

## Göllerin Ekolojik Durumunun Değerlendirilmesinde Fitoplankton Topluluklarının Kullanılması

### *The Use of Phytoplankton Communities in the Assessment of the Ecological State of Lakes*

Özden FAKIOĞLU<sup>1</sup>, Nilsun DEMİR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara

**Özet:** Su kaynakları birçok olumsuz faktörden etkilenmektedir. Su kütlelerinin izlenmesi ve durumlarının değerlendirilmesinde çeşitli fiziko-kimyasal yöntemler ve/veya biyoindikatörler kullanılmaktadır. Avrupa Birliği'nde 2000 yılında yürürlüğe giren Su Çerçeve Direktifi yüzey ve yeraltı sularının sürdürülebilir kullanımını hedeflemektedir. Su Çerçeve Direktifi'nin göllerde uygulanmasında, fitoplankton, fitobentos, makrofitler, makroorganizmalar ve balık ekolojik kalite göstergeleri olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, fitoplankton fonksiyonel grupları ve göllerin ekolojik durumlarının belirlenmesinde fitoplankton topluluklarının kullanımı incelenmiştir. Ayrıca Türkiye ve Avrupa'daki göllerde fitoplankton topluluklarına ilişkin olarak yapılan bazı çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Su Çerçeve Direktifi, Plankton, Ekolojik durum, Göl.

**Abstract:** Water resources have been affected many negative factors. A variety of physico-chemical methods and/or bioindicators are used for the monitoring and evaluation of the status of water bodies. Water Framework Directive was adopted in 2000 by the European Union. It aims the sustainable use of surface and groundwaters. Phytoplankton, phytobenthos, macrophytes, macroinvertebrates and fish were identified as ecological quality indicators in the implementation of Water Framework Directive in lakes. In this study, the use of phytoplankton functional groups and communities in the assessment of the ecological state of lakes were examined. Furthermore, some literatures in Turkish and European lakes on phytoplankton communities were summarized.

**Key words:** Water Framework Directive, Phytoplankton, Ecological status, Lake.

#### 1. Giriş

Su yaşamın temel maddesidir ve susuz bir yaşam düşünülemez. Ancak dünyanın su kaynakları çeşitli tehditler altında giderek bozulmaktadır. Bu bozulmalara karşın önlemler almak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak için izleme ve yönetim çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Suların izlenmesinde mevcut durumun belirlenmesi amacıyla 2 yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birisi biyoindikatörler kullanmak, diğeri ise fiziko-kimyasal yöntemler uygulamaktır. Biyoindikatör kullanımı, çevresel değişimlerin canlı grubu üzerine etkilerini gösterdiğinden trofik durumun değerlendirmesinde çok önemlidir ve her iki metodun birlikte kullanılarak, sonuçların birlikte incelenmesi önerilmektedir (Cox, 1991). Göllerdeki fitoplankton toplulukları sudaki fiziko-kimyasal değişimlere bağlı çeşitlilik gösterir. Göllerde su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen gibi su kalite parametrelerindeki değişimlere bağlı olarak veya kirlilik nedeniyle bazı türlerde azalma gözlenirken bazı türlerin sayısında artışlar meydana gelir. Örneğin; diatomlar kış ve ilkbaharda suda nitrat, fosfor ve silikat arttığı zaman çoğalırlar. Buna karşılık yeşil alg ve desmidler yazın, fosfat ve

nitrat azaldığı zaman artar (Tanyolaç, 2009). Bu nedenle göllerin trofik durumunun belirlenmesinde fitoplankton topluluklarının tür kompozisyonu ve sayısı önemli bir göstergedir.

Biyoindeksör olarak fitoplankton topluluklarının veya diğer sucul organizmaların kullanılması çok eski zamanlara dayanır. Saprobik ve trofik indeksör türler bir çok çalışmanın konusu olmuştur (Thunmark, 1945; Nygaard, 1949; Lepistö ve Rosenström, 1998). Çeşitli sayısal indeksler geliştirilmiştir (Thunmark, 1945; Nygaard, 1949). 1941 ve 1945 yıllarında Pankin tarafından alg topluluklarının sınıflandırılması için kullanılan bazı yaklaşımlar da genel bir kabul görmemiştir. Bu durum fitoplankton topluluklarının dinamik özellikleri, tatlı su ekosisteminin habitat çeşitliliği ve fitocoğrafik farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Padisak vd., 2006).

Fitoplankton toplulukları her yıl önemli değişimler etkisindedir. Mevsimsel süksasyon olarak anılan rekabet alanı her yıl değişmektedir (Sommer, 1986) ve her bir türün çok sayıda nesli sucul ekosisteme katılmaktadır. Bu işlem rekabet baskısıyla ve eğer koşullarda değişme olmazsa bir veya birkaç türün baskın olduğu toplulukların seçimiyle sonuçlanır. Koşullardaki değişimler yüksek kompozisyonel çeşitliliğin oluşumuna yol açar (Scheffer vd., 2003).

Fitoplankton topluluklarının varlığı fitososyolojik terminolojide kabul görmüştür. Sommer (1986), Alp göllerinin tür kompozisyonları ve mevsimsel değişimlerinde yüksek benzerlikler bulmuştur. Reynolds (1980, 1997) ise Kuzeydoğu İngiltere göllerinden elde ettiği fitoplankton verilerine klasik bir fitososyolojik yaklaşım uygulamış ve fonksiyonel grup adını verdiği çeşitli tür toplulukları tanımlamıştır.

Göllerin morfolojik özellikleri ve temel çevresel değişkenlerin kombinasyonu ile oluşan mevsimsel döngüler mevsimsel süksasyonun belirli periyotlarında “en iyi adapte olmuş” türlerin baskın olması sağlar. Bu durumda, fitoplankton topluluğu kavramı durağan koşullarda topluluk gelişimiyle yakın ilişkilidir. Detaylı bazı çalışmalar durağan durum fitoplankton topluluklarının nadiren geliştiğini ancak eğer gelişirse de belirli fonksiyonel gruplarla ilişkili K-seçimli türlerden oluştuklarını göstermiştir (Naselli-Flores vd., 2003).

1900'lü yıllarda Avrupa'da su kaynaklarının izlenmesinde çok farklı yöntemler kullanılmakta idi. Ancak ekolojik kaliteyi kapsayan bir Direktife ihtiyaç duyulması nedeniyle Su Çerçeve Direktifi hazırlanmıştır. Sucul ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir su kullanımının sağlanmasını hedefleyen Su Çerçeve Direktifi 1997'de teklif edilmiş ve 2000'de Avrupa Birliği tarafından kabul edilmiştir (Anonymous, 2000). Su Çerçeve Direktifi, geniş bir kavrama sahiptir ve Avrupa'nın yüzey ve yeraltı suları için sürdürülebilir yönetim stratejileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Direktifte suların ekolojik durumunun belirlenmesinde canlılar kullanılmaktadır. Su Çerçeve Direktifi'nde fitoplankton toplulukları, yüzey sularının ekolojik durumunun değerlendirilmesi için önerilen 5 gruptan biridir (Padisak vd., 2006).

Direktifin en önemli hedefi 2015 yılına kadar Avrupa'daki suların en azından iyi ekolojik kaliteye getirilmesidir. Avrupa Birliği ülkeleri Su Çerçeve Yönetmeliğine uymak amacıyla fitoplankton toplulukları ve/veya indeksör gruplara ilişkin çeşitli yaklaşımlar oluşturmaya başlamışlardır. Bu amaçla birçok ulusal veya uluslararası proje yürütülmektedir.

Bu çalışmada, çeşitli Avrupa ülkelerinde ve ülkemizde ekolojik durumun tahmininde fitoplanktonun topluluklarının kullanılmasına ilişkin bazı çalışmalar özetlenmiştir.

## 2. Göl Tiplerine Göre Fitoplankton Fonksiyonel Grupları

Göllerde biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerin (karışım tabakasının derinliği, ışık, sıcaklık, P, N, Si, CO<sub>2</sub> ve otlama baskısı) farklı kombinasyonlarında farklı fitoplankton toplulukları bulunmaktadır. Reynolds vd. (2002), göl tiplerine göre 33 fonksiyonel grup tanımlamış ve her birini

### Göllerin Ekolojik Durumunun Değerlendirilmesinde Fitoplankton Topluluklarının Kullanılması

alfanumerik semboller (kodlar) ile simgelemiştir (Çizelge 1). Bu fonksiyonel gruplar güncellenerek tekrar yorumlanmaktadır (Padisak vd., 2003; 2009).

Alfanumerik sembollerle simgelenen fonksiyonel gruplar, farklı göl tiplerini ve farklı fitoplankton cinslerini göstermektedir. A grubu temiz derin sulara bulunur ve pH artışına karşı hassas türleri içermektedir (Reynolds vd., 2002). Bazı yazarlar bu gruba *Cyclotella* türlerini dahil etseler de *Cyclotella* spp. ve *Stephanodiscus* spp. türlerinin bu grupta yer alması için çevresel özelliklerinde aynı olmasına dikkat edilmelidir. Grup B besin seviyesince daha zengin göllerdeki diatomlardır. C grubu ise farklı besin seviyelerdeki ılıman göllerde gelişen diatomlardır. D grubu daha çok sığ ve besin elementlerince zengin bulanık sulara bulunur, küçük hücreli ( $\leq 10^3 \mu\text{m}^3$ ) ve hızlı gelişen planktonları içerir. Bu grup içerisindeki üyeler azot eksikliğine karşı hassastır (Padisak vd., 2009).

N ve P grupları, alçak enlemlerdeki göllerde veya ılıman göllerin yaz dönemi periyodunda bulunur. P grubu karbondioksit eksikliğine grup N'den daha çok tolere edebilir (Reynolds vd., 2002). N grubundaki türler ılıman göllerde yayılım gösteren türler olarak tanımlanabilir. Alçak enlemden göllerde bulunan türler grup N<sub>A</sub> olarak tanımlanmaktadır. N<sub>A</sub> grubu, küçük, isodiametrik desmidler (*Cosmarium*, *Staurodesmus*, *Staurostrum* vb.) ve filamentöz desmidleri içermektedir (Padisak vd., 2009). İnorganik maddelerce zengin bulanık sığ Macaristan göllerinde, meroplankton tipi bulunur ve bazen dominant olur. Bu gruptaki türler, rüzgar etkisiyle asılı olarak kalan büyük diatom türleridir (Bazı *Surirella*, *Cymatopleura*, *Aulacoseira* ve *Fragilaria* türleri). Bu plankton tipi Reynolds vd. (2002) tarafından dikkate alınmamıştır. Bu boşluğu doldurmak amacıyla MP kodu ile yeni bir grup tanımlanmıştır (Padisak vd., 2006). Perifitik diatomlar da bazen göle karışarak MP olarak gruplandırılabilir.

T grubu, ışığın az olduğu karışım tabakalarında bulunan filamentli alglerdir (Reynolds vd., 2002). T grubu T<sub>C</sub> (ötrofik sular ve yavaş akan nehirler), T<sub>D</sub> (mezotrofik sular ve yavaş akan nehirler) ve T<sub>B</sub> (ırmak ve çay) olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır (Padisak vd., 2009). S<sub>2</sub> ve S<sub>1</sub> alkali ve sığ göllerde bulunan türleri kapsar. S<sub>N</sub> grubu türleri ılık sürekli karışan sulara bulunur. Grup Z oligotrofik göllerde metalimniyonda veya hipolimniyonun üzerindeki tabakada bulunan türleri kapsamaktadır. K ve F grupları küçük hücreli kolonial planktonlardır. X en küçük nannoplanktonların üyeleridir. X3 oligotrofik, X2 meso-ötrofik, X1 ötrofik-hipertrofik göllerde bulunur. G grubu besince zengin sulara, durgun su sütununda bulunur. U grubu, oligotrofik ve mesotrofik göllerde bulunan büyük, hareketli, koloni oluşturan chrysophyte türleridir. Q grubu humik fakat genellikle verimli, düşük kalsiyumlu ve asidik sulara bulunur. Bunlar dışında, E-H grupları yaz tabakalaşması başında oluşan toplulukların, B-E-L-N grupları mesotrofik ılıman bir gölde mevsimsel değişim gösteren toplulukların ve C-G-M-P grupları daha ötrofik bir sistemde gelişen toplulukların sıralı değişimidir (Reynolds vd., 2002).

Çizelge 1. Göl tiplerine göre fitoplankton fonksiyon grupları (Reynolds vd., 2002; Padisak vd., 2009'dan değiştirilerek alınmıştır)

Kod	Bulduğu ortam	Tipik tanıtıcılar	Kod	Bulduğu ortam	Tipik tanıtıcılar
A	Temiz, iyi karışan göller	<i>Urosolenia</i> <i>Cyclotella comensis</i>	Y	Genellikle küçük, besince zengin göller	<i>Cryptomonas</i>
B	Vertikal karışan, mesotrofik küçük-orta büyüklükte göller	<i>Aulacoseira subarctica</i> <i>Aulacoseira islandica</i>	E	Genellikle küçük, oligotrofik besince zengin göller veya heterotrofik havuzlar	<i>Dinobryon</i> <i>Mallomonas (Synura)</i>
C	Karışan ötrofik, küçük-orta büyüklükte göller	<i>Asterionella formosa</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Stephanodiscus rotula</i>	F	Temiz epilimniyon	<i>Colonial</i> <i>Chlorophytes</i> <i>Botryococcus</i> <i>Pseudosphaerocystis</i> <i>Coenochloris</i> <i>Oocystis lacustris</i>

Ö. Fakoğlu ve N. Demir

<b>D</b>	Sığ, besince zengin, bulanık sular (nehirleri de içerir)	<i>Synadra acuis</i> <i>Nitzschia</i> spp. <i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<b>G</b>	Sığ, besince zengin su sütunlarında	<i>Eudorina Volvox</i>
<b>N</b>	Mesotrofik epilimniyon	<i>Tabellaria</i> <i>Cosmarium</i> <i>Staurodesmus</i>	<b>J</b>	Sığ, besince zengin göller, havuzlar, nehirler	<i>Pediastrum</i> <i>Coelastrum</i> <i>Scenedesmus</i> <i>Golenkinia</i>
<b>NA</b>	Oligo-mesotrofik	<i>Cosmarium</i> <i>Staurodesmus</i> <i>Staurostrum</i>	<b>K</b>	Besince zengin sular	<i>Aphanothece</i> <i>Aphanocapsa</i>
<b>P</b>	Ötrofik epilimniyon	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Closterium aciculare</i> <i>Staurostrum pingue</i>	<b>H1</b>	Azot fikse eden Nostoccalean türleri	<i>Anabaena flos-aquae</i> <i>Aphanizomenon</i>
<b>T</b>	Derin, iyi karışan epilimniyon	<i>Geminella</i> <i>Mougeotia</i> <i>Tribonema</i>	<b>H2</b>	Daha geniş mesotrofik göllerin azot fikse eden Nostoccalean türleri	<i>Anabaena lemmermanni</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i>
<b>TC</b>	Ötrofik göller, yavaş akan nehirler	<i>Oscillatoria</i> <i>Phormidium</i> <i>Lyngbya</i> <i>Rivularia</i>	<b>U</b>	Yaz epilimniyonu	<i>Uroglena</i>
<b>TD</b>	Mesotrofik göller ve makrofitlerin hızlı geliştiği yavaş akan nehirler	Epifitik diatomlar ve filamentöz yeşil algler	<b>Lo</b>	Mesotrofik göllerde yaz epilimniyonu	<i>Peridinium</i> <i>Woronichinia</i> <i>Merismopedia</i>
<b>TB</b>	Çay, nehir	<i>Didymosphaenia geminata</i> , <i>Gomphonema</i> <i>Fragilaria</i> <i>Achnantes</i> <i>Melosira varians</i>	<b>LM</b>	Ötrofik göllerde yaz epilimniyonu	<i>Ceratium</i> <i>Microcystis</i>
<b>S1</b>	Bulanık, karışan tabakalar	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Limnothrix redekei</i> <i>Pseudoanabaena</i>	<b>M</b>	Küçük ötrofik göllerde günlük karışan, düşük enlemdeki göller	<i>Microcystis</i> <i>Sphaerocavum</i>
<b>S2</b>	Sığ, bulanık, karışan tabakalar	<i>Spirulina</i> <i>Arthrospira Raphidiopsis</i>	<b>MP</b>	Sürekli karışan sığ göller	<i>Suriella</i> <i>Campylodiscus</i> <i>Fragilaria construens</i>
<b>SN</b>	Ilıman, karışan tabakalar	<i>Cylindrospermopsis</i> <i>Anabaena minutissima</i>	<b>R</b>	Mesotrofik tabakalaşmış göllerin metalimniyonu	<i>Planktothrix rubescens</i> <i>P. mougeotii</i>
<b>Z</b>	Temiz karışan tabakalar	<i>Synechococcus</i> Prokaryote pikoplankton	<b>V</b>	Ötrofik tabakalaşmış göllerin metalimniyonu	<i>Chromatium</i> . <i>Chlorobium</i>
<b>ZMX</b>	Derin oligotrofik göl	<i>Synechococcus</i> spp., <i>Ceratium hirundinella</i>	<b>W1</b>	Küçük organik havuzlar	<i>Euglenoids</i> . <i>Synura</i> <i>Gonium</i>
<b>X3</b>	Sığ temiz karışan tabakalar	<i>Koliella Chrysococcus</i> Eukaryote pikoplankton	<b>W2</b>	Sığ mesotrofik göller	Dipten karışan türler <i>Trachelomonas</i>
<b>X2</b>	Meso-ötrofik göllerde sığ temiz karışan tabakalar	<i>Plagioselmis</i> <i>Chrysochromulina</i>	<b>Q</b>	Küçük humik göller	<i>Gonyostomum</i>
<b>X1</b>	Besince zenginleşmiş, sığ karışan tabakalar	<i>Chlorella</i> <i>Ankyra</i> <i>Monoraphidium</i>			

### 3. Avrupa ve Türkiye’de Konuya İlişkin Yürütülen Örnek Çalışmalar

Balaton Gölü, Avrupa’daki en büyük sığ göldür (Yüzey alanı 593 km<sup>2</sup>, ortalama derinlik 3,2 m). Balaton Gölü’nde ekolojik durumun tahmininde fitoplankton fonksiyonel grupları kullanılarak bir Q indeksi tanımlanmıştır. Bu çalışmada toplulukların ekolojik durum değerlendirilmesinde kullanımı, yeni bir konu olduğundan tahmin ve analizlerin karşılaştırılması gerektiği bildirilmiştir. Bu bağlamda Mischke (2002) tarafından bildirilen alg biyokütlesine dayalı değerlendirme kategorileri karşılaştırmada kullanılmıştır. Q indeksi, klasik biyokütle dayalı sınıflandırmalara göre bir kategori düşük bir ekolojik durum göstermiştir. Q indeksinin ekolojik durum tahmininde kantitatif kütle değişkenlerine göre (biyokütle veya klorofil *a*) daha gerçekçi sonuçlar verdiği saptanmıştır (Padisak vd., 2006).

Ekosistemlerin bugünkü durumu ve gelecekteki değişimlerini tahmin etmek, çevresel şartlardaki değişimin türlerin kompozisyonunu nasıl etkilediğini ortaya koymak amacıyla yürütülen bir çalışmada, Portekiz’de bulunan 34 baraj gölü Su Çerçeve Direktifi’ne göre 8 yıl boyunca incelenmiştir. İnceleme sonunda göller çevre faktörleri ve plankton yapılarına göre G1 ve G2 olarak iki gruba ayrılmıştır. G1 grubu büyük nehirler tarafından beslenen düz alanlardaki baraj gölleri olarak sınıflandırılmıştır. Bu göller, çok yüksek elektriksel iletkenlik değerine ve sert sulara sahiptir. Ayrıca bu göller besin maddelerince zengindir. Bu göllerde mezotrofik ve ötrofik göllerde bulunan türler hakimdir. Bacillariophyceae ve Chlorophyceae baskın sınıf olarak tespit edilmiştir. *Navicula rhynchocephala*, *Melosira granulata*, *Synedra pulchella*, *Pediastrum simplex* ve *Pediastrum duplex* baskın türlerdir. G2 grubu göller ise, büyük nehirlerin kolları tarafından beslenen derin, yüksek alanlarda bulunan göllerdir. Yüksek tür zenginliği vardır. Oligotrofik ve oligo-mezotrofik türler baskın bulunmaktadır. Bu göllerde Chrysophyceae sınıfına ait alglerde artış gözlenmiştir. *Melosira distans*, *Melosira italica*, *Tabellaria flocculosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Rhizosolenia eriensis* ve *Synedra acus* gibi bazı türlerin baskın olarak bulunduğu bildirilmiştir (Cabecinha vd., 2008).

Fertő Gölü (Neusiedler See), Avusturya-Macaristan sınırında büyük sığ bir göldür. Gölün yüzey alanı 300 km<sup>2</sup>, ortalama derinliği 1,3 m’dir. Mesotrofik karakterdeki göl yüksek düzeyde tuzlu, alkali ve bulanıktır. Kondüktivite, 2000-3500 µS/cm<sup>-1</sup>, pH 7,5-10, berraklık 0,2 m<sup>2</sup>’dir. Gölde ortalama seston içeriği çok yüksektir (80-100 mg/l). Göl, Alpler ve Karpatya dağları arasında Tuna vadisinde bulunur. Uzun eksenini ana rüzgarlara paraleldir. Uzun dönemde ortalama rüzgarsız günlerin sayısı 1’den azdır. Bunun sonucu olarak, göl sedimenti sürekli karışır. Su silikatça zengindir, çözünmüş N ve P derişimi oldukça yüksektir. Pelajial bölgede yüksek bulanıklık nedeniyle fitoplankton gelişimi için ışık genellikle sınırlıdır. Bu göldeki fitoplankton gelişimini tuzluluk ve bulanıklık sınırlar. Gölde, kolonial mavi-yeşil algler (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*; kod X3), çoğunlukla asılı halde bulunan ancak zaman zaman hızla dibe inen meroplanktonik türler (*Surirella peisonis*, *Campylodiscus chypeus* ve uzun zincirli *Fragilaria construens*; kod MP), iyi bir yüzme kabiliyeti sağlayan ince bir müsilaj kılıfa sahip yeşil algler (*Oocystis* spp., *Planktosphaeria gelatinosa*, *Coenochloris* sp., *Labocystis planktonica*; kod F) uzun ve ince yapıları ile bazı Chlorococcales türlerinin (*Monoraphidium* ve *Koliella* spp.; kod X<sub>1</sub>, X<sub>3</sub>) bulunduğu bildirilmiştir (Padisak vd., 2006).

Ömerli Barajı İstanbul nüfusunun % 48’inin içme suyu ihtiyacını karşılayan en büyük barajdır. Baraj gölünün yüzey alanı 23,5 km<sup>2</sup>, drenaj alanı 621 km<sup>2</sup> ve hacmi 2,2 x106 m<sup>3</sup>’dür. Ömerli Barajı’na evsel ve endüstriyel atıkların yoğun olarak ulaştığı ve bu nedenle barajda yaz sonundan sonbahar ortasına kadar toksik Cyanobacterilerin aşırı çoğaldığı bildirilmiştir. Ekim 1999-Kasım 2000 tarihleri arasında yürütülen araştırmada, derin ve hipertrofik Ömerli Barajı’da denge durumunda M (*Microcystis aeruginosa*), C (*Asterionella formosa*) ve P (*Fragilaria crotonensis*) fonksiyonel gruplarının bulunduğu tespit edilmiştir (Albay ve Akçaalan, 2003).

Mogan Gölü, Ankara İli sınırları içerisinde merkezden yaklaşık 20 km güneyde, 39°44’45" ve 39°47’45" kuzey enlemleri ile 32°46’30" ve 32°49’30" doğu boylamları arasında deniz seviyesinden

972 m yükseklikte alüvyonal bir set gölüdür (Pulatsü vd., 1998). Mogan Gölü'nün derinliği 2,8 m, genişliği 1,1 km, uzunluğu 6 km, gölalanı 6,35 km<sup>2</sup>, göl hacmi 10,20 milyon m<sup>3</sup>'dür (Yerli vd., 2002). Gölün tabanı, kıyılarda yer yer taş, çakıl, kum ve çamurla kaplıdır. Mogan Gölü'nün sığ olması ve karışımlar nedeniyle Secchi derinliğinin trofik düzeyi tam olarak göstermediği tespit edilmiştir. Klorofil *a* derişimi ise fitoplanktonu oluşturan topluluklar hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle fitoplankton topluluk yapısının belirlenmesi amacıyla fonksiyonel grupların kullanılabilmesi ve gölde yapılacak herhangi bir rehabilitasyon çalışmasının sonuçlarının fonksiyonel gruplar incelenerek araştırılabileceği belirtilmiştir (Demir vd., 2008).

Liman Gölü, Kızılırmak Deltası içerisinde yer alan Bafra İlçesine 10-20 km uzaklıktaki bir göldür. Gölün yüzey alanı 270 ha'dır. Gölde Ocak 2002 ve Aralık 2003 tarihleri arasında yürütülen bir araştırmada, 17 fonksiyonel grup (B, D, N, P, S1, S2, SN, X1, Y, E, F, G, J, L<sub>0</sub>, M, W1 ve W2) tespit edilmiştir. S1, F ve L<sub>0</sub> grubu türlerin yaygın olarak bulunduğu belirtilmiştir. Fonksiyonel grupların kullanımının farklı bölgelerdeki pelajik toplulukların tür hareketliliğini anlamada önemli bir bilgi sağladığı bildirilmiştir (Soylu ve Gönüloğlu, 2010).

#### 4. Sonuç

Birçok farklı gölde yapılan çalışmalar, indikatör grup olarak fitoplankton kullanımının ekolojik durumun belirlenmesinde önemli bir araç olduğunu göstermiştir. Ekolojik durum tespiti, Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen ekobölgelere uyarlanabilecek bir esnekliğe sahiptir. Buna bağlı olarak hesaplanan Q, topluluk indeksinin yapısı, biyocoğrafik farklılıkların birleştirilmesini sağlamaktadır. Topluluk indeksi kullanımı, Avrupa'daki ekobölgelerle sınırlandırılmamıştır. Birçok topluluk geniş enlemler boyunca bulunabilir ve indekste en az bir tropik topluluk bulunmaktadır (S2, *Spirulina*, *Arthrospira*, *Rhaphidiopsis*) (Reynolds vd., 2002). Dünyada çevresel durum tahminlerine yönelik indeksler geliştirilmesine büyük bir ilgi bulunmaktadır ve topluluk indeksinin yapısı, yaygın kullanıma uygun gözükmektedir.

Farklı türleri belirli bir fonksiyonel toplulukta toplamak her zaman mümkün olmayabilir. Buna en güzel örnek *Cylindrospermopsis raciborskii* türüdür. Bu türün kodu çoğunlukla S<sub>N</sub> kodudur. Ancak sucül sistemlerin hipolimnion tabakasında klorofil *a* düzeyi maksimum olduğunda R kodu ile nitelendirilmesi daha doğru olur. Bu durum belirli bir tür için birden fazla habitat tipi olabileceğini göstermektedir. Bu temel bilimlerde bazında küçük bir problem olmasına karşın önemle takip edilmelidir (Padisak vd., 2006).

Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen ekolojik durum tahmininde fonksiyonel grupların kullanılmasının olumlu sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda göllerin besin düzeyinin tahmin edilmesinde fonksiyonel grupların kullanılması için öncelikle fitoplankton türlerinin doğru teşhisinin yapılması, ikinci aşamada ise göllerin ekolojik durumunun doğru bir şekilde saptanması gerekmektedir.

#### Kaynaklar

- Albay, M. ve Akçaalan, R. 2003. Factors influencing the phytoplankton steady state assemblages in a drinking-water reservoir (Ömerli Reservoir, Istanbul). *Hydrobiologia*, 502; 85-95.
- Anonymous 2000. Water Framework Directive, EU. <http://ec.europa.eu>.
- Cabecinha, E., Cortes, R., Cabral, J.A., Feres, T., Lourenço, M. ve Pardal, M.A. 2008. Multi-scale approach using phytoplankton as a first of step towards the definition of the ecological status of reservoirs. *Ecological Indicators*, 372; 1-16.
- Clements, F.E. 1916. Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation. Carnegie Institute, Washington.
- Cox, E.J. 1991. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? In: *Use of Algae for Monitoring Rivers*, Whitton, B.A., Rott, E., Fredrich, G. (Editors), Universitat Innsbruck, 33-40.

### **Göllerin Ekolojik Durumunun Değerlendirilmesinde Fitoplankton Topluluklarının Kullanılması**

- Demir N., Dural B. ve Fakıoğlu Ö. 2008. Su Çerçeve Direktifi'ne Göre Göllerin Ekolojik Durumunun İzlenmesinde Fitoplankton Topluluklarının Kullanımı. *III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu*. 27-29 Ağustos 2008, İzmir.
- Gleason, H. 1927. Further views on the succession-concept. *Ecology*, 8: 299-326.
- Lepistö, L. ve Rosenström, U. 1998. The most typical phytoplankton taxa in four lakes in Finland. *Hydrobiologia*, 369/370: 89-97.
- Mischke, U., Nixdorf, E., Hoehn, U. ve Riedmüller, U. 2002. Möglichkeiten zur Bewertung von seen anhand des Phytoplanktons. Aktueller Stand in Deutschland. *Aktuelle Reihe 5/02*: 25-37, Brandenburgische Technische Universität, Cottbus.
- Naselli Flores, L., Padisak, J. ve Dokulil, T. 2003. Phytoplankton and Equilibrium Concept: The Ecology of Steady-State Assemblages. *Hydrobiologia*, 502.
- Nygaard, G. 1949. Hidrobiological studies on some Danish ponds and lakes. Part II: The quotient hypothesis and some little known plankton organisms. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter, 7:1-293.
- Padisak, J., Borics, G., Feher, G., Grigorszky, I., Oldal, A., Schmidt ve Zambone-Doma, Z. 2003. Dominant species and frequency of equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. *Hydrobiologia* 502: 157-168.
- Padisak, J., Grigorszky, I., Borics, G. ve Soroczki-Pinter, E. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directives: the assemblage index. *Hydrobiologia*, 1-14.
- Padisak, J., Crossetti, L.O. ve Naselli-Flores, L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621; 1-19.
- Pulatsü, S., Köksal, G. ve Bakan Demir, N. 1998. Introduction to Limnological Survey in Mogan Lake, Central Anatolia, Turkey. In: Çelikkale, S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ. (Eds) *The Proceedings of First International Symposium on Fisheries and Ecology* 2-4 Sept., Trabzon, pp: 385-393.
- Reynolds, C.S. 1980. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarctic Ecology*, 3: 141-159.
- Reynolds, C.S. 1997. *Vegetation Processes in the Pelagic*. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Germany.
- Reynolds, C.S., Huszar V., Kruk, K., Naselli-Flores, L. ve Melo, S. 2002. Towards classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24: 417-428.
- Scheffer, M., Reinaldi, S., Huisman, J. ve Weissing, F.J. 2003. Why plankton communities have no equilibrium: solutions to the paradox. *Hydrobiologia*, 491: 9- 18.
- Sommer, U. 1986. The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodensee) in comparison to other deep lakes of central Europe. *Hydrobiologia*, 138: 1-7.
- Tanyolaç, J. 2009. Limnoloji. Hatiboğlu Basımevi, 294, Ankara.
- Thunmark, S. 1945. Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. Eine methodisch ökologische Studie. *Folia Limnologica Scandinavica*, 3:1-66.
- Soylu, E.N. ve Gönülol, A. 2010. Functional Classification and Composition of Phytoplankton in Liman Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10; 53-60.
- Yerli, S., Aldemir, A., Altındağ, A., Aykurt, A., Mutlu, B., Manav, E., Türkozan, O., Erik, S. ve Yiğit S. 2002, *Mogan Gölü Havzası Biyolojik Zenginliğinin Tespiti ve Yönetim Planı*, ÇBÖÇKKB Yayını, Ankara, 165.

