştür. Sonbahar ve kış döneminde *Navicula capitata* var.

hungarica, *Navicula cryptocephala*, *Amphora ovalis*, *Nitzschia sublinearis* ve *Cocconeis placentula* var. *euglypta* türleri önemli olmuştur. Şubat ayında *Merismopedia elegans*'in sayısında artış gözlenmiştir.

Epilitik alg topluluğunda ilkbahar döneminde, Bacillariophyta bölümünden *Cymbella affinis* ve *C. lanceolata* dominant olmuştur. Bu dönemde Chlorophyta bölümünden *Oedogonium* sp.'ye bol olarak rastlanmıştır. Yaz başında Chlorophyta bölümünden *Spirogyra aequinoctialis* G. S. West taşların yüzeyini kapladığından dolayı, taşların yüzeyi yeşil olarak görünmüştür. *Chlamydomonas* sp. de bu dönemde bol olarak bulunmuştur. Bu dönemde Bacillariophyta üyelerinden *Cymbella affinis*, *Cymbella lanceolata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kütz.) Lange-Bert. bol olarak kaydedilmiştir. Ağustos ayında Bacillariophyta üyeleri dominant olmuştur. Bu bölümden *Fragilaria capucina* var. *rumpens*, *Cocconeis plecentula* var. *euglypta*, *Cymbella affinis* ve *Cyclotella krammeri* bol olarak bulunmuştur. Sonbahar aylarında *Fragilaria capucina* var. *rumpens*, *Cymbella affinis*, *Cocconeis plecentula* var. *euglypta* ve *Amphora ovalis* bol olarak bulunmuştur. Bu dönemde *Oedogonium* sp., *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. ve *Chlamydomonas* sp. türleri nadiren kaydedilmiştir. Kış aylarında *Cymbella affinis*, *Cyclotella krammeri* ve *Cocconeis plecentula* var. *euglypta* bol olarak gözlenmiştir. *Oedogonium* sp.'ye az sayıda rastlanmıştır. Dominant epilitik diyatome taksonlarının nispi yoğunluklarının mevsimsel değişimleri Şekil 3'te verilmiştir.

Tartışma

Tortum Gölü'nde 1979-1981 yılları arasında yapılan araştırmada olduğu gibi (Altuner ve Aykulu, 1987), bu araştırmada da epipelik alg florasında Bacillariophyta üyeleri dominant olmuştur ve bu bölümü Cyanophyta üyeleri izlemiştir. Diğer bölümlerin üyelerine nadiren ve az sayıda rastlanmıştır. Tortum Gölü'nde bu araştırma esnasında dominant olan türler bir önceki araştırmada dominant olan türlerle benzerlik göstermesine rağmen, birey sayısında farklılıklar gözlenmiştir.

Tablo 1. Tortum Gölü'nün 2002 ve 2003 yıllarındaki bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

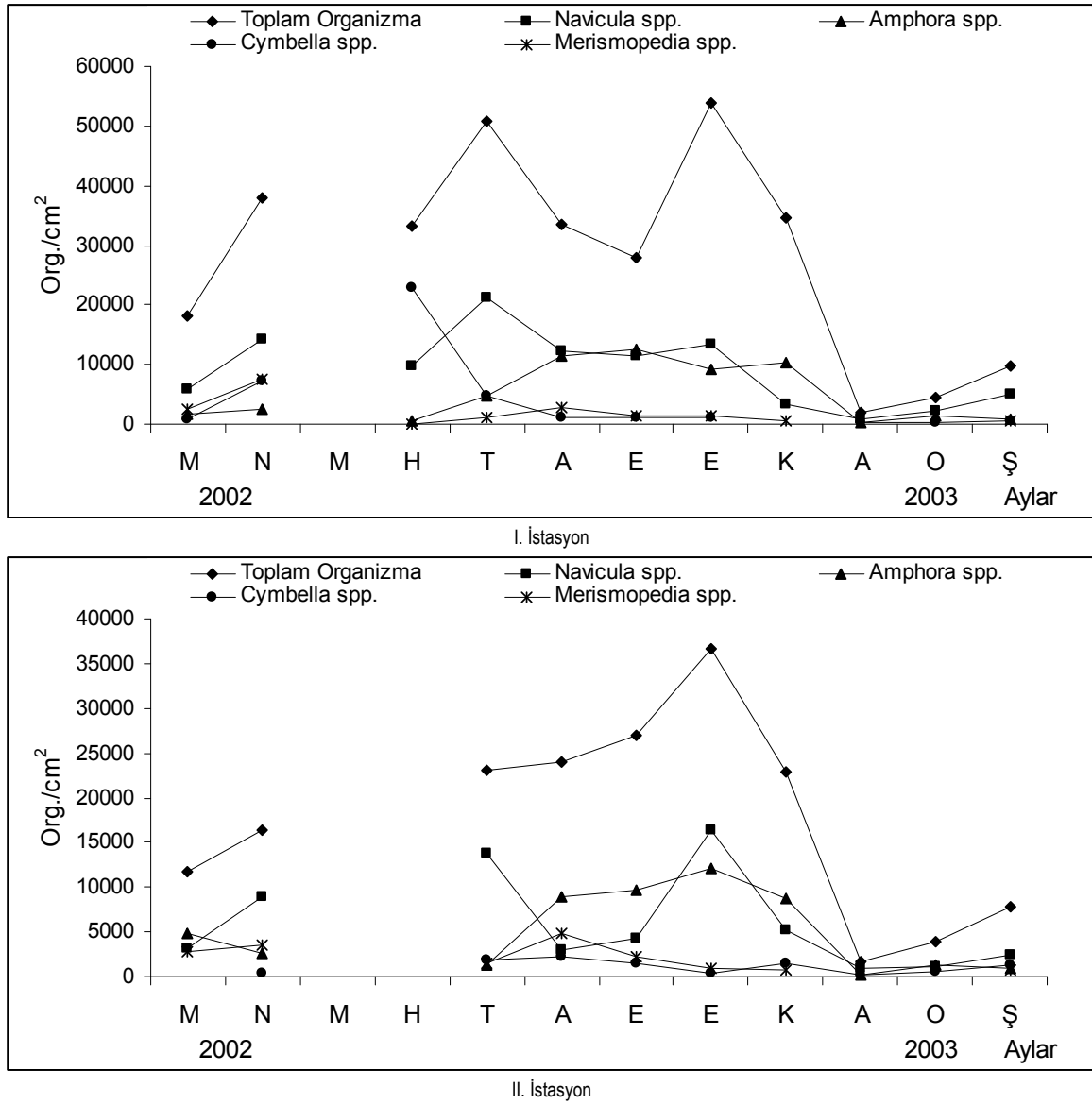
Parametreler	I. İstasyon		II. İstasyon	
	Ortalama değerler	Minimum ve maksimum değerler	Ortalama değerler	Minimum ve maksimum değerler
Sıcaklık (°C)	14.5	6.5-23	14.2	6.5-23.5
pH	8.1	7.9-8.5	8.0	7.8-8.5
Elektriki iletkenlik (µS/cm)	308	254- 356	315	260 - 362
K ⁺ (mg/lit)	2.8	2.4 - 3.2	2.6	2.2- 3.6
Na ⁺ (mg/lit)	14.5	11.8 - 22.6	15.4	10.2 - 20.4
Mg ²⁺ (mg/lit)	22.8	16.6 - 26.2	25.3	18.6 - 29.2
Ca ²⁺ (mg/lit)	25.6	22.8 - 30.0	28.6	24.8 - 36.0
Cl ⁻ (mg/lit)	7.8	4.6 - 10.7	7.4	3.8 - 9.6
SO ₄ ²⁻ (mg/lit)	58.6	25.7 - 114.8	62.6	32.4 - 124.2
HCO ₃ ⁻ (mg/lit)	146.4	125.3-158.6	145.7	128.6-164.6
Toplam Alkalinite (mg/lit)	124.6	112.4-136.2	122.3	114.6-134.8
NH ₄ -N (mg/lit)	0.16	0.07-0.25	0.15	0.09-0.22
NO ₂ -N (mg/lit)	0.009	0.003 - 0.012	0.075	0.005 - 0.012
NO ₃ -N (mg/lit)	0.48	0.3 - 0.65	0.46	0.3 - 0.55
PO ₄ -P (mg/lit)	0.050	0.015-0.075	0.050	0.015-0.075

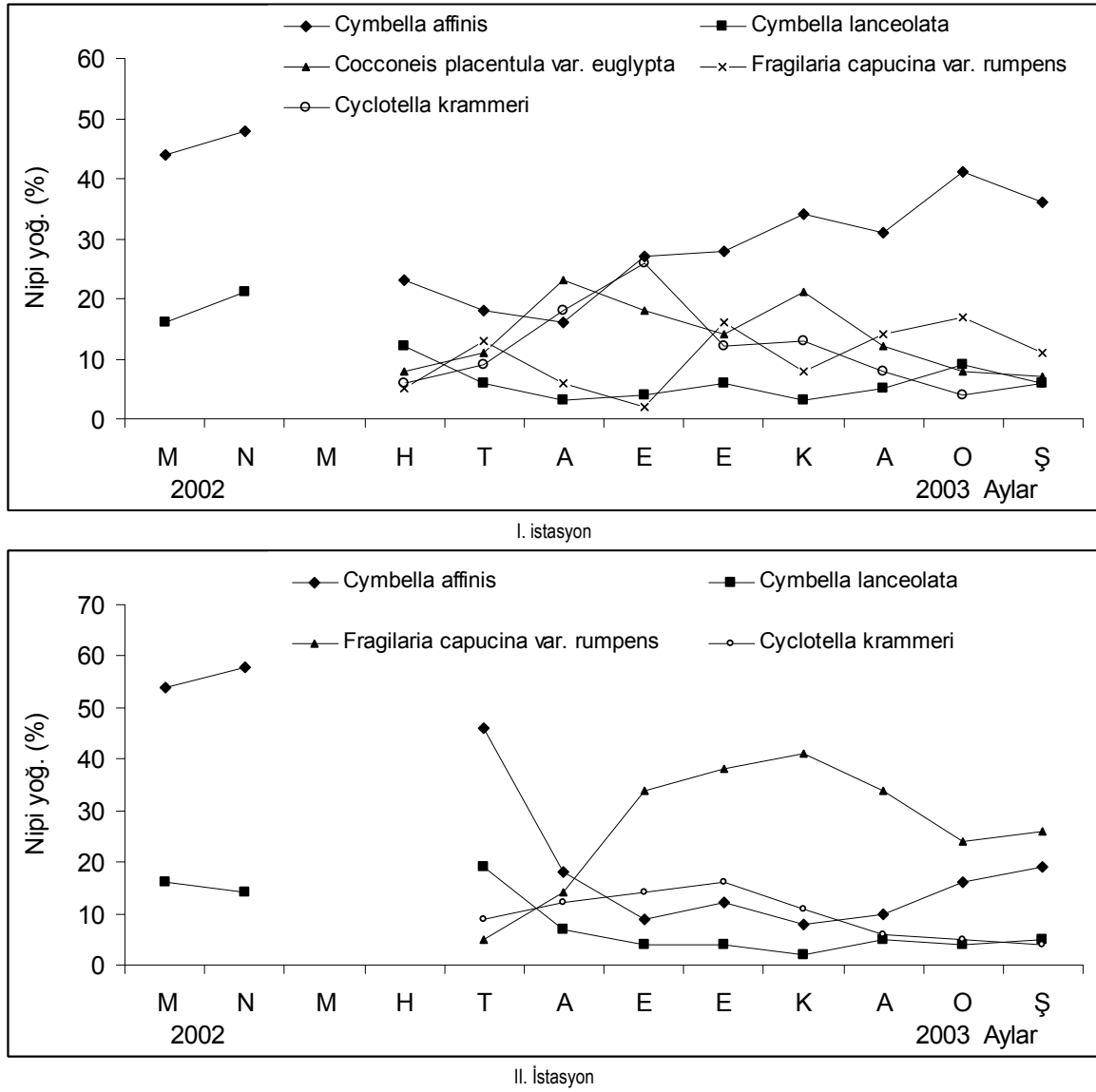
Tablo 2. Tortum Gölü'nde tespit edilen bentik alglerin listesi.

Cyanophyta	<i>F. famelica</i> (Kütz.) Lange-Bert.
<i>Anabaena aequalis</i> Borge	<i>F. leptostauron</i> (Ehrenb.) Hust.
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissl.) Lemmerm.	<i>F. leptostauron</i> var. <i>dubia</i> (Grunow) Hust.
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun	<i>F. parasitica</i> (W. Smith) Grunow
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	<i>F. pinnata</i> Ehrenb.
<i>Oscillatoria limosa</i> (Agardh) Gomont	<i>F. ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bert.
<i>Phormidium formosum</i> Bory ex Gomont	<i>F. ulna</i> var. <i>danica</i> (Kütz.) Lange-Bert.
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.
Dinophyta	<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. Müll.) Dujardin	<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz.
Bacillariophyta	<i>G. olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Cleve
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	<i>G. truncatum</i> Ehrenb.
<i>Cyclotella glomerata</i> H. Bachm.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.
<i>C. krammeri</i> Håk.	<i>Navicula capitata</i> Ehrenb.
<i>Melosira varians</i> Agardh	<i>N. capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grunow) Ross
<i>Achnanthes clevei</i> Grunow	<i>N. capitatoradiata</i> Germain
<i>A. flexella</i> (Kütz.) Brun.	<i>N. cryptocephala</i> Kütz.
<i>A. lanceolata</i> (Bréb.) Grunow	<i>N. cuspidata</i> (Kütz.) Kütz.
<i>A. linearis</i> (W. Smith) Grunow	<i>N. elginensis</i> (W. Greg.) Ralfs
<i>A. minutissima</i> Kütz.	<i>N. lanceolata</i> (Agardh) Ehrenb.
<i>Anomoeoneis serians</i> (Bréb.) Cleve	<i>N. plicata</i> Donkin
<i>A. vitrea</i> (Grunow) Ross	<i>N. radiosa</i> Kütz.
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	<i>N. salinarum</i> Grunow
<i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grunow	<i>N. subtilissima</i> Cleve
<i>A. veneta</i> Kütz.	<i>N. tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	<i>N. luscula</i> (Ehrenb.) Grunow
<i>C. schumanniana</i> (Grunow) Cleve	<i>N. veneta</i> Kütz.
<i>C. schumanniana</i> var. <i>biconstricta</i> (Grunow) Reichelt	<i>Neidium dubium</i> (Ehrenb.) Cleve
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow	<i>N. angustata</i> Grunow
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck	<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grunow
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) W. Smith	<i>N. fonticola</i> Grunow
<i>C. solea</i> (Bréb.) W. Smith	<i>N. gracilis</i> Hantzsch
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	<i>N. hantzschiiana</i> Rabenh.
<i>C. amphicephala</i> Nägeli	<i>N. inconspicua</i> Grunow
<i>C. aspera</i> (Ehrenb.) Peragallo	<i>N. microcephala</i> Grunow
<i>C. cistula</i> (Ehrenb.) Kirchner	<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith
<i>C. elginensis</i> Krammer	<i>N. paleacea</i> Grunow
<i>C. falaisensis</i> (Grunow) Krammer & Lange-Bert.	<i>N. recta</i> Hantzsch
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenb.) Kirchner	<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith
<i>C. latens</i> Krasske	<i>N. sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grunow) Grunow
<i>C. microcephala</i> Grunow	<i>N. sublinearis</i> Hust.
<i>C. naviculiformis</i> (Auerswald) Cleve	<i>Pinnularia appendiculata</i> (Agardh) Cleve
<i>C. prostrata</i> (Berk.) Cleve	<i>P. stomatophora</i> Grunow
<i>C. sinuata</i> Gregory	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bert.
<i>C. silesiaca</i> Bleisch.	<i>Surirella islandica</i> Østrup
<i>C. lumida</i> (Bréb.) Van Heurck	<i>S. linearis</i> W. Smith
<i>Denticula elegans</i> Kütz.	<i>S. minuta</i> Bréb.
<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenb.) Kirchner	<i>S. ovalis</i> Bréb.
<i>D. hyemalis</i> (Roth) Heiberg	Euglenophyta
<i>D. vulgaris</i> Bory	<i>Euglena polymorpha</i> P.A. Dang.
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve	<i>Euglena</i> sp.
<i>D. puella</i> (Schum.) Cleve	<i>Phacus acuminatus</i> A. Stokes
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenb.) Kütz.	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>E. turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	Chlorophyta
<i>Eunotia faba</i> (Ehrenb.) Grunow	<i>Chlamydomonas</i> sp.
<i>Fragilaria acus</i> (Kütz.) Lange-Bert.	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.
<i>F. biceps</i> (Kütz.) Lange-Bert.	<i>C. fracta</i> (O.F. Müll. ex Vahl) Kütz.
<i>F. capucina</i> var. <i>amphicephala</i> (Grunow) Lange-Bert.	<i>Oedogonium</i> sp.
<i>F. capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) Lange-Bert.	<i>Spirogyra aequinoctialis</i> G.S. West
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i> Hust.	<i>S. fuellebornei</i> Schmidle
<i>F. crotonensis</i> Kitton	<i>Ulothrix zonata</i> (Weber & D. Mohr) Kütz.
<i>F. dilatata</i> (Bréb.) Lange-Bert.	<i>Ulothrix tenuissima</i> Kütz.

Tablo 3. 1979-1981 ve 2002-2003 yıllarında Tortum Gölü epipelik alg florasında dominant türlerin mevsimsel değişimi.

Dominant türler	2002-2003 (Şimdiki çalışma)				1979 (Altuner ve Aykulu, 1987)		1980 (Altuner ve Aykulu, 1987)				1981 (Altuner ve Aykulu, 1987)
	İ.bahar	Yaz	S.bahar	Kış	S.bahar	Kış	İ.bahar	Yaz	S.bahar	Kış	Yaz
Bacillariophyta											
<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula cryptocephala</i>		+	+	+							
<i>Amphora ovalis</i>	+	+	+						+		+
<i>Cymbella affinis</i>	+										
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>		+		+							
<i>Cyclotella krammeri</i>		+									
<i>Nitzschia sublinearis</i>	+			+							
<i>Achnanthes minutissima</i>								+			
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>							+				
<i>Fragilaria pinnata</i>								+			
<i>Caloneis bacillum</i>											+
Cyanophyta											
<i>Merismopedia elegans</i>	+	+	+	+							
<i>Oscillatoria limosa</i>		+									

**Şekil 2.** Tortum Gölü sedimanları üzerinde dominant taksonların ve toplam organizma sayılarının mevsimsel değişimi



Şekil 3. Tortum Gölü'nde taşlar üzerindeki (epilitik) dominant diyatome taksonlarının nispi yoğunluklarının mevsimsel değişimleri.

Mart 2002- Şubat 2003 tarihleri arasında yapılan araştırmadan yaklaşık 21 yıl önce yapılan incelemede *Navicula capitata* var. *hungarica* I. örnekleme istasyonunda epipelik alg florasının % 90'ını oluştururken, II. örnekleme istasyonunda *Navicula capitata* var. *hungarica* ve *Amphora ovalis* epipelik alg florasının büyük bir kısmını oluşturmuştur (Altuner ve Aykulu, 1987). Bu araştırmada ise *Navicula capitata* var. *hungarica*, *Navicula cryptocephala*, *Cymbella affinis*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* ve *Cyclotella krammeri* epipelik alg florasında dominant türler olmuşlardır. *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptocephala*, *Amphora pediculus* (Kütz.) Grunow, *Epithemia* spp. nin ziraatsal ve evsel kaynaklı kirlenmeye toleranslı organizmalar olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (DeNicola ve diğ., 2004). *Amphora*, *Navicula* ve *Fragilaria* türleri ötrofikasyon ve kirlilik görülen İznik Gölü'nde de dominant olarak görülmüştür (Aktan ve Aykulu,

2001). Bununla beraber Nather Khan (1990) *Navicula* spp. hem organik madde bakımından zengin hem de organik madde bakımından fakir ortamlarda yaygın ve bol olarak bulunabileceğini açıklamıştır. Tortum Gölü'nde yapılan ilk çalışmada ve bu araştırmada epipelik florada *Navicula* spp. yoğunluk bakımından önemli olmuştur. *Cymbella* spp. ilkbaharın sonunda ve yazın başlarında dominant olmuştur. *Cymbella* spp. oligotrofik çevrelerin indikatörleri olarak kabul edilir (Soininen, 2004; Wu, 1999). İlkbahar aylarında yağmur ve eriyen kar suları Tortum Gölü'nü besleyen dere sularının besin tuzu yükünün seyrelmesine ve bulanıklığın artmasına neden olmuştur (Tablo1). Bu dönemde çevresel şartlar *Cymbella* spp. nin çoğalmasını teşvik etmiş olabilir. Planktonik olarak bilinen *Cyclotella* spp. nin sedimanlarda bol olarak bulunması, bu diyatomelerin pelajik ortamdan rüzgarın etkisiyle littoral ortama sürüklenmesiyle açıklanabilir. Ülkemizin diğer göllerinde yapılan çalışmalarda, *Cyclotella* spp. epipelik alg

florasında bol olarak kaydedilmiştir (Aktan ve Aykulu, 2001; Gürbüz ve Kıvrak, 2003). Tortum Gölü'nde *Amphora*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Navicula* türleri dominant olmuştur. Round (1960) bu türlerin türlerinin genellikle alkali ve kalkerli çevrelerde yaygın ve bol olarak bulunduğunu ifade etmiştir. 2002 ve 2003 yıllarında ve Altuner (1982) tarafından yapılan araştırmada da göl suyunun hafif alkali yapıda olduğu görülmüştür.

Merismopedia elegans ilkbahar başında ve yaz aylarında subdominant olarak kaydedilmiştir. *Pseudoanabaena* sp. ve *Oscillatoria limosa* sadece yaz ve sonbaharda artış göstermiştir. Cyanophyta üyelerinin artışı genellikle ışık, sıcaklık ve besin tuzunun fazla olduğu dönemlerde görülmektedir (Round, 1961). Organik kirlenmeye maruz kalan İznik Gölü'nde de *Merismopedia* ve *Oscillatoria* türleri yaygın olarak bulunmuştur (Aktan ve Aykulu, 2001).

Tortum Gölü'nün epipelik alg florasının mevsimsel gelişimi, gölde yapılan ilk araştırmaya uygunluk göstermiştir (Altuner, 1982). Göldeki akış hızının ve ani sel taşkınlarının sona erdiği yaz başında epipelik florada artış kaydedilmiştir. Bu dönemde ışık yoğunluğu ve su sıcaklığı alg gelişmesini teşvik etmiştir. Müller (1994) alg gelişimi ile ışık yoğunluğu ve su sıcaklığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu rapor etmiştir.

Cymbella affinis, *Cymbella lanceolata*, *Fragilaria capucina* var. *rumpens*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cyclotella krameri* epilitik alg florasında bol olarak kaydedilmiştir. Önceki çalışmada (Altuner, 1984) dominant olan *Achnanthes minutissima* Kütz. bu çalışmada düşük sayılarda kaydedilmiştir. *Achnanthes minutissima* oligotrofik ortamların dominant organizması olarak kabul edilir (Lange-Bertalot 1979; Kelly ve Whitton, 1995). *Spirogyra aequinoctialis* yaz aylarında epilitik florada dominant olmuştur. Nozaki ve diğ. (2003) ipliksi yeşil alglerin göllerin littoral bölgesinde aşırı gelişmesinin ötrofikasyonun biyolojik indikatörleri olduğunu bildirmişlerdir.

Tortum Gölü besin tuzu konsantrasyonlarına göre mesotrofik bir göl olarak sınıflandırılabilir (OECD, 1982; Wetzel, 1983). Bentik alg florasında dominant olarak gözlenen türler de (özellikle yaz ve sonbahar döneminde dominant olan türler) gölde ki ötrofikasyonun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. İlkbahar döneminde karların erimesi ve bol yağışlarının etkisiyle Tortum Gölü'nün en yüksek su seviyesine sahip olmasından dolayı, bu dönemde ötrofikasyon belirtisi gözlenmemesine rağmen, yaz ve sonbahar döneminde bentik alg florasının gölün organik maddelerle kirlenmesinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- Aktan, Y., G. Aykulu, 2001. Algal communities living on the littoral sediments of Lake Iznik. I. U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 12: 31-48 (in Turkish).
- Altuner, Z., 1984. A study on the epiphytic and epilithic algae of Tortum Lake. Atatürk Univ. Fen Fak. Dergisi, 1(4): 50-59 (in Turkish).
- Altuner, Z., G. Aykulu, 1987. A study on the epipellic algal flora of Lake Tortum. I. U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 1(1): 120-132 (in Turkish).
- Altuner, Z., 1982. A study on the phytoplankton and benthic algae of Tortum Lake Atatürk Üniversitesi, PhD thesis, 83 p. (in Turkish).
- Apha, Awwa, Wef., 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed., APHA, AWWA, WEF, Washington, 1268 p.
- Charles, D. F., 1985. Relationship between surface sediment diatom assemblages and lakewater characteristics in Adirondack Lakes. Ecology, 66(3): 994-1011.

- DeNicola, D. M., E. Eyto, A. Wemaere, K. Irvine, 2004. Using epilithic algal communities to assess trophic status in Irish lakes. Journal of Phycology, 40: 481-495.
- Gürbüz, H., E. Kıvrak, 2003. Seasonal variations of benthic algae of Kuzgun Dam Reservoir and their relationship to environmental factors. Fresenius Environmental Bulletin, 12(9): 1025-1032.
- Halse, G.R., 1978. Some specific preparations, Phytoplankton manual. Printed by Page Brothers (Norwich) Lmd. UNESCO Paris, 136-142 pp.
- Huber-Pestalozzi, G., 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, Teil 5, Thienemann, A., Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Volvocales. Stuttgart, 744p.
- James, M.R., I. Haves, M. Weatherhead, C. Stanger, M. Gibbs, 2000. Carbon flow in the littoral food web of an oligotrophic lake. Hydrobiologia, 444: 93-106.
- Soininen, J., 2004. Benthic diatom community structure in boreal streams, Distribution patterns along environmental and spatial gradients. Helsinki, 46 p.
- Kelly, M. G., B. A. Whitton, 1995. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. Applied Phycology, 7: 433-444.
- Kıvrak, E., H. Gürbüz, 2005. The benthic algal flora of Demirdöven Dam Reservoir (Erzurum, Turkey). Turk J Bot., 29: 1-10.
- Kingston, J. C., R. L. Lowe, E. F. Stoermer, T.B. Ladewski, 1983. Spatial and temporal distribution of benthic diatoms in northern Lake Michigan. Ecology, 66: 1566-1580.
- Komárek, J., B. Fott, 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, Teil 7. In: Huber-Pestalozzi, G. (ed.), Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 1044 p.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot, 1986. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/1, 1. Teil: *Naviculaceae*, Berlin, 876 p.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot, 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/3, 3. Teil: *Centrales*, *Fragillariaceae*, *Eunotoceae*, Stuttgart, 576 p.
- Krammer, K. H. Lange-Bertalot 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/4, 4. Teil: *Achnantheaceae*, *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*, Stuttgart, 436 p.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot, 1999. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil: *Bacillariaceae*, *Epithemiaceae*, *Suriellaceae*, Berlin, 610 p.
- Lange-Bertalot, H., 1979. Pollution and tolerance of diatoms as criterion of water quality estimation. Nova Hedwigia, 64: 285-304.
- Müller, U., 1994. Seasonal development of epiphytic algae on *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. in a eutrophic lake. Arch. Hydrobiol., 129: 83-88.
- Nather Khan, I.S.A. 1990. Assessment of water pollution using diatom community structure and species distribution – A case study in a tropical river basin. Int Revue ges Hydrobiol., 75: 317-338.
- Nozaki, K., K. Darjav, T. Akatsuka, N. Goto, O. Mitamura, 2003. Development of filamentous green algae in the benthic algal community in a littoral sand-beach zone of Lake Biwa. Limnology, 4: 161-165.
- OECD, 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris. 156 p.
- Patrick, R., C.W. Reimer, 1966. The Diatoms of the United States. Acad. Sci. Philadelphia Monarg. Vol.-I, 688 p.
- Patrick, R., C.W. Reimer, 1975. The Diatoms of the United States. Acad. Sci. Philadelphia Monarg. Vol.-II, 213 p.
- Presscott, G.W., 1982. Algae of the Western Great Lake Area. Germany, Koengstein: Otto, 977 p.
- Round, F. E., 1953. An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire. Journal of Ecology, 41: 174-197.
- Round, F. E., 1960. The epipellic algal flora of some Finnish Lakes. Arch Hydrobiol., 57(1/2): 161-178.
- Round, F. E., 1961. Studies on Bottom-Living Algae in Some Lakes of the English Lake District: Part V. The Seasonal Cycles of the Cyanophyceae. Journal of Ecology, 49 (1): 31-38.
- Round, F. E., 1984. The Ecology of Algae. Cambridge, 653 p.
- Stevenson, R. J., E. F. Stoermer, 1981. Quantitative differences between benthic algal communities along a depth gradient in Lake Michigan. Journal of Phycology, 17: 29-36.
- Wetzel, R.G., 1983. Limnology. Philadelphia, 767 p.
- Wu J.T., 1999. A generic index of diatom assemblages as indicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. Hydrobiologia, 397: 79-87.