

PAPER DETAILS

TITLE: Büyük Akgöl (Sakarya) Fitoplankton Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri

AUTHORS: Pinar Akyüz SAHİN, Arzu Morkoyunlu YÜCE, Erhan SOYLU

PAGES: 14-21

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/214218>

Büyük Akgöl (Sakarya) Fitoplankton Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri**Pınar AKYÜZ ŞAHİN^{1*} Arzu MORKOYUNLU YÜCE² Erhan SOYLU³**¹ Aytaç Akyudum Gıda San. ve Tic. A.Ş., Sakarya² Kocaeli Üniversitesi, Hereke Ö.İ. Uzunyol MYO, Çevre ve Temizlik Hizmetleri Bölümü, Hereke-Körfez, Kocaeli³ Marmara Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Su Ürünleri Bölümü, Göztepe Kampüsü, Kadıköy, İstanbul

*Sorumlu yazar: pınar_akyuz@hotmail.com

Özet

Büyük Akgöl fitoplankton kompozisyonu ve bazı su kalitesi parametreleri seçilen 4 örnekleme istasyonunda Mayıs 2003-Nisan 2004 tarihleri arasında incelenmiştir.

İstasyonlarda yayılış gösteren fitoplankton taksonları, bu taksonların aylık kompozisyonları, bollukları ve değişimleri incelenmiş olup gölün algal florasında 15 Ochrophyta, 12 Chlorophyta, 11 Cyanophyta, 4 Dinophyta ve 9 Euglenophyta üyesi olmak üzere toplam 51 takson tespit edilmiştir. En bol bulunan taksonların *Chrysosporum bergii* (Ostenfeld) E.Zapomelová, O.Skácelová, P. Pumann, R. Kopp & E. Janecek, *Dolichospermum sigmoideum* (Nygaard) Wacklin, L. Hoffmann & Komarek, *Dolichospermum spiroides* (Klebban) Wacklin, L. Hoffmann & Komarek ve *Microcystis viridis* (A.Br.) Lemm. olduğu belirlenmiştir. *Euglena rostrifera* L.P. Johson Büyük Akgöl'de kaydedilmiştir.

İstasyonların ortalama su sıcaklığı 16.5°C ve ortalama pH 7, Shannon Weaver Diversite İndeksi (H') ortalama 1.26, trofik seviye değeri (C) ortalama 18.5 olarak tespit edilmiştir. Fitoplankton kompozisyonu ve trofik seviye değerine (C) göre, Büyük Akgöl hipertrofik olarak tanımlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Alg, Büyük Akgöl, ötrofikasyon**Composition and Seasonal Changes of Phytoplankton in Lake Büyük Akgöl (Sakarya)****Abstract**

Phytoplankton composition and some water quality parameters of Lake Büyük Akgöl from 4 sampling stations were investigated between May 2003 and April 2004.

Phytoplanktonic taxa in the sampling stations, their monthly composition and variations in abundance were studied. In algal flora of Lake Büyük Akgöl, a total of 51 taxa, 15 taxa of Ochrophyta, 12 taxa of Chlorophyta, 11 taxa of Cyanophyta, 4 taxa of Dinophyta, 9 taxa of Euglenophyta were identified. In the lake, *Chrysosporum bergii* (Ostenfeld) E. Zapomelová, O. Skácelová, P. Pumann, R. Kopp & E. Janecek, *Dolichospermum sigmoideum* (Nygaard) Wacklin, L. Hoffmann & Komarek, *Dolichospermum spiroides* (Klebban) Wacklin, L. Hoffmann & Komarek and *Microcystis viridis* (A.Br.) Lemm. were determined as the most dominant taxa. From these taxa *Euglena rostrifera* L.P. Johson is record in Büyük Akgöl.

Average water temperature at the stations were measured as 16.5 and pH 7, Shannon Weaver diversity index 1.26 and average trophic value (C) 18.5 in the lake. Lake Büyük Akgöl could be defined as hypertrophic according to phytoplankton composition and values of trophic levels.

Key Words: Algae, Büyük Akgöl, eutrophication**GİRİŞ**

İnsan ve diğer canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları en önemli unsurlardan biri tatlı su kaynaklarıdır. Tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmını oluşturan göller durgun sular olduklarından, insan faaliyetleri sonucu ekolojileri büyük hızla bozulmaktadır. Göllerin yaşadığı en büyük tehditler ötrofikasyon, asitleşme, tuzlanma,

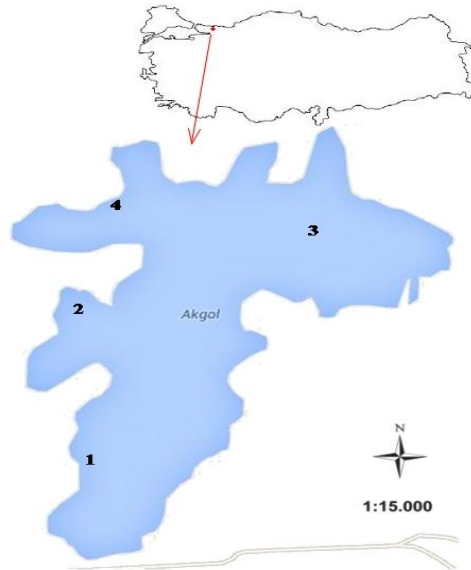
ağır metal ve diğer zehirli madde kirlilikleri ile su kullanımı, tarım ve küresel ısınma gibi etkenlerle doğal su rejiminin bozulmasıdır (Anonim, 2003).

Sakarya ili, Ferizli ilçesinde bulunan Büyük Akgöl yörenin doğal kaynağı olarak özel bir önem taşıyan, büyük bir kirlilik tehdidi altında bulunan ve dolayısıyla yararlı kullanım alanları süratle kısıtlanan göllerimizden biridir. Mevcut 4 kanal evsel ve tarımsal atıkları göle taşımaktadır. Göl, su seviyesini kontrol etmek amacıyla savaklar vasıtasıyla fazla sularını Sakarya Nehri'ne boşaltmaktadır. Gölde ötrofikasyonu önlemek amacıyla herhangi bir tedbir alınmadığından, 2001 yılından itibaren her yaz aşırı alg çoğalması görülmektedir. Bu nedenle, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü raporunda da göl suyunun içme suyu olarak kullanılamayacağını ve kirliliğin tehlikeli boyutlara ulaştığını belirtmiştir (Odabaşı ve ark., 2001). Ayrıca gölde hızla artan kirlilik nedeniyle balık popülasyonu azalmakta, bu da balıkçılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çalışmada, Büyük Akgöl'e ait fitoplankton türleri, biyotik indeks ve çeşitlilik indeksi belirlenmiştir. Araştırmada, göldeki ötrofikasyonun önlenmesi amacıyla alınması gereken tedbirlerin ortaya konulması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada, Büyük Akgöl'ü temsilen 4 istasyondan örnek alınmıştır. Büyük Akgöl; Sakarya ili, Ferizli ilçesi, Gökent beldesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Sakarya şehir merkezine 39 km, Ferizli ilçe merkezine 13 km uzaklıktadır. Sakarya Nehri alüvyonlarının meydana getirdiği set neticesinde meydana gelmiş bir göldür. Gölü besleyen herhangi bir akarsu bulunmamakla birlikte, göl yer altı suyu ile beslenmektedir. Yüzölçümü 3,5 km², maksimum derinliği 5 m'dir (İnandık, 1961). Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 60 m'dir (Çetin ve Yıldırım, 2000). Araştırmada, su sıcaklığı ve pH değerleri, IQ 170 çoklu parametre ölçen cihaz ile arazide belirlenmiştir.

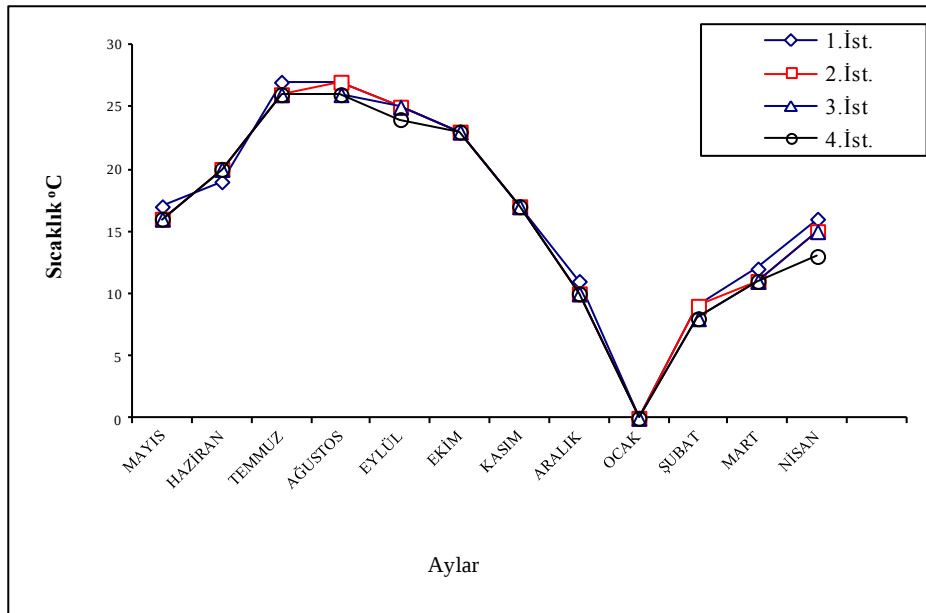


Şekil 1. Büyük Akgöl ve seçilen istasyonlar (1 - 4)

Fitoplankton örnekleri, Büyük Akgöl'ü temsilen seçilen istasyonların yüzey sularından temin edilmiştir. 2.5 l'lık kaplara alınan su örnekleri % 4'lük formaldehitte muhafaza edilerek incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Çökelmeye bırakılan örnekler üzerindeki su sifonlama yöntemiyle alınarak 10 ml'ye konsantre edilmiştir (Sukhanova, 1978). Daha sonra 'Tek Damla Yöntemi' kullanılarak sayımları yapılmış, ilgili teşhis anahtarlarından faydalanılarak tür tespiti ve Shannon Weaver Diversite İndeksi (H') değerleri hesaplanmıştır (Davis, 1955; Huber-Pestalozzi, 1968; Huber-Pestalozzi, 1969; Prescott, 1973; Huber-Pestalozzi, 1976; Husted, 1985; Krebs, 1989; Gönülol ve ark., 1996; Kazancı ve ark., 1997; John ve ark., 2002; Wehr ve Sheath 2003; Aysel ve ark., 2005). Tür isimlerine ait bilgiler ilgili web sitesinden güncellenmiştir (Anonim, 2012). Ayrıca, gölün trofik seviyesini belirlemek amacıyla, Nygaard'ın (1949) önerdiği koefisyon ($C = (C_y + C_h + C_e + C_u) / (D_e)$) kullanılmıştır (Cirik ve Cirik, 1995).

BULGULAR

Çalışmanın yapıldığı yıl içinde en yüksek su sıcaklığı Ağustos ayında 27 °C olarak tespit edilmiştir. Ocak ayında göl suyunun tamamen donması nedeniyle ölçüm yapılamamıştır. Ortalama su sıcaklığı 16,5 °C olarak belirlenmiştir. Sıcaklık minimum 0°C, maksimum 27 °C olarak ölçülmüştür. Seçilen istasyonların ortalama su sıcaklıkları sırasıyla 16,9 °C, 16,6 °C, 16,4 °C, 16,2 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 2.). Büyük Akgöl'de yapılan ölçümlerde en yüksek pH değeri Temmuz ve Ağustos aylarında 8,5 olarak ölçülmüştür. Ortalama pH değeri ise 7 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 2. Büyük Akgöl araştırma istasyonları aylık su sıcaklığı değişimleri

Çalışmanın sonunda Büyük Akgöl'de Ochrophyta'ya ait 15, Chlorophyta'ya ait 12, Cyanophyta'ya ait 11, Dinophyta'ya ait 4 ve Euglenophyta'ya ait 9 olmak üzere toplam 51 takson tespit edilmiştir (Tablo1).

Tablo 1. Büyük Akgöl'de Tespit Edilen Alg Türleri

Divisio: OCHROPHYTA
Coscinodiscophyceae
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek
<i>Aulacoseria granulata</i> (Ehr.) Simonsen
<i>Melosira varians</i> C.A. Ag.
Bacillariophyceae
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Brebisson
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenhorst
<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D. Mann
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitz.) W. Smith
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Ag.) Lange-Bertalot
<i>Surirella robusta</i> Ehr.
Fragilariophyceae
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere
Chrysophyceae
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.
<i>Epipyxis tabellaria</i> (Lemm.) G. M. Smith
CHLOROPHYTA
<i>Cerasterias staurastroides</i> W. West & G.S. West
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Meneg.
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb
<i>Desmodesmus maximus</i> (West & G.S. West) E.H. Hegewald
<i>Volvox spermatosphaera</i> Powers
<i>Volvox tertius</i> A. Meyer
CHAROPHYTA
Conjugatophyceae
<i>Closterium</i> sp.
<i>Cosmarium obtusatum</i> (Schmid.) Schmid
<i>Spirogyra varians</i> (Hass.) Kuetzing
<i>Spirogyra weberi</i> Kuetzing
CYANOBACTERIA (=CYANOPHYTAPHYTA)
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemm.
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg & Komarek
<i>Microcystis viridis</i> (A.Br.) Lemm.
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen ex Ralfs
<i>Chrysosporum bergii</i> (Ostenfeld) E. Zapomelová, O. Skácelová, P. Pummann, R. Kopp & E. Janecek
<i>Dolichospermum sigmoideum</i> (Nygaard) Wacklin, L. Hoffmann & Komarek
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebahn) Wacklin, L. Hoffmann & Komarek
<i>Oscillatoria articulata</i> L.N. Gardner
<i>Oscillatoria limosa</i> C. Ag. Ex Gom.

Tablo 1'in devamı. Büyük Akgöl'de Tespit Edilen Alg Türleri

DINOPHYTA

Tripos furca (Ehr.)Gomez
Ceratium hirundinella (O.F.Mül.) Dujardin
Peridinium bipes Stein
Gymnodium fuscum (Ehr.)F. Stein

EUGLENOPHYTA

Euglena clavata (Skuja) Karnkowska&Linton
Euglena geniculata Duj.
Euglena gracilis Klebs
Euglena limnophila Lemm.
Euglena rostrifera John.
Euglena tuberculata Swir.
Euglena sp.
Phacus circulatus Pochmann
Trachelomonas oblonga Lemm.

En bol bulunan taksonların *Chrysosporum bergii*, *Dolichospermum sigmoideum*, *Dolichospermum spiroides* ve *Microcystis viridis* olduğu belirlenmiştir. *Euglena rostrifera* L.P. Johson Türkiye tatlı suları içinde Büyük Akgöl' de tespit edilmiştir (Şekil 3). Büyük Akgöl'de trofik seviye C = 18,5 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. *Euglena rostrifera* L.P. Johson 1944.

Büyük Akgöl'de aylara ve istasyonlara bağlı Shannon Weaver Diversite İndeksi (H') değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Büyük Akgöl’de İstasyonların Aylara Bağlı Shannon Weaver Diversite İndeksi

	Göl 1	Göl 2	Göl 3	Göl 4	Ort.
Mayıs	1,60	1,06	0,63	1,17	1,12
Haziran	1,05	1,00	1,09	1,70	1,21
Temmuz	0,70	0,29	0,85	1,43	0,82
Ağustos	0,73	1,10	0,29	1,14	0,82
Eylül	0,73	1,05	0,70	1,92	1,10
Ekim	1,14	1,12	1,59	1,23	1,27
Kasım	1,72	1,09	1,63	1,33	1,44
Aralık	1,03	1,65	1,64	1,14	1,37
Ocak	**	**	**	**	**
Şubat	1,27	1,87	1,75	*	1,63
Mart	1,75	1,52	1,48	1,35	1,53
Nisan	1,97	1,38	1,52	1,37	1,56
Ortalama	1,24	1,19	1,20	1,38	1,26

* Yeterli tür sayısı elde edilemediğinden H' değeri hesaplanamamıştır

** Hava şartları nedeniyle örnekleme yapılamamıştır

TARTIŞMA ve SONUÇ

Gölün ortalama su sıcaklığının 16,5 °C, pH değerlerinin 7- 8,5 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Büyük Akgöl’de 15 Ochrophyta, 12 Chlorophyta, 11 Cyanophyta, 4 Dinophyta ve 9 Euglenophyta üyesi olmak üzere toplam 51 takson tespit edilmiştir. En bol bulunan taksonların *Chrysosporum bergii*, *Dolichospermum sigmaideum*, *Dolichospermum spiroides* ve *Microcystis viridis* Lemm. olduğu belirlenmiştir.

Dolichospermum sigmaideum toplam algal floranın % 47,1’ini, *Chrysosporum bergii* % 31,2’sini, *Dolichospermum spiroides* ise % 19,9’ünü oluşturmaktadır. Bu türler Temmuz - Ağustos aylarında ani ve aşırı alg artışlarına neden olmaktadır.

Algal florada özellikle Chlorophyta ve Cyanophyta üyelerinin, sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında artış gösterdiği bilinmektedir (Cirik, 1982; Yüce, 1996). Büyük Akgöl’de de yaz aylarında alg yoğunluğu artmış, özellikle Cyanophyta yoğunluğu maksimum düzeye ulaşmıştır.

Cyanophyta türleri volkanik krater göllerinde, jeotermal göllerde, küçük ve ötrofik göllerde sıkça görülmektedirler. Nötr ve alkali suları tercih etmektedirler (Kılınç, 1998). Büyük Akgöl’ün sıcaklık ve pH değerleri bu değerlerle uyum göstermektedir.

Dolichospermum spiroides taksonu besin zincirinde Cladocera türlerinin en önemli gıdasını oluşturmaktadır (Cirik, 1982). Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında *D. spiroides* taksonundaki kantitatif artışa bağlı olarak, Büyük Akgöl’de *Daphnia pulex* Leydig, 1860’in bol olduğu da tespit edilmiştir. Bu durum Kovada Gölü’nde yapılan çalışma ile de benzerlik göstermektedir (Yüce, 1996).

Bazı Cyanobacteria türleri toksik madde üreterek canlı ölümlerine neden olabilmektedirler. Hepatotoksin üreten cinslerin en önemlileri *Dolichospermum* ve *Microcystis* türleridir. Zararlı alg üremesinin Burdur Gölü’nde balık, Çıldır ve Aktaş göllerinde ise balık ve büyük baş hayvan ölümlerine neden oldukları rapor edilmiştir (Anonim, 2003). Büyük Akgöl’ de *Dolichospermum* ve *Microcystis* türlerinin dominant olarak bulunduğundan bunların toksin içerikleri başka bir araştırmada incelenmelidir.

Diversite indeksi değerleri incelendiğinde, en düşük indeks değerlerinin Temmuz-Ağustos aylarında hesaplandığı görülmektedir. Diversite indeksi değerinin düşük çıkması, türlerin homojen dağılmadığını ve dominant türlerin varlığını göstermektedir. Bu durum, göldeki aşırı alg artışına neden olan türlerin *Chrysosporum bergii*, *Dolichospermum sigmoideum* ve *Dolichospermum spiroides* olduğunu göstermektedir. Büyük Akgöl’ de seçilen istasyonlarda en yüksek indeks değerinin 4. istasyonda belirlenmesi, zemininde bir su kaynağının olmasının neden olduğu düşünülmektedir. İspanya’da Santa Olalla Gölü’nde yapılan çalışmada *Aphanothece clathrata* West & G.S. West’nın dominant olması nedeniyle Shannon-Weaver indeksinin düşük çıktığı belirtilmiştir (Lopez-Archilla ve ark., 2004).

Büyük Akgöl’de Mayıs 2003 - Nisan 2004 tarihleri arasında trofik seviye $C = 18,5$ olarak hesaplanmıştır. Oligotrof göllerde bu oran 1’in altında, ötrof göllerde ise 9’a eşittir. 15 - 20 ileri derecede ötrofik seviyeyi bildirir (Cirik ve Cirik, 1995). Yıl boyu elde edilen verilere göre göl ileri derece ötroftur. Bu oran Haziran-Ağustos ayları arasında daha iyi sonuç vermektedir. Bu aylarda Büyük Akgöl’de bu oran 36 olarak bulunmuştur. Hem bu oran hem de gölün içerdiği fitoplankton türleri ve yoğunlukları dikkate alındığı zaman Büyük Akgöl’ün hiperötrofik seviyede olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Büyük Akgöl’ün çevresinde bulunan tarımsal arazilerden kaynaklı gübre, ilaç, v.b. taşınımlarla, göle giren azot ve fosfor’un kontrol altına alınması için denetimlerin yapılması ve yerel halkın konuyla ilgili bilinçlendirilmesi hususunda önlemler alınması gerekliliği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. Uluslar arası yerel Yönetimler Birliği, Doğu Akdeniz ve Ortadoğu Bölge Teşkilatı. <http://www.iula-emme.org> Erişim tarihi: Ocak 2003.
- Anonim, 2012. Public Algaebase , Listing the World's Algae. <http://www.algaebase.org>. Erişim tarihi:07.08.2012.
- Aysel, V. 2005. Check-List of The Freshwater Algae of Turkey. J. Black Sea/Medit. Environ., 11(1): 1-124.
- Cirik, S. 1982. Manisa-Marmara Gölü Fitoplanktonu I- Cyanophyta. Doğa Bilim Derg., Temel Bilimleri, 6(3): 68-81.
- Cirik, S., Cirik, Ş. 1995. Limnoloji Ders Kitabı. II. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Çetin, A.K., Yıldırım, V. 2000. Species Composition and Seasonal Variations of the Phytoplankton in Sürücü Reservoir (Malatya, Turkey). Acta Hydrobiol., 42: 21-28.
- Gönülol, A., Öztürk, M., Öztürk, M. 1996. Türkiye Tatlısu Alglerinin Listesi. Ondokuz Mayıs Üniv., Fen Edebiyat Fak., Fen Derg., 7(1): 8-46.
- Davis, C.C. 1955. The Marine and Fresh-Water Plankton. Western Reserve University, Michigan State University Press, Chicago.
- Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biology, I. Teil, Cyanophyceae (Blaualgen), E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung (Naegle u. Obermiller), Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. 1969. Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biology, 4. Teil, Euglenophyceae, E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung (Naegle u. Obermiller), Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. 1976. Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biology, 3. Teil, Cryptophyceae, E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung (Naegle u. Obermiller), Stuttgart.

- Husted, F. 1985. The Pennate Diatoms, a Translation of Husted's Die Kieselalgen, II. Teil, Koeltz Scientific Boks, Koenigstein.
- İnandık, H. 1965. Türkiye Gölleri (Morfolojik ve Hidrolojik Özellikleri). İstanbul Üniversitesi Yayınları No:44: 11-55.
- John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D. 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi. Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi II, İmaj Yayınevi, Ankara, 100s.
- Kılınç, S. 1998. A Study in the Seasonal Variation of Phytoplankton Hafik Lake (Sivas, Turkey), Turk. J. Bot., 22: 35-41.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology, Harper Collins Publishers, New York.
- Lopez-Archilla, A.I., Moreira, D., Lopez-Garcia, P., Guerrero, C. 2004. Phytoplankton Diversity and Cyanobacterial Dominance in a Hypereutrophic Shallow Lake with Biologically Produced Alkaline pH. Springer-Verlag, 8(2):109-115.
- Odabaşı, M., Ergül Çiçek, N., Taneri, N. 2001 T.C. Çevre Bakanlığı Gökent-Akgöl'de Meydana Gelen Kirliliğin İncelenmesi Raporu.
- Prescott, G.W. 1973. Algae of the Western Great Lakes Area. W.M. C. Brown Company Publisher, Dubuque Iowa.
- Sukhanova, I.N. 1978. Settling Without the Inverted Microscope, In Phytoplankton Manual, Sournia, A., (ed.) Unesco, U.K., 97p.
- Wehr, J.D., Sheath, R.G. 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. Academic Press, Burlington, MA, USA.
- Yüce, A. 1996. Kovada Gölü ve Kanalı Alglerinin Taksonomik ve Ekolojik Yönünden İncelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Isparta.