

**GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CEYHAN HAVZASI'NDAKİ BAZI LENTİK**  
**EKOSİSTEMLERİN FİTOPLANKTON**  
**KOMPOZİSYONU VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

**BIYOLOJİ BÖLÜMÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EMİNE YONCA GÜMÜŞ**  
**OCAK 2018**

**OCAK 2018**

**Yüksek Lisans – Biyoloji Bölümü**

**EMİNE YONCA GÜMÜŞ**

**Ceyhan Havzası'ndaki Bazı Lentik Ekosistemlerin  
Fitoplankton Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri**

**Gaziantep Üniversitesi**

**Biyoloji Bölümü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman**

**Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ**

**Emine Yonca GÜMÜŞ**

**Ocak 2018**



© 2018 [Emine Yonca GÜMÜŞ]

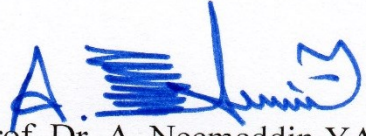
T.C.  
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tezin Adı: Ceyhan Havzası'ndaki Bazı Lentik Ekosistemlerin Fitoplankton  
Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri

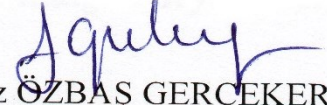
Öğrencinin, Adı Soyadı: Emine Yonca GÜMÜŞ

Tez Savunma Tarihi : 29.01.2018

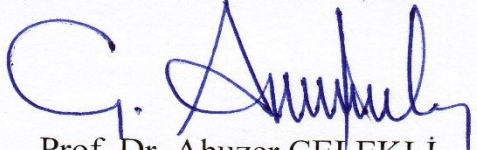
Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

  
Prof. Dr. A. Necmeddin YAZICI  
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

  
Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER  
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ  
Tez Danışmanı

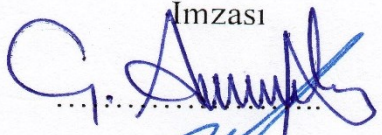
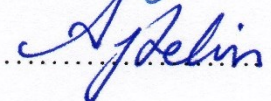
Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Doç. Dr. Zafer ÇETİN

Yrd. Doç. Dr. Türkan GÜRER

  
İmzası  
  


**İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.**

**Emine Yonca GÜMÜŞ**

## ABSTRACT

### PHYTOPLANKTON COMPOSITION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME LENTIC ECOSYSTEMS IN THE CEYHAN BASIN

GÜMÜŞ, Emine Yonca

M.Sc. in Biology Department

Supervisor: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

January 2018

67 pages

Phytoplankton is one of the five biological quality components as ecological indicator recommended by the EU Water Framework Directive for the assessment of ecological status lentic ecosystems. The aim of the present study was determination of ecological status and ecological preferences of phytoplankton assemblages from the between July 2014 and August 2015, Lake Azaplı, Ayvalı Reservoir, Lake Gölbaşı, Kartalkaya Reservoir, Aslantaş Reservoir, Kılavuzlu Reservoir, and Hakkıbeyli Reservoir in Ceyhan Basin. Analyzes of chemical variables (total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), nitrate (NO<sub>3</sub>) etc.) were made according to the standard methods. The relationship between phytoplankton species and environmental variables was assessed by canonical correspondence analysis (CCA) and weighted average regression. Phytoplankton trophic index (PTI), Mediterranean phytoplankton trophic index (Med-PTI), OECD and Carlson trophic index were used to assess the ecological status. The highest salinity, TN, and NO<sub>3</sub> were measured in Hakkıbeyli Reservoir. A total of 204 species were identified during the study period. *Scenedesmus communis*, *Ceratium hirundinella*, *Cyclotella iris*, *Fragilaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Aulacoseira granulata*, *Amphora ovalis* and *Gomphonema parvulum* were commonly found. PTI showed that the studied ecosystems were at the medium/good ecological status and Med-PTI showed that the studied ecosystems were at the medium ecological status.

**Keywords:** Phytoplankton, Ceyhan Basin, Lentic ecosystem, Med-PTI

## ÖZET

### CEYHAN HAVZASI'NDAKİ BAZI LENTİK EKOSİSTEMLERİN FİTOPLANKTON KOMPOZİSYONU VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

GÜMÜŞ, Emine Yonca

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Ocak 2018

67 sayfa

Fitoplankton, lentik ekosistemlerin ekolojik durumlarının değerlendirilmesi için Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi tarafından önerilen ekolojik gösterge niteliğindeki beş biyolojik bileşenden biridir. Bu çalışmanın amacı; Temmuz 2014 ve Ağustos 2015 tarihleri arasında Ceyhan Havzası'ndaki Azaplı Gölü, Ayvalı Barajı, Gölbaşı Gölü, Kartalkaya Barajı, Aslantaş Barajı, Kılavuzlu Barajı ve Hakkıbeyli Göleti fitoplankton kompozisyonlarının ekolojik durumu ve fitoplankton gruplarının ekolojik tercihlerinin belirlenmesidir. Kimyasal değişkenlerin (toplam fosfor (TP), toplam azot (TN), nitrat ( $\text{NO}_3$ ) vs.) analizleri standart metotlara göre yapılmıştır. Fitoplankton türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki kanonik uyum analizi (CCA) ve ağırlıklı ortalama regresyonu ile değerlendirilmiştir. Ekolojik durumu değerlendirmek için Phytoplankton trophic index (PTI), Mediterranean phytoplankton trophic index (Med-PTI), OECD ve Carlson trofik indeksi kullanılmıştır. En yüksek tuzluluk, TN ve  $\text{NO}_3$  Hakkıbeyli Göleti'nde ölçülmüştür. Çalışma alanlarında toplam 204 tür tespit edilmiştir. *Scenedesmus communis*, *Ceratium hirundinella*, *Cyclotella iris*, *Fragilaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Aulacoseira granulata*, *Amphora ovalis* ve *Gomphonema parvulum* yaygın görülmüştür. PTI, incelenen ekosistemlerin iyi/orta durumda ve Med-PTI, incelenen ekosistemlerin orta ekolojik kaliteye sahip olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fitoplankton, Ceyhan Havzası, Lentik ekosistem, Med-PTI



*Oğluma...*



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan, aynı zamanda kişilik olarak da bana çok şey katan Gaziantep Üniversitesi öğretim üyelerinden danışman hocam, sayın Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ'ye, sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Proje kapsamında birlikte çalıştığım değerli ekip arkadaşlarım, Biyolog Seda KAYHAN, Dr. Emine KAPI, Dr. Hamdullah ARSLANARGUN'a, Biyolog Hacı Ömer LEKESİZ ve Biyolog Fatma SÜRAL,

Projenin gerçekleşmesinde katkıları olan T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi'ne ve DOKAY-ÇED Şti.'ye,

Gaziantep Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Fen Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'na ve Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na,

Hayatım boyunca desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen ve benim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan aileme ve sevgili eşim Mehmet Ali KAMIŞLI'ya

Teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>viii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BÖLÜM 1</b> .....	<b>1</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD) .....	<b>2</b>
1.2 Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Bileşenleri: Fitoplankton.....	<b>5</b>
1.3 Ceyhan Havzası .....	<b>6</b>
1.4 Ceyhan Havzası'ndaki Lentik Ekosistemler .....	<b>7</b>
<b>BÖLÜM 2</b> .....	<b>10</b>
<b>LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>10</b>
<b>BÖLÜM 3</b> .....	<b>16</b>
<b>MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>16</b>
3.1 Çalışma Alanının Genel Özellikleri .....	<b>16</b>
3.2 Örnekleme Noktalarından Numunelerin Alınması .....	<b>19</b>
3.3 Anlık Suyun Fizikokimyasal Değişkenlerinin Ölçülmesi .....	<b>19</b>
3.4 Fitoplankton Teşhisi, Sayımı ve Biyohacimlerinin Belirlenmesi .....	<b>19</b>
3.5 Trofik Yapı .....	<b>21</b>
3.6 İstatistiksel Analizler .....	<b>22</b>
<b>BÖLÜM 4</b> .....	<b>25</b>
<b>BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>25</b>
4.1 Ekosistemlerin Fizikokimyasal Yapısı .....	<b>25</b>

4.2 Ekosistemlerin Fitoplankton Kompozisyonu .....	30
4.3 Fitoplankton-Çevre İlişkileri .....	45
4.4 Sucul Ekosistemlerin Trofik Durumu.....	51
4.5 Sucul Ekosistemlerin Ekolojik Durumları.....	53
<b>BÖLÜM 5.....</b>	<b>55</b>
<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>58</b>



## TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

<b>Tablo 3.1</b> Ceyhan Havzası Koordinat Bilgisi.....	17
<b>Tablo 3.2</b> OECD indeksine göre göllerin trofik durum aralıkları (Vollenweider ve Kerekes, 1982).....	21
<b>Tablo 3.3</b> Carlson göller için trofik durum indeksi (TDİ) (Carlson, 1977).....	22
<b>Tablo 4.1</b> Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinin dört dönem boyunca toplanan verilerle elde edilen fizikokimyasal değerleri .....	27
<b>Tablo 4.2</b> Lentik ekosistemlerin fizikokimyasal değişkenleri arasındaki korelasyon. Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. (* $p<0,05$ ve ** $p<0,01$ ).....	29
<b>Tablo 4.3</b> Teşhis edilen türlerin listesi .....	33
<b>Tablo 4.4</b> Monte Carlo permütasyon testi kullanımı ile CCA sonuçları.....	46
<b>Tablo 4.5</b> Parsiyel CCA sonuçlarına göre Ceyhan Havzası lentik ekosistemleri çevresel faktörlerinin fitoplankton türlerinin dağılımı üzerinde etkileri ...	47
<b>Tablo 4.6</b> Lentik ekosistemlerindeki fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri .....	48
<b>Tablo 4.7</b> Lentik ekosistemlerin OECD ve Carlson TDİ sonuçları.....	52
<b>Tablo 4.8</b> Lentik ekosistemlerinin PTI, Med-PTI, EKO düzeyleri ve durumları.....	53

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Çalışma Havzası.....	16
Şekil 3.2 a) Azaplı Gölü, b) Ayvalı Barajı, c) Gölbaşı Gölü, d) Kartalkaya Barajı, e) Aslantaş Barajı, f) Kılavuzlu Barajı, g) Hakkıbeyli Göleti örnekleme istasyonları.....	18
Şekil 4.1 Yaz ve sonbahar 2014 dönemlerinde fitoplankton türlerinin ait olduğu divizyoların dağılımı.....	31
Şekil 4.2 Yaz ve sonbahar 2014 dönemlerinde fitoplankton türlerinin ait olduğu divizyoların dağılımı.....	32
Şekil 4.3 a) <i>Ceratium hirundinella</i> , b) <i>Ceratium furcoides</i> , c) <i>Oscillatoria limosa</i> , d) <i>Closterium ciculare</i> .....	38
Şekil 4.4 a) <i>Pediastrum simplex</i> , b) <i>Pediastrum boryanum</i> , c) <i>Spirogyra</i> <i>catenaeformis</i> , d) <i>Mougeotia boodleyi</i> , e) <i>Scenedesmus communis</i> , f) <i>Scenedesmus dimorphus</i> . ....	39
Şekil 4.5 a) <i>Peridiniopsis cunningtonii</i> , b) <i>Cosmarium sportella</i> , c) <i>Euglena oxyuris</i> , d) <i>Dinobryon divergens</i> .....	40
Şekil 4.6 a) <i>Cyclotella iris</i> , b) <i>Cyclotella meneghiniana</i> , c) <i>Cocconeis placentula</i> , d) <i>Cymbella afinis</i> , e) <i>Aulacoseira granulata</i> , f) <i>Gomphonema parvulum</i> .....	41
Şekil 4.7 a) <i>Cymbella cystula</i> , b) <i>Cymbella cymbiformis</i> .....	42
Şekil 4.8 a) <i>Cymbella caespitosa</i> , b) <i>Cymbella excisa</i> , c) <i>Nitzschia amphibia</i> , d) <i>Navicula capitatoradiata</i> , e) <i>Rhopalodia gibba</i> .....	43
Şekil 4.9 a) <i>Diatoma vulgare</i> , b) <i>Diatoma ehrenbergii</i> , c) <i>Amphora ovalis</i> , d) <i>Gyrosigma acuminatum</i> , e) <i>Fragillaria ulna</i> .....	44
Şekil 4.10 Fitoplankton kompozisyonu ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki.....	45
Şekil 4.11 Toplam fosfor ile (a) PTI ve (b) Med-PTI arasındaki ilişki .....	54

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
SÇD	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi
HES	Hidroelektrik Santrali
TDİ	Trofik Durum İndeksi
DCA	Eğrisel Uyum Analizi (Detrended Correspondence Analysis)
CCA	Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis)
PTI	Fitoplankton Trofik İndeksi (Phytoplankton Trophic Index)
Med-PTI	Akdeniz Fitoplankton Trofik İndeksi (Mediterranean PTI)
BOİ <sub>5</sub>	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
SD	Secchi diski derinliği
TOC	Toplam Organik Karbon
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
PO <sub>4</sub>	Fosfat
μ ve μm	Mikron ve mikrometre
μS/cm	Mikro Siemens/santimetre
mg/l	Miligram litre

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Dünyanın %71'i sularla kaplıdır. Bunun %97-98'ini denizel sular, %2-3'ünü tatlı sular oluşturmaktadır. Tatlı suların %75'ten fazlası kutuplarda buz halinde olup, geriye kalanı yeraltı/yerüstü sularını oluşturur. Her yıl yüzey sularından  $0,63 \times 10^{14}$  ton su buharlaşıp, yeryüzüne  $3,5 \times 10^4$  ton su olarak geri dönüş yapabilmektedir. Buzullar ise dünya üzerinde ki önemli tatlı su kaynaklarıdır (Inglezakis ve Pouloupoulos, 2006).

Canlı yaşamının temel ihtiyaçlarından olan su, ulaşabildiği her yere hayat veren, birçok yönüyle yeni yaşamlar yaratan, yeryüzündeki ekonomik ve sosyal faaliyetlerin kaynağı olan doğal bir elementtir. Birçok canlı suyun hâkimiyeti altındaki ortamlarda yaşar. Bazı canlılar ise yaşamlarının bir kısmını ya da tamamını suda geçirir. Yaşamın ilk belirtilerinin suda başladığına dair güçlü hipotez ve teoriler bulunmaktadır. Dünyanın canlı yaşamına uygun olmasının en önemli özelliği bol miktarda su bulundurmasıdır. Ayrıca ulusların devamlılığı için yaşamsal bir değeri olan suyun, kendine özgü bir kimyasal yapısı vardır. Yeryüzündeki tatlı suyun kaynağı yağışlardır (Tanyolaç, 2009). Okyanuslardan, akarsulardan ve göllerden sıcaklık nedeniyle buharlaşan su, önce havaya oradan da yine yeryüzüne ulaşmaktadır. Böylece doğadaki hidrolojik döngü tamamlanmaktadır (Akben vd., 1993).

Su yaşayan tüm organizmaların metabolik faaliyetlerini etkiler. Vücuda alınıp kullanılan tüm gıdaların çözünüp dışarı atılmasında, oksijenin dokulara ve akciğerlere taşınmasında ve kan hücrelerinin oluşumunda su önemli bir etken moleküldür (Güler, 1997).

Teknolojinin ilerlemesi ile sudan faydalanma oranı arttığı gibi, kullanım yöntemlerinin çeşitliliği de artmaktadır. Kullanılacak elektriğin üretilmesinde, içme suyu elde edilmesinde, tarımsal sulamanın yapılmasında ve sel kontrollerinin sağlanmasında

göletlerin ve barajların önemi büyüktür. Günümüzde yeryüzündeki su kaynaklarının artan talebi karşılayacak şekilde sınırsız olarak arttırılabileceği gibi bir düşünce vardır. Ancak hala birçok bölgede su sıkıntısı çekilmektedir. Bu durumda tatlı suların sınırlı kaynaklar olduğunu, ancak tuzu arıtma işlemi ile deniz suyundan yararlanabilmenin çok yüksek enerji maliyetlerine sebep olabileceğini, buna rağmen bile çok az miktarlarda elde edilebileceği göz önünde tutulması gereken bir durumdur (Kazancı, 1997). Su yenilenemeyen doğal bir kaynaktır. Bu yüzden korunması, restore edilmesi ve iyileştirilmesi çok daha büyük bir öneme sahiptir. Nüfus artışına paralel olarak endüstriyel faaliyetlerin artması ve yaşam standartlarının yükselmesi doğal kaynakların kullanımını, özellikle de su kullanımını gün geçtikçe artırmaktadır. Buna bağlı olarak ortaya çıkan atık suların arıtılması için belediye ve sanayi kuruluşlarının önemli bir bütçe ayırmaları gerekmektedir. Atık suyun arıtılabilmesi ise ekonominin iyileşmesi, sosyal çevrenin temizliği ve halk sağlığının korunabilmesi açısından büyük öneme sahiptir (Akkaya, 2006).

Suların izlenmesinde ve ekolojik durumunun belirlenmesinde iki yöntem kullanılabilmektedir. Bunlardan birincisi biyolojik kalite elementlerinin (biyoindikatör) kullanımı, ikincisi ise fizikokimyasal yöntemlerin kullanımınıdır. Suyun sadece fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından değerlendirilmesi güvenilir bir sonuç sağlamamaktadır. Elde ettiğimiz bilgiler yetersizdir ve kısa sürede değişebilmektedir. Suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenler açısından değerlendirilmesi sucul ekosistemler hakkında önemli fikirler vermektedir (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Çelekli, 2006). Yapılan araştırmalar sonucunda fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanı sıra biyolojik indikatörlerinde çalışmalarda kullanılması çok daha uygun görülmüştür. Biyolojik kalite elementlerinin kullanılması, çevresel değişkenlerin organizmalar üzerinde gösterdikleri etkileri değerlendirmekte büyük önem arz etmektedir ve her iki yöntemin kullanılıp sonuçlarının beraber incelenmesi doğru veriler elde edilmesini sağlayacaktır (Cox, 1991).

### **1.1 Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD)**

AB su politikasının tarihsel açıdan gelişimi 3 önemli dönemde incelenebilir. Birinci dönemde 1970-1980 yılları arasında, içme ve yüzme suyunun kalitesi ile su ürünlerinin



üretimi konusunda düzenlemeler yapılmıştır. İkinci dönemde yüzeysel sularda oluşan kirlenmelerin azaltılması amacı ile 1990 yıllarında nitrat direktifleri oluşturulmuş ve atık suların arıtılması amaçlanmıştır. Üçüncü dönemde ise 2000’li yıllar ve sonrası için sürdürülebilir kullanımın sağlanabilmesi için düzenlemeler yapılmıştır (Directive, 2000).

1991’de Maastricht’te toplanan Avrupa Birliği’nde (AB), yeryüzündeki su rezervlerinin korunması hususunda yirmiden fazla direktif yer almaktadır. Bunların içinde 26 madde ve 11 ekten oluşan, 22 Kasım 2000 tarihli ‘Su Çerçeve Direktifi’ önemli bir yer tutmaktadır (Akkaya, 2006). Yüzeysel ve yeraltı sularının sürdürülebilir kullanımını hedefleyen SÇD’ ye göre su kaynakları yönetilirken idari sınırlara göre değil, hidrolik sınırlara göre yönetilmelidir. (Directive, 2000).

SÇD’nin temel prensibi kirlilik kaynaklarının belirlenerek engellenmesi ve bunun kontrol edilip, sürdürülmesidir. Direktif, yeraltı sularını da korumakta, kalitesi için hedefler koymaktadır. Direktifte suların ekolojik durumunun belirlenmesinde canlılar kullanılmaktadır. Fitoplankton toplulukları ise yüzeysel sularının ekolojik durumunun değerlendirmesi için önerilen beş gruptan biridir (Padisak vd., 2006). Ayrıca su kalitesinin sınıflandırılmasında beş sınıfı ortaya koymuştur. Bunlar; çok iyi, iyi, orta, zayıf ve kötü kalite sınıflarıdır. Avrupa’da kirlenmiş olan yeraltı ve yerüstü sularının 2015 yılına kadar “iyi durum” a gelmesi amaçlanmıştır (ORSAM, 2013). Avrupa Birliği ülkeleri Su Çerçeve Yönetmeliğine uymak amacıyla fitoplankton toplulukları veya indikatör gruplara ilişkin çeşitli yaklaşımlar oluşturmaya başlamışlardır. Bu amaçla birçok ulusal veya uluslararası proje yürütülmektedir (Moe vd., 2008; Ptacnik vd., 2008; Solheim ve Gulati, 2008). Bu alanda yapılan önemli projelerden birisi REBECA (Relationships Between Ecological and Chemical Status of Surface Waters; Yüzeysel Sularının Ekolojik ve Kimyasal Yapıları Arasındaki İlişkiler) projesidir (Moe vd., 2008; Solheim ve Gulati, 2008). Bu proje ile Avrupa’da 20 ülkenin yer aldığı binlerce sucul ekosistemin biyolojik, fiziksel ve kimyasal değişkenlerinin izlemesi yapılmıştır. Projede 30.000’den fazla biyolojik örnek, 80.000’den fazla klorofil-a örneği ve suyun kimyasal analizleri arasındaki ilişkiler değerlendirilerek sistemlerin ekolojik durumları değerlendirilmektedir (Moe vd., 2008). Biyolojik organizmalar ile fizikokimyasal faktörler arasındaki ilişki çok yönlü istatistiksel analizler yardımı ile açıklanmaktadır (Babanazarova ve Lyashenko, 2007; Rolland vd., 2009). Şu anda

ekolojik su kalitesinin değerlendirilmesi amacı ile kullanılacak biyolojik indikatörlerin geliştirilmesine ilişkin çalışmalar yapılmaktadır (Directive, 2000).

Birçok farklı ekosistemde yapılan çalışmalar indikatör grup olarak fitoplankton kullanılmasının ekolojik durumun belirlenmesinde önemli bir araç olduğunu göstermiştir. Ekolojik durum tespiti, Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen ekobölgelere uyarlanabilecek bir esnekliğe sahiptir. Göllerde biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerin farklı kombinasyonlarında farklı fitoplankton toplulukları bulunmaktadır. Reynolds vd. (2002), göl tiplerine göre 33 fonksiyonel grup tanımlamış ve her birini alfanumerik semboller (kodlar) ile simgelemiştir. Bu fonksiyonel gruplar güncellenerek tekrar yorumlanmaktadır (Padisak vd., 2009). 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 (Reynolds vd., 2002).

Göl ve rezarvuvar örneklerinde kullanılacak diğer indekslerde; Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI) ve Akdeniz Fitoplankton Trofik İndeksi (Med-PTI)'dir. WISER projesi kapsamında fitoplankton tür kompozisyonu değerlendirilerek PTI indeksleri hesaplanmaktadır (Directive, 2000; WISER, 2016).

Türkiye geniş bir alana yayılan akarsu ve gölleriyle önemli iç su kaynaklarına sahiptir. Ülkemizin iç su potansiyeli 200 adet doğal göl, 159 adet baraj gölü, 750 adet gölet ve 33 adet nehirden oluşmaktadır. Sulak alanlarımızın 135 tanesi uluslararası öneme sahipken, bunlardan 12 tanesi Ramsar alanı olarak kabul edilmiştir (Anonim, 2009).

Türkiye'de ise İstanbul'daki Ömerli Barajı'nda (Albay ve Akçaalan, 2003) ve Ankara'daki Mogan Gölü'nde (Akbulut ve Yıldız, 2001) fonksiyonel grupların belirlenmesi konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır. Kızılırmak Deltası içerisinde yer alan bafra ilçesine 10-20 km uzaklıktaki bir göl olan Liman Gölü'nde fonksiyonel grupların kullanımının farklı bölgelerdeki pelajik toplulukların tür hareketliliğini anlamada önemli bir bilgi sağladığı bildirilmiştir (Soylu ve Gönüloğlu, 2010).

## 1.2 Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Bileşenleri: Fitoplankton

Fitobentoz ve fitoplankton olarak iki gruba ayrılan algler, neredeyse yeryüzündeki bütün sucul habitatlarda bulunmaktadır. Plankton kelimesi ilk kez Victor Hensen tarafından kullanılmıştır. Hensen, plankton kelimesini 1887 yılında su içerisinde yüzebilen ve asılı kalan canlı olarak değerlendirmiştir (Cirik ve Gökınar, 1993).

Fitoplankton, serbest olarak sucul ortamda yüzebilen, fototrofik olarak büyüeyebilen tek hücreli kolonilerdir. Fitoplankton besin zincirinin ilk basamağında bulunur ve küresel döngüde önemli bir role sahiptir. Su yüzeyinin üst kısımlarında güneş ışınlarının daha çok nüfus edebilmesi sebebiyle yoğun olarak rastlanmaktadır. Suda bulunan fitoplankton yoğunluğunu ışık, sıcaklık, azot, silis, fosfor ve demir gibi çevresel faktörler etkilemektedir (Vaulot, 2001).

Fitoplanktonik organizmalar sahip olduğu farklı morfolojik özelliklerden dolayı daha kolay teşhis edilir. Bunlar, filamentli olup olmaması, filamentli türlerin dallanıp dallanmaması, hareket etmelerini sağlayan kamçı, sil, spin gibi çıkıntılara sahip olup olmayışları, kloroplast, göz noktası, nişasta depo bölgesi olan pirenoid veya musilaj kılıfa sahip olup olmayışı gibi morfolojik farklılıklardır.

Fitoplankton toplulukları her yıl önemli değişimler geçirmektedir. Mevsimsel süksasyon olarak anılan rekabet alanı her yıl değişmektedir (Sommer, 1986). Bu durum bir veya birkaç türün baskın olduğu toplulukların seçimiyle sonuçlanır. Koşullardaki değişimler yüksek kompozisyonel çeşitliliğin oluşumuna yol açar (Scheffer vd., 2003).

2000 yılında yayınlanan SÇD kapsamında belirtilen beş kalite unsurlarından biri olan fitoplankton türlerinin, çevresel değişkenlere karşı gösterdiği tepkilere bakılarak, su kalitesinin belirlenmesinde iyi bir biyoindikatör olduğu belirtilmiştir (European Commission, 2011). Göllerin morfolojik özellikleri ve temel çevresel değişkenlerin kombinasyonu ile oluşan mevsimsel döngüler mevsimsel süksasyonun belirli periyotlarında “en iyi adapte olmuş” türlerin baskın olmasını 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).

Göllerdeki pH, su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen miktarının değişimine bağlı olarak veya su kirliliği sebebiyle, bazı türlerin yoğunluğunda azalma görülürken bazı türlerin yoğunluğunda artış meydana gelir. Örneğin; diyatomeler kış ve ilkbaharda suda nitrat, fosfor ve silikat arttığı zaman çoğalırlar. Buna karşılık yeşil algler yazın, fosfat ve nitrat azaldığı zaman artar (Tanyolaç, 2009). Ayrıca günümüzde su kütlelerinin sahip olduğu fitoplankton kompozisyonlarına bakılarak trofik seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır (Sondegaard vd., 2001).

Su kalitesinin belirlenmesinde sucul organizmaların kullanımı çok eski zamanlara dayanır. Reynolds (1980, 1997), Kuzeydoğu İngiltere göllerinden elde ettiği fitoplankton verilerine klasik bir fitososyolojik yaklaşım uygulamış ve çeşitli tür topluluklarını ayırmıştır. Sommer (1986), Alp göllerinin tür kompozisyonları ve mevsimsel süksasyonunda yüksek benzerlikler bulmuştur. Mason (1991), oligotrofik ve ötrofik göllerin karakteristik fitoplankton toplulukları olduğunu bildirmiştir.

Fitoplankton türlerinin farklı mevsimsel, ekolojik ve biyolojik tercihi ve özelliği olmasından dolayı, özellikle duyarlı türler ortam değişimlerine karşı hassastırlar. Dolayısıyla, önemli ekolojik rollere sahip olan türlerin tanımlanması, sayısal olarak belirlenmesi ve çevresel faktörlere karşı optimum ve tolerans seviyelerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların önemi büyüktür (Rott, 1981; Pipp ve Rott, 1995; Kruk vd., 2002; Chen vd., 2003; Çelekli vd., 2007). Göllerde bulunan besin elementleri ve güneş ışığının etkisiyle oluşan sıcaklık fitoplankton yoğunluğunu etkiler. Nehirlerde ise bu durum suyun akış hızından etkilenmektedir (Allan, 1995). Sudaki değişimlere hızlı cevap verebilme özelliğinden dolayı fitoplankton topluluklarının iyi bir belirteç olduğu kabul edilmektedir.

### **1.3 Ceyhan Havzası**

İskenderun Körfezi'nden, İç Anadolu'ya kadar uzanan Ceyhan Havzası, batı tarafından Seyhan, kuzey ve doğu tarafından Fırat, güney tarafından ise Asi Havzaları ile komşudur. Havzanın bir bölümünü güneyden İskenderun Körfezi kuşatır. Ceyhan Havzası'na ait Ceyhan Nehri, Elbistan ilçesinin Pınarbaşı mevkiinden doğar. Toplam uzunluğu 425 km ve yıllık debisi 82,9 m<sup>3</sup>/sn'dir. Havzadaki en büyük alanı % 40,6 ile tarım alanları kaplamaktadır. %37,19 ile orman ve yarı doğal alanlar havzada yer kaplayan en büyük ikinci alandır (Adana İÇDR, 2008).

Ceyhan Havzası'nda genel olarak üç büyük il bulunmaktadır. Bunlar; Adana, Osmaniye ve Kahramanmaraş'tır. Bunun haricinde bölgede bulunan Kayseri, Adıyaman, Sivas, Malatya, Gaziantep ve Hatay illerinin havzaya katkısı düşük orandadır.

Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, tarımsal faaliyetler sonucunda ortaya çıkan gübre ve zirai ilaç kirliliği, atık suların deşarjı konusundaki yaşanan problemler ve katı atıkların depolarından kaynaklanan sızıntı sular Ceyhan Havzası'nı da olumsuz etkilemiştir. Ayrıca Elbistan Termik Santralini soğutma suyu için nehirden su çekilmesi ve bu bölgedeki hava kirliliği, akarsu yataklarındaki kum ve çakıl ocakları, baraj gölleri, inşaat aşamasında olan hidroelektrik santraller (HES), akarsuların çevresinde görülen erozyon bu baskı ve etkilerin büyük kısmını oluşturmaktadır.

#### **1.4 Ceyhan Havzası'ndaki Lentik Ekosistemler**

Yeryüzündeki tatlı suyun önemli bir kısmını temsil eden göller ve barajlar kendilerine özgü niteliklere sahip olmasından dolayı özel ekosistemlerdir. Göller karasal bölgelerin iç kısmında bulunan son derece önemli sulak alanlardır. Buna göre göller buldukları bölgenin konumuna ve iklimine bağlı olarak farklı ve zengin tür çeşitliliğine sahip olabilmektedir (Horne ve Goldman, 1994; Hutchinson, 1967).

Evsel, endüstriyel veya tarımsal atıklarla kirlenebilen göllerin su kalitesi bakımından incelenmesi su araştırmaları bakımından büyük önem arz etmektedir (Tundisi ve Matsumura-Tundisi, 2008; Tepe, 2009; Mutlu vd., 2014). Baraj göllerinde oluşan kirliliğin temel sebebi ise nutrient zenginleşmesidir (Liu vd., 2014). Bu ekosistemlerde araştırma yapılırken SÇD kapsamında belirlenmiş standartlar bulunmaktadır.

Göl ya da rezervuar örneklemesinde doğru ve yeterli sonuçlar alabilmek için yeterli sayıda örnek alınması gerekir. Bir kıyıdan karşı kıyıya kadar gölgede gölün en derin kısımlarına kadar örnekleme yapılmalıdır. Gölün girişine ve çıkışına yakın bölgelerden düzenli aralıklarla örnek alınmalıdır. Alınan örneklerin teşhiste kullanılabilmesi için fitoplanktonik organizmaları bulundurması gerekmektedir (WISER, 2016).

Ceyhan Havzası'nda bulunan lentik ekosistemlerden; Azaplı Gölü, Ayvalı Barajı, Gölbaşı Gölü, Kartalkaya Barajı, Aslantaş Barajı, Kılavuzlu Barajı ve Hakkıbeyli

Göleti'nin 2014 Temmuz -2015 Ağustos tarihleri arasında alınan örneklerle genel durumu incelenmiş gerekli bilgiler bu çalışmada sunulmuştur.

Azaplı Gölü; Birinci dönemde yol bulunamadığı için gidilememiş ve örnek alınamamıştır. Doğal bir göl olup etrafı tamamen sazlıklarla kaplı bataklık alan ile çevrelenmiştir. Sucul bitkilerinin de bol olduğu tespit edilmiştir. Koruma altında bulunan önemli bir sulak alanıdır. Özellikle göçmen kuşlar için önemli bir dinlenme, beslenme ve yuvalanma alanıdır.

Ayvalı Barajı; İçme suyu amacıyla kullanılmakta olan bir baraj gölüdür. Barajı besleyen akarsular kaynakları temiz ve berrak olduğundan baraj suyu da temiz ve berraktır. Birinci döneme göre su seviyesinde düşme olduğu görülmüştür.

Gölbaşı Gölü; Doğal bir göl olup etrafı tamamen sazlıklarla kaplı bataklık alan ile çevrelenmiştir. Sucul bitkilerinin de bol olduğu tespit edilmiştir. Koruma altında bulunan önemli bir sulak alanıdır.

Kartalkaya Barajı; Sulama amaçlı kullanılan suyu temiz küçük bir gölettir. Kıyısal kesimde ve su içinde vejetasyon bulunmamaktadır. Söz konusu baraj devlet kurumlarınca balıklandırılmış olup yerli türlerle karışık bir fauna bulunmaktadır.

Aslantaş Barajı; Ceyhan Nehri üzerinde kurulmuş olan hem sulama ve hem de elektrik üretimi için kullanılan büyük bir barajdır. Barajda yerli türlerin yanı sıra balıklandırma ile aşılınmış türler de bulunmaktadır. Barajda kooperatifler aracılığıyla ticari balık avcılığının yanı sıra pek çok kişi tarafından avcılık da yapılmaktadır. Etrafı ormanlık alan ile çevrilidir.

Kılavuzlu Barajı; Fırat Nehri üzerinde elektrik üretimi ve sulama amaçlı olarak kurulmuş olan baraj oldukça dik yamaçlı ve derindir. Baraj içinde çok sayıda alabalık çiftliği bulunmaktadır. Su içinde ve kıyısal kesimde sucul vejetasyon bulunmamaktadır. Gölde alabalık çiftliği vardır.

Hakkıbeyli Göleti; Sulama amaçlı kullanılan küçük bir gölettir. Kıyısal kesimde ve su içinde vejetasyon bulunmamaktadır. Söz konusu gölet avcılık için kiraya verilmiş olup, balıklandırılmış türlerin ücretli avlak sahası olarak kullanılmaktadır.

Ekosistemlerin bugünkü durumu ve gelecekteki değişimlerini tahmin etmek, çevresel şartlardaki değişimin türlerin kompozisyonunu nasıl etkilediğini ortaya koymak

amacıyla yürütülen çalışmalar günümüzde oldukça yoğunlaştırılmıştır. Ancak genele bakıldığında sucul ekosistemlerde yapılan limnolojik çalışmaların birçoğu taksonomisinin belirlenmesi üzerine olmuştur. SD kapsamında ülkemizde de yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Demir vd., 2008; elekli ve ztrk, 2014). Bu alışma ise havza bazlı olup, Ceyhan Havzası'na ait belirlenen ekosistemlerden; dönemsel olarak örnekler alınarak bölgenin ekolojik durumunun değerlendirilmesi, suların fizikokimyasal değişkenlerinin ölçülmesi ve biyolojik bir indikatör olan fitoplankton tür kompozisyonlarının çok yönlü istatistiksel analizler ile değerlendirilerek su kalitesinin belirlenmesini amaçlamıştır.



## BÖLÜM 2

### LİTERATÜR ÖZETİ

Besin zincirinin ilk basamağında yer alan fitoplankton türleri, su kalitesinin tahmin edilmesinde biyoindikatör olarak kullanılmaktadır (Rey vd., 2004; Berlinger ve Sigeo, 2010; Çelekli ve Öztürk, 2014). Her türün farklı ekolojik tercihi olması ve çevresel faktörlere karşı gösterdikleri direncin değişkenlik göstermesi yapılan çalışmalarda büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde ise uzun yıllardan itibaren bu konu üstünde durularak birçok çalışma yapılmıştır.

Obalı (1981), Türkiye fitoplanktonları üzerine yapmış olduğu çalışmada, Mart 1973-Nisan 1974 tarihleri arasında, Ortadoğu Teknik Üniversitesi oksidasyon havuzlarını incelemiştir. Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae sınıflarına ait 44 tür teşhis etmiştir. Euglenophyceae ve Cyanophyceae üyelerinin yaygın olduğunu saptamıştır.

Altuner (1982), Tortum Gölü'nde fitoplankton ve diyatomelerin yoğunluklarının mevsimsel değişimlerini incelemiştir. Fitoplanktonda; Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta ve Chrysophyta divizyonlarına ait 35 tür ve diyatomede 128 tür tespit etmiştir. Gölün yapısının ise oligotrofik tipte olduğunu belirtmiştir.

Conk ve Cirik (1991), Eğirdir Gölü'nün fitoplankton yoğunluğunu araştırıp, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae sınıflarına ait 52 tür tespit etmişlerdir. Mezotrofik özelliğe sahip olan göllerin biyolojik indikatörü olan türleri göstermişlerdir.

Baysal ve Obalı (1995), Ekim 1988 ile Kasım 1989 tarihleri arasında tuzlu bir göl olan Seyfe Gölü'nün bazı fizikokimyasal özelliklerini ve fitoplankton kompozisyonunu incelemiştir; Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Euglenophyta familyalarına ait 49 tür tespit etmişlerdir.



Akköz (1998), Beyşehir Gölü fitoplankton yoğunluğu ve tür çeşitliliğinin mevsimsel olarak değişimini incelemiş, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta ve Euglenophyta familyalarına ait 223 tür tespit etmiştir. Gölün, mezotrofik yapıda olmasına rağmen içerisinde bulunan türlerin ötrofik göllerde bulunan organizmalar olduğunu tespit etmiştir.

Şehirli (1998), Akgöl fitoplanktonlarının, mevsimsel değişimi ve bu değişime etki eden fizikokimyasal değişkenleri inceleyip, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Cryptophyta ve Chrysophyta familyalarına ait 150 tür tespit etmiştir. Gölün ise ötrofik karakterde olduğunu açıklamıştır.

Pabuççu (2000), Almus Baraj Gölü'nün fitoplankton yoğunluklarını ve mevsimsel değişimlerini incelemiş ve suyun fizikokimyasal analizlerini yapmıştır. Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Dinophyta ve Chrysophyta familyalarına ait 121 tür tespit etmiştir.

Kalin (2001), Pit Gölü'nde (Kanada) fitoplankton gelişimi ve su kalitesi değişiklikleri üzerine bir çalışma yapmıştır ve çalışma sonuçlarına göre toplam 35 cins tanımlanmıştır. Chlorophyta grubundan *Dictyosphaerium* cinsinin 1995 – 1996 yıllarında baskın cins olarak tespit etmiştir. 1997 yılında ise *Oscillatoria limnetica* türünün baskın olduğunu belirtmiştir.

Akbulut (2001), Tuz Gölü havzasındaki farklı tuz yoğunluklarına sahip Tuz Gölü, Uyuz Gölü, Çöl Gölü, Tersakan Gölü ve tatlı su olan Hirfanlı Baraj Gölü'nün planktonik Bacillariophyceae türlerini ve tür kompozisyonlarını ayrıntılı olarak belirlemiştir. Tuz Gölü'nde 92, Uyuz Gölü'nde 46, Çöl Gölü'nde 28, Tersakan Gölü'nde 25 ve Hirfanlı Baraj Gölü'nde 104 takson belirlemiştir.

Alp (2002), Hazar Gölü'nün fitoplankton ve fitobentoz örneklerini alıp incelemiştir. Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanophyta'ya ait olmak üzere toplam 90 tür tespit etmiştir.

Açıkgöz (2003), Uyuz Gölü alglerini araştırmıştır. Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta ve Bacillariophyta ait olmak üzere toplam 192 tür teşhis etmiştir. Bacillariophyta üyeleri artarken, Cyanophyta'ya ait organizmalar ters oranda azalmıştır. Işık, sıcaklık, pH ve besin tuzları türlerin yayılımını ve gelişimini

etkilediğini, organizma yoğunluklarının ilkbahar ve yaz aylarında arttığını, gölün yapısının alkali ve ötrofik karakterde olduğunu tespit etmiştir.

Akar (2003), Karanlık Göl'ünün fitoplankton kompozisyonu ve yoğunluğunu araştırmıştır. Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta familyalarına ait toplam 89 tür tespit etmiştir. Epipelik algler için Shannon-Weiner Çeşitlilik İndeksinin (H') en yüksek değeri 2,97 olarak bulmuş ve gölün alg florasının, kuzey yarımküredeki oligotrofik Alpin Gölü'nün habitatlarında tespit edilen alg floraları ile uyum gösterdiğini belirlemiştir.

Baykal ve Açıköz (2004), Hirfanlı Baraj Gölü fitoplankton yoğunluğunu incelemiştir. Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta ve Chrysophyta familyalarına ait olmak üzere toplam 329 alg türü tespit etmiş ve gölün alkali yapıda olduğunu belirtmişlerdir. Fitoplankton yoğunluğunun fazla olduğu kıyı bölgelerinde kokuşmalar olduğunu açıklamışlardır.

Açıköz ve Baykal (2005), Çubuk Karagöl'ün fitoplankton kompozisyonunu incelemişler, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta ve Dinophyta olmak üzere toplam 196 tür tespit etmişlerdir. Ankara çevresindeki bazı göllere oranla daha farklı tür kompozisyonuna sahip olduğunu, gölün yüzey alanının küçük olması ve piknik alanına sahip olmasından dolayı ilkbahar ve yaz aylarında ötrofikasyona eğilimli bir göl olduğunu tespit etmişlerdir.

Atıcı vd. (2005), Bayındır Baraj Gölü'nün fitoplankton yapısı ile suyun fizikokimyasal özelliklerini araştırıp, Cyanophyta, Chlorophyta, Dinophyta, Euglenophyta ve Bacillariophyta'ya ait toplam 76 tür tespit etmiştir. Ayrıca gölde kirliliğe dirençli türlerin olduğunu açıklamıştır.

Naz ve Türkmen (2005), Ceyhan Havzası'nda bulunan Gölbaşı Gölü fitoplankton kompozisyonunun mevsimsel değişimini incelemiş, Chrysophyta türlerinin baskın olduğunu belirlemiştir. Ayrıca gölün mezotrofik bir yapıda olduğunu açıklamıştır.

Çelekli (2006), Abant ve Gököy Gölü fitoplankton kompozisyonu Haziran 2003 – Haziran 2005 tarihleri arasında üç kıyasal ve iki vertikal istasyonda çalışılmıştır. Sırasıyla Abant ve Gököy Göllerine ait toplam 285 ve 271 net fitoplankton taksonu tanımlamıştır. Bacillariophyceae, Abant Gölü'nde % 43 ve Gököy Gölü'nde % 43,9 oran ile en zengin sınıf olmuştur. Her iki gölde benzer oranda bulunan Chlorophyceae

ikinci baskın sınıf olmuştur. Çalışma süresince çevresel değişkenlerin her iki gölde de değiştiği bildirilmiştir. Seki diski derinliği, klorofil *a* ve fosfat konsantrasyonu için Carlson ve OECD trofik durumlarına göre, Abant Gölü'nün mezotrofik ve dimiktik yapı gösterirken, Gököy Gölü'nün mezotrofidan ötrofiye geçişte ve monomiktik yapıya sahip olduğunu bildirmiştir.

Çelekli ve Külköylüoğlu (2006), Haziran 2003 – Haziran 2005 tarihleri arasında Abant Gölü diyatome (Bacillariophyta) florasını araştırmışlardır. Toplam 123 tür teşhis etmişlerdir.

Çelekli vd. (2007a), Gököy Gölü (Bolu) fitoplankton kompozisyonunu araştırmış, Chlorophyta, Euglenophyta, Cyanoprokaryota, Pyrrophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Xanthophyta ve Prasinophyta sınıflarına ait toplam 152 tür tespit etmişlerdir. Mezotrofik yapıda olan gölde, yaz aylarında fitoplankton yoğunluğu artarken kış aylarında azaldığını belirtmişlerdir.

Çelekli vd. (2007b), Abant Gölü fitoplanktonu kompozisyonunu araştırmışlar ve Chlorophyta, Euglenophyta, Cyanoprokaryota, Pyrrophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Xanthophyta ve Prasinophyta sınıflarına ait toplam 162 tür tespit etmişlerdir. Chlorophyta tür zenginliği ile bu göldeki en yüksek fitoplankton yoğunluğuna sahiptir ve çok sayıda yeni tür bulunduğunu açıklamışlardır.

Çelik ve Ongun (2007), Manyas Gölü'ndeki fitoplankton yoğunluklarını incelemiş ve bunların suyun akış hızı, sıcaklığı, pH, elektiksel iletkenliği, bulanıklığı ve sahip olduğu besin elementleri ile ilişkisini araştırmışlardır. Araştırılan değerlerin yüksek olduğu bölgelerde diyatome ve siyanobakteri türlerinin baskın olduğunu belirtmişlerdir. Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta olmak üzere toplam 153 tür teşhis etmişlerdir. Ayrıca fitoplankton yoğunluğunun artmasında nitrat ve fosfor miktarının etkili olduğunu açıklamışlardır.

Maraşlıoğlu (2007), Yedikır Baraj Gölü fitoplankton kompozisyonunu, mevsimsel değişkenlere ve bu değişkenlere etki eden fizikokimyasal faktörleri araştırmıştır. Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Cryptophyta ve Xanthophyta sınıflarına ait toplam 126 tür teşhis etmiştir. Göl birçok özelliği ile ötrofik yapıda olmasına rağmen, oligotrofik ve mezotrofik karakterlerdeki bölgelerde görülen fitoplankton kompozisyonuna rastlanmıştır.

Demir (2007), Bafa Gölü'nde yürütülen bir araştırmada, Bacilariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Chrysophyceae ve Dinophyceae sınıflarına ait toplam 45 tür tespit edilmiş ve Bafa Gölü'nün tuzluluk seviyesinin arttığı; bu nedenle deniz orijinli türlerin baskın olduğu bildirilmiştir.

Sezen (2008), Sarımsaklı Baraj Gölü fitoplanktonu ve su kalitesi özelliklerini incelemiş, belirlenen beş istasyondan alınan örneklerin incelenmesi ile Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Cryptophyta ve Xantophyta divizyolarına ait toplam 126 tür teşhis etmiştir.

Özyalın ve Ustaoglu (2008), Kemer Baraj Gölü'nde fitoplankton kompozisyonunu incelemiştir. Bu amaçla gölde belirlenen 4 istasyondan aylık olarak örnek alınmıştır. Kemer Baraj Gölü'nde gerçekleştirilen çalışma sonucunda Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta ve Chrysophyta divizyolarına ait toplam 77 tür teşhis etmişlerdir. *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* çalışma boyunca baskın tür kabul edilmiştir. Sonbahar döneminde ise fitoplankton yoğunluğunun arttığını tespit etmişlerdir.

Jeppesen vd. (2009), Danimarka'da bulunan göllerde yaptığı çalışmalarda fitoplankton biyokütlesinde ve klorofil-a düzeyinde artış gözlemlemiştir. Göllerde kirliliğin artmasına bağlı olarak azotu fikse eden Dinophyta ve Cyanobacteria türlerinin sayısında artış meydana gelirken, diyatome ve Chrysophyceae türlerinin sayısında azalma gözlemlenmiştir.

Fakıoğlu ve Demir (2011), Beyşehir Gölü'nde fitoplankton yoğunluğunun mevsimsel ve yersel olarak gösterdikleri değişimleri incelemiştir. Gölde belirlenen 4 istasyonun yüzeyinden, ortasından ve dibinden örnekler alınmıştır. Araştırma sonucunda Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Pyrrophyta ve Euglenophyta divizyolarından toplam 119 takson tespit etmişlerdir.

Çelekli ve Öztürk (2014), Alleben Göleti'nin alg kompozisyonunun belirlenmesi, alg türlerinin biyohacimsel düzeylerinin belirlenmesi, Alleben Göleti'nin fiziksel ve kimyasal durumunun ortaya çıkarılması, alg türlerinin mevsimsel dağılışının belirlenmesi ve çok yönlü istatistiksel analizleri kullanarak alg türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Toplam 232 alg türü

tanımlanmıştır ve Bacillariophyceae baskın grup olarak görülmüştür. Göletin mezotrofik karakterde olduğunu ve sert sular kategorinde olduğunu bildirmişlerdir.

Dalkıran vd. (2016), Uluabat Gölü fitoplankton tür kompozisyonu ve zamansal-mekânsal değişimini araştırmıştır. Üç istasyonda yapılan çalışma sonucunda 169 takson tespit edilmiştir. Bu çalışma daha öncekilerle kıyaslandığında Uluabat Gölü tür zenginliği yarı yarıya azalmıştır. Gölün ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz (2017), Elmalı Baraj Gölü fitoplanktonik alg florasını aylık olarak örnek alıp incelemiştir. Araştırma süresince toplam 31 takson tespit etmiş, fonksiyonel olarak gruplandırmıştır. Gölün fitoplankton kompozisyonunu değerlendirerek ötrofik karakterde olduğunu bildirmiştir.



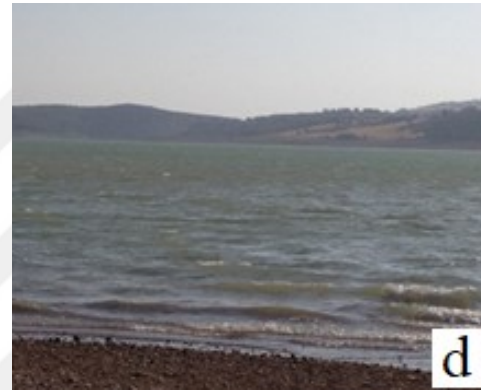


Su ereve Direktifi kapsamında yürütülen T.C. Orman ve Su İŞleri Bakanlığı, Su Yönetimi Birimi projesinde; Ceyhan Havzası'ndaki lentik ekosistemlerden Azaplı Gölü, Ayvalı Barajı, Gölbaşı Gölü, Kartalkaya Barajı, Aslantaş Barajı, Kılavuzlu Barajı ve Hakkıbeyli Göleti'nin kordinat bilgileri, rakımları ve istasyon kodları Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1** Ceyhan Havzası Koordinat Bilgisi

İstasyonlar	Kod	Rakım(m)	Kuzey	Doğu
Azaplı Gölü	G1	874	37° 33' 22"	37° 45' 8"
Ayvalı Barajı	G2	833	37° 7' 36"	37° 33' 52"
Gölbaşı Gölü	G3	885	37° 39' 4"	37° 48' 9"
Kartalkaya Barajı	G4	736	37° 16' 54"	37° 29' 45"
Aslantaş Barajı	G5	140	36° 17' 21"	37° 21' 10"
Kılavuzlu Barajı	G7	453	36° 48' 23"	37° 38' 15"
Hakkıbeyli Göleti	G8	200	35° 32' 45"	37° 12' 8"

Ceyhan Havzası'na ait örnekleme istasyonlarının arazi resimleri Şekil 3.2'de verilmiştir.



**Şekil 3.2** a) Azaplı Gölü, b) Ayvalı Barajı, c) Gölbaşı Gölü, d) Kartalkaya Barajı, e) Aslantaş Barajı, f) Kılavuzlu Barajı, g) Hakkıbeyli Göleti örnekleme istasyonları



### **3.2 Örnekleme Noktalarından Numunelerin Alınması**

Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinde dört dönem örnekleme yapılmıştır. Birinci dönem örnekleme 9-13 Temmuz 2014, ikinci dönem örnekleme 13-16 Kasım 2014, üçüncü dönem örnekleme 24-28 Nisan 2015 ve dördüncü dönem örnekleme ise 31 Temmuz ile 3 Ağustos 2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Koordinatları belirlenmiş örnekleme istasyonlarından fitoplankton örnekleri alınmıştır. Net plankton örnekleme Hydrobios marka plankton kepçesi ile yapılmıştır. Yoğunlaştırılan su numunesi 250 ml'lik polietilen su toplama kabına konulmuştur. Fitoplankton bolluklarını belirlemek için lentik ekosistemlerin pelajik bölgelerinden 250 ml'lik örnek kaplarına şişme bot yardımı ile örnek alınmıştır. Alınan fitoplankton örnekleri lugol-gliserol çözeltisi ile fikse edilmiştir. Fitoplankton örnekleme ve fiksasyonu standart yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 1995).

### **3.3 Anlık Suyun Fizikokimyasal Değişkenlerinin Ölçülmesi**

Arazide yapılan örnekleme zamanında suyun fizikokimyasal değişkenleri YSI-Professional Plus model Oksijen-Sıcaklık çoklu metre ile ölçülmüştür. Bu cihaz ile suyun sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen miktarı (mg/l), oksijen doygunluk miktarı (%), kondüktivite ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oksijen-redoks potansiyeli (mV), pH, toplam çözünmüş katı madde miktarı (TÇK, mg/l) ve tuzluluk miktarı (ppt) ölçülerek kaydedilmiştir. Suyun ışık geçirgenliği ise Hydrobios marka Secchi diski kullanarak aylık olarak belirlenmiştir (APHA, 1995).

### **3.4 Fitoplankton Teşhisi, Sayımı ve Biyohacimlerinin Belirlenmesi**

Numuneler özel kapaklı örnekleme kaplarına konularak Gaziantep Üniversitesi, Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilip geçici preparatları hazırlanmıştır. Teşhisler DIC ataşmanlı Olympus BX53 model ışık mikroskobu altında yapılmıştır. Geçici preparatların tür teşhisleri 200X, 400X ve 600X büyütmede yapılmıştır. DIC ataşmanlı Olympus BX53 model ışık mikroskobu DP73 kameralı ve software (Olympus CellSens A Vers. 1.6) programına sahip olup fitoplankton türlerinin ebatları ölçülmesinde ve çalışma süresince fitoplankton türlerinin fotoğraflarının çekilmesinde kullanılmıştır.

Diyatomlar için kalıcı preparatlar hazırladıktan sonra türlerin teşhisi yapılmıştır. Daimi preparat hazırlamak için alınan fitoplankton su örnekleri kullanılmış ve standart

yöntemlere göre yapılmıştır (European Committee for Standardization, 2004a, b). Diyatome teşhisleri DIC ataşmanlı Olympus BX53 araştırma mikroskopuyla 1000X büyütmede yapılmış ve Olympus DP73 dijital kameralı görüntüleme sistemi ile fotoğraf çekimleri yapılmış, CellSens A 1.6 Software programı ile hücre ebatları belirlenmiştir.

Teşhisler için Prescott (1982), Ettl (1983), Huber-Pestalozzi (1983), Popovsky ve Pfiester (1990), Round vd. (1990), Krammer ve Lange-Bertalot (1991 a, b), Komarek ve Anagnostidis (1998), Krammer ve Lange- Bertalot (1999 a, b), Graham ve Wilcox (2000), John vd. (2002) ve Wehr ve Sheath (2003) kaynak kitapları kullanılmıştır. Ayrıca Algaebase (2017) alg veri tabanından tür isimleri kontrol edilmiştir.

Fitoplankton sayımları için lentik ekosistemlerden doğrudan alınan numuneler laboratuvara getirildikten sonra 25, 50 ve 100 ml'lik mezürlere konulmuş ve lugol-gliserol çözeltisi damlatılmıştır. Fitoplankton çökmesi için 24–48 saat bekledikten sonra altta 10 ml numune kalıncaya kadar üst kısımdan sifon yapılmıştır. Kalan örnek Hydrobios marka sayım çemberlerine aktarılmıştır. Fitoplankton sayımı Olympus CKX41 model mikroskop kullanılarak 200X, 400X ve 600X büyütmede yapılmıştır (Utermohl, 1958; Lund vd., 1958; EN 15204). Elde edilen sayım sonuçları ile aşağıdaki formül kullanılarak organizma sayısı hesaplanmıştır.

$$birey\ sayısı/ml = \frac{C * TA}{F * A * V}$$

- C : Birey sayısı  
TA : Toplam alan  
F : Görüş alanı sayısı  
A : Sayım yapılan görüş alanı  
V : Çöktürülen su miktarı (ml)

Ekosistemlerin kimyasal analizleri ise (biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam organik karbon (TOC), toplam kjeldahl azotu (TKN), toplam azot (TN), amonyum (NH<sub>4</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), toplam fosfor (TP) ve fosfat (PO<sub>4</sub>)) akredite olan Dokay Laboratuvarı tarafından yapılmıştır.

### 3.5 Trofik Yapı

Sucul ekosistemlerin trofik düzeylerini belirleyebilmek için trofik durum indeksi hesaplanmıştır. Çalışma süresince elde edilen Secchi disk derinliği ve toplam fosfor değerleri, OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) trofik skalası (Tablo 3.2) ve Carlson (Carlson, 1977) (Tablo 3.3) trofik durum indeksi kullanılarak ekosistemlerin trofik durumu ortaya konulmuştur.

**Tablo 3.2** OECD indeksine göre göllerin trofik durum aralıkları (Vollenweider ve Kerekes, 1982)

Verimlilik düzeyi	TP (Toplam Fosfor) (µg/l)	Klo <i>a</i> (µg/l)	Maksimum Klo <i>a</i> (µg/l)	Secchi diski (m)	Minimum Secchi diski (m)
Oligotrofik	<10	<2,5	<8	<6	<3
Mezotrofik	10–35	2,5–8,0	8–25	3–6	1,5–3
Ötrofik	35–100	8–25	25–75	1,5–3	0,7–1,5
Hiperötrofik	100	25	75	1,5	0,7

OECD trofik skalası sonucunda elde edilen lentik ekosistemlerin trofik durumları renklendirilmiştir. Oligotrofik yapı; mavi, mezotrofik yapı; yeşil, ötrofik yapı; sarı ve hiperötrofik yapı; kırmızı renkleriyle gösterilmiştir.

Carlson (1977), göllerin trofik durumlarını değerlendirmek amacı ile yaygın kullanıma sahip olan bir indekstir. Carlson trofik durum indeksi (TDİ), Secchi diski derinliği (SDD), klorofil *a* (Chla) ve toplam fosfor (TP) verileri aşağıdaki ilgili eşitliklere uygulanarak indeks değerleri belirlenmiştir. Trofik durum indeks eşitlikleri aşağıda verilmiştir;

$$TDI_{(SDD)} = 10 \left( 6 - \frac{\ln SDD}{\ln 2} \right)$$

$$TDI_{(Chla)} = 10 \left( 6 - \frac{2,04 - 0,68 \ln Chla}{\ln 2} \right)$$

$$TDI_{(TP)} = 10 \left( 6 - \frac{\ln \left( \frac{48}{TP} \right)}{\ln 2} \right)$$

**Tablo 3.3** Carlson göller için trofik durum indeksi (Carlson, 1977)

Sınıf	TDİ
Oligotrofik	0–40
Mezotrofik	40–50
Ötrofik	50–70
Hiperötrofik	>70

Carlson TDİ sonuçlarına göre lentik ekosistemler farklı renklerle gösterilmiştir (Tablo 3.3). Oligotrofik durum; mavi, mezotrofik durum; yeşil, ötrofik durum; sarı ve hiperötrofik yapı; kırmızı renkleriyle gösterilmiştir.

### 3.6 İstatistiksel Analizler

Sucul ekosistemlerde fitoplankton türleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için çok yönlü istatistiksel analizler (Detrended Correspondence Analysis (DCA), Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis (CCA)) kullanılmıştır (Leps and Smilauer, 2003). Çok yönlü istatistiksel analizlerden

türler ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkinin önemli olup olmadığını test etmek için ileri seleksiyonlu Monte Carlo permütasyon (499 permütasyon) testi uygulanmıştır. Ayrıca parsiyel CCA analizi ile hangi fizikokimyasal faktör/faktörlerin türlerin dağılışında önemli rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır. İstatistiksel analizler için CANOCO paket programı kullanılmıştır.

Çalışma süresince fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri Ağırlıklı Ortalama (Weighted Averaging) regresyon ile belirlenmiştir (Hall ve Smol, 1992; Juggins ve ter Braak, 1992). Bunun için KALİBRASYON yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma süresince, fizikokimyasal değişkenlerin ekosistemler arasında önemli farkları olup olmadığını belirleyebilmek için Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişki Spearman korelasyon testi ile açıklanmıştır. İstatistiksel analizler için SPSS v.17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada yer alan şekiller için SigmaPlot v.11 (Systat Software, Inc., California, USA) bilgisayar programı kullanılmıştır.

Lentic ekosistemlerin ekolojik durumlarının ortaya konulması için modifiye Phytoplankton Trophic Index (PTI) ve Mediterranean Phytoplankton Trophic Index (Med-PTI) kullanılmıştır. İndekslerin eşitliği aşağıda verilmiştir.

Modifiye edilen Phytoplankton Trophic Index (PTI) (Çelekli, 2016)

$$PTI = \frac{\sum_{j=1}^n a_j * s_j * i_j}{\sum_{j=1}^n a_j * i_j}$$

$a_j$ ; j türü biyohacminin örnekteki oranıdır.

$s_j$ ; j taksonun örnekteki optimum düzeyidir.

$i_j$ ; türün indikatör değeridir.

Mediterranean Phytoplankton Trophic Index (Med-PTI) (Marchetto vd., 2009)

$$Med - PTI = \frac{\sum_{j=1}^n b_{j,k} * v_k * i_k}{\sum_{j=1}^n b_{j,k} * i_k}$$

$b_{j,k}$ ; k türünün örnekleme istasyonundaki ortalama biyohacim düzeyidir.

$v_k$ ; k taksonunun trofik değeridir.

$i_k$ ; k taksonunun trofik tercihinine göre indikatör değeridir.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1 Ekosistemlerin Fizikokimyasal Yapısı

Ceyhan Havzası'na ait belirlenen lentik ekosistemlerden, yaz, sonbahar 2014 ve ilkbahar, yaz 2015 dönemlerinde alınan su örneklerinin fizikokimyasal değişkenlerinin değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Azaplı ve Gölbaşı Gölü en yüksek rakıma sahip ekosistemlerdir. Aslantaş Barajı en düşük rakımda yer almakta ve en yüksek pH değerine sahip olmuştur. Lentik ekosistemlerin pH değeri genel olarak birbiri ile benzerlik göstermiş olup, alkalın yapıdadır (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Reynolds, 2006).

Azaplı Gölü'nde sıcaklık mevsimler arasında değişiklik göstermiş, 17-24 °C arasında ölçülmüştür. Gölbaşı Gölü, Ayvalı ve Kartalkaya barajlarında bu duruma benzerlik göstermiştir. Kılavuzlu Barajı ise su sıcaklığının en düşük olduğu istasyonlardan biri olmuştur. Ancak, Aslantaş Barajı (24,6±6,9 °C) ve Hakkıbeyli Göleti'nde (24,6±8,3 °C) sıcaklık değeri oldukça yüksek ölçülmüştür.

Çözünmüş oksijen, suyun kirlilik oranını ifade ederken, ayrıca sulardaki biyolojik büyüme hakkında bilgi verebilecek önemli bir değişkendir. Çözünmüş oksijen ve sıcaklık arasında ters bir orantı vardır (Hejzlar ve Vyhnaek, 1998; Singh vd., 2008; Ünlü vd., 2008; Zhou vd., 2012). Ancak Kılavuzlu Barajı haricindeki istasyonlar arasında çok büyük sıcaklık değişimleri olmadığı için çözünmüş oksijen değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

Fosfor, su ekosistemlerinde ki ötrofikasyonun temel unsurlarında biridir (Horne ve Goldman, 1994; Hutchinson, 1967). Fosforun su ortamında birikmesiyle ekosistemde yaşayan fitoplankton miktarında hızlı bir artış gözlenir. Bunun sonucunda ise su kalitesi değişkenlerinde farklılaşmalar ortaya çıkar. Kartalkaya Barajı'nın analiz sonuçlarına bakıldığında toplam fosfor değeri ortalama 312,81 µg/l olarak ölçülmüştür. Azaplı Gölü ve Ayvalı Barajı'nda TP benzer değerlerde ölçülmüştür.

Gölbaşı Gölü, toplam fosfor ve toplam azot sonuçlarına bakıldığında ise, yerleşim yerinde bulunan kanalizasyon suyunun ve tarımsal atıkların göl suyuna karıştığı düşünülmektedir. Hakkıbeyli Göleti ise birçok fizikokimyasal değişken bakımından (BOİ<sub>5</sub>, KOİ, TOC, TKN, TN, NO<sub>3</sub> vs.) diğer istasyonlara oranla çok daha yüksek değerlerde ölçülmüştür. Bunun sebebi göl etrafında var olan tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin yağmur suları ile çözünerek göle taşınması veya göle evsel ve endüstriyel atık suyun karışmasıdır.

Kılavuzlu Barajı analiz sonuçları incelendiğinde gölde bulunan alabalık çiftliklerinden kaynaklı atıklar BOİ<sub>5</sub> değerini 9,73 mg/l ve KOİ değerini 38,76 mg/l çıkmasına sebep olmuştur. Organik kirliliğin temel göstergesi olan KOİ, Hakkıbeyli istasyonunda en yüksek değerde görülmüştür.

Suların iletkenliği, suda bulunan iyon miktarı hakkında bilgiler vermektedir (Ünlü vd., 2008). Ayvalı Barajı'nda ise elektriksel iletkenlik diğer istasyonlara oranla daha düşük bulunmuştur. Ayrıca TP değişkeni açısından ötrofik göllere benzer bir sonucun elde edilmesine bakılarak, gölde yapay kirliliğin haricinde içerisinde yaşayan canlılardan kaynaklı atıkların kirletici olduğu söylenebilir. En yüksek iletkenliğe sahip olan istasyon ise Hakkıbeyli Göleti'dir.

Gölbaşı Gölü'nde ölçülen secchi diski derinliğinden yola çıkılarak gölün organik kirleticilere maruz kaldığı söylenebilir.



**Tablo 4.1** Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinin dört dönem boyunca toplanan verilerle elde edilen fizikokimyasal değerleri

	Birim	Azaplı	Ayvalı	Gölbaşı	Kartalkaya	Aslantaş	Kılavuzlu	Hakkıbeyli
Rakım	m	872±2,2	832±1,5	884±1,3	735±2,1	139±2,1	452±1,5	199,0±2,1
pH		8,5±0,4	8,4±0,3	8,6±0,4	8,6±0,4	8,7±0,5	8,3±0,2	8,5±0,4
Sıcaklık	°C	20,1±5,7	21,3±7,0	21,2±6,7	22,3±5,2	24,6±6,9	16,3±4,4	24,6±8,3
Kond.	µS/cm	332,6±32	274,8±7,4	300,8±41,6	333,2±18,1	350,2±30,2	320,3±19,7	469,5±23,4
ÇO	mg/l	8,51±3,59	8,43±1,07	9,18±1,8	8,25±1,47	9,45±2,59	8,64±0,86	8,07±1,8
TSS	mg/l	4,68±2,86	14,27±10,19	4,32±3,42	4,70±3,51	3,60±3	2,47±0,73	4,80±2,56
BOİ <sub>5</sub>	mg/l	5,50±1,3	10,37±8,1	5,68±2,3	15±11,4	7,5±5,1	9±2,9	16,3±6,9
KOİ	mg/l	23,4±4,5	43,1±33,4	27,2±16	55,3±39,7	33,6±13,8	36,5±11,9	63,3±21,3
TOC	mg/l	4,45±3,52	3,61±2,41	2,93±3,51	3,03±1,69	3,78±2,45	5,67±7,71	19,76±22,19
TKN	µg/l	748±616	372±311	356±384	525±315	475±351	490±198	1303±1239
TN	µg/l	1476±803	620±482	828±704	1570±928	957±546	1007±263	2387±2199
NH <sub>4</sub>	µg/l	471±376	117±42	363±362	199±130	178±190	0,158±92	207±187
NO <sub>2</sub>	µg/l	28±16	15±19	17±8	23±9	64±100	10±7	52±110
NO <sub>3</sub>	µg/l	502±195	207±161	294±294	577±399	338±122	382±151	773±938
TP	µg/l	120±137	185±0,236	443±758	254±338	114±126	236±302	203±262
PO <sub>4</sub>	µg/l	57±60	60±81	210±351	148±219	66±96	137±208	106±14
Tuzluluk	ppt	0,18±0,03	0,15±0,01	0,17±0,03	0,17±0,01	0,18±0,02	0,17±0,01	0,26±0,02
SD	m	0,78±0,21	0,85±0,37	0,60±0,33	1,58±0,34	2,02±0,71	3,58±2,46	3,12±2,31

Kond. (Kondüktivite), ÇO (Çözünmüş Oksijen), TSS (Toplam Askıda Katı Madde), BOİ<sub>5</sub> (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), TOC (Toplam Organik Karbon), TKN (Toplam Kjeldahl Azotu), TN (Toplam Azot), NH<sub>4</sub> (Amonyum), NO<sub>2</sub> (Nitrit), NO<sub>3</sub> (Nitrat), TP (Toplam Fosfor), PO<sub>4</sub> (Fosfat), SD (Secchi disk Derinliği)

Ceyhan Havzası'na ait belirlenen lentik ekosistemlerinin fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki Spearman korelasyon testine göre belirlenmiş ve sonuçları Tablo 4.2'de verilmiştir. Tabloya göre rakım ile kondüktivite ( $r=0,642$  ve  $p<0,01$ ), TOC ( $r=0,353$  ve  $p<0,05$ ) ve tuzluluk ( $r=0,353$  ve  $p<0,05$ ) gibi değişkenler arasında negatif önemli bir ilişki bulunmuştur. Bu durum çalışma havzasındaki daha düşük rakıma sahip ekosistemlerin kondüktivite, TOC ve tuzluluk bakımından yüksek düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Düşük rakımdaki bu ekosistemler özellikle evsel ve tarımsal baskıların altındadır. Çeşitli baskılar nedeniyle daha düşük rakımdaki lentik ekosistemlerin trofik durumları hızlıca kötüleşmektedir (Horne ve Goldman, 1994; Hutchinson, 1967).

Ayrıca pH ile sıcaklık ( $r=0,681$  ve  $p<0,01$ ) ve nitrat ( $r=0,437$  ve  $p<0,01$ ) arasında pozitif bir ilişki gözlenmiştir. Sıcaklık ile toplam organik karbon ( $r=0,415$  ve  $p<0,01$ ) arasında pozitif önemli ilişki vardır. Kondüktivite ile toplam azot ( $r=0,500$  ve  $p<0,01$ ), nitrat ( $r=0,406$  ve  $p<0,01$ ) ve tuzluluk ( $r=0,932$  ve  $p<0,01$ ) arasında pozitif önemli bir korelasyon bulunmaktadır. Biyolojik oksijen ihtiyacı ile kimyasal oksijen ihtiyacı ( $r=0,974$  ve  $p<0,01$ ) ve toplam organik karbon ( $r=0,442$  ve  $p<0,01$ ) arasında pozitif korelasyon vardır. BOİ<sub>5</sub> ile TOC arasındaki pozitif ilişki lentik ekosistemlere organik yükleme olduğunu göstermektedir. Organik baskılar çoğunlukla evsel ve tarımsal atıklarla birlikte barajlarda yapılan balık üretim çiftliklerinden kaynaklanmaktadır (Hutchinson, 1967).

Toplam azot ile nitrat ( $r=0,885$  ve  $p<0,01$ ), tuzluluk ( $r=0,551$  ve  $p<0,01$ ) ve Secchi disk derinliği ( $r=0,437$  ve  $p<0,01$ ) arasında pozitif önemli bir korelasyon tespit edilmiştir.

**Tablo 4.2** Lentik ekosistemlerin fizikokimyasal değişkenleri arasındaki korelasyon. Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. (\* p<0,05 ve \*\* p<0,01)

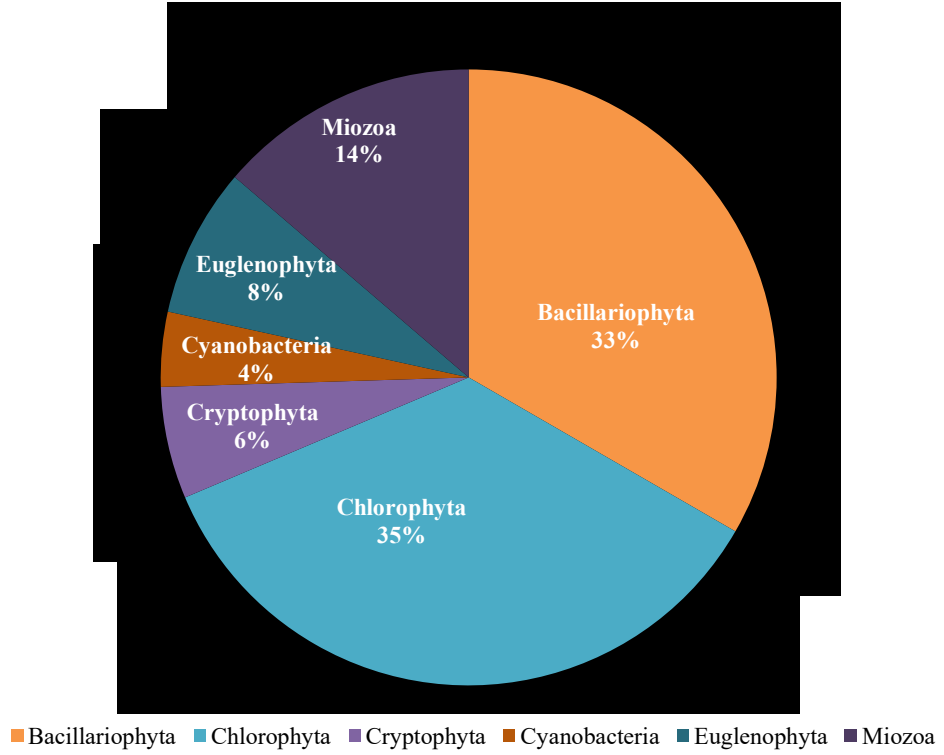
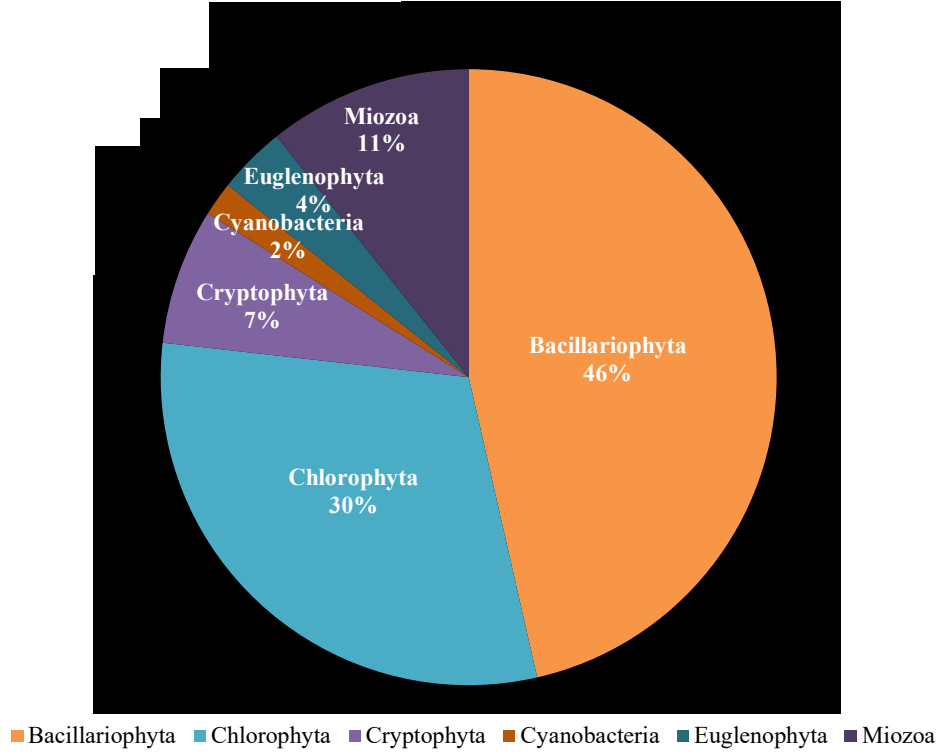
	Rakım	pH	Sıcaklık	Kond.	ÇO	TSS	BOİ <sub>5</sub>	KOİ	TOC	TN	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	TKN	TP	PO <sub>4</sub>	Tuzluluk	SD	
Rakım																			
pH	-0,057																		
Sıcaklık	-0,174	0,681**																	
Kond.	-0,642**	-0,113	0,168																
ÇO	-0,037	0,203	-0,227	-0,170															
TSS	0,272	0,088	0,039	-0,246	-0,008														
BOİ <sub>5</sub>	-0,177	0,133	0,356*	0,334*	-0,278	-0,073													
KOİ	-0,192	0,067	0,324*	0,350*	-0,272	-0,071	0,974**												
TOC	-0,314*	0,226	0,415**	0,401*	-0,196	0,011	0,442**	0,369*											
TN	-0,198	-0,316*	-0,260	0,500**	0,001	-0,136	-0,049	-0,029	-0,205										
NH <sub>4</sub>	0,221	0,019	0,089	-0,063	-0,177	-0,115	0,014	0,033	0,077	-0,175									
NO <sub>2</sub>	-0,263	-0,166	-0,207	0,232	0,312	-0,039	-0,048	-0,032	-0,059	0,061	0,094								
NO <sub>3</sub>	-0,159	-0,437**	-0,374*	0,406**	0,047	-0,161	-0,259	-0,234	-0,250	0,885**	-0,220	-0,018							
TKN	-0,239	-0,220	-0,173	0,489**	-0,020	-0,043	-0,076	-0,064	-0,134	0,941**	-0,249	-0,030	0,816**						
TP	0,122	0,130	-0,178	-0,080	-0,093	0,114	0,033	0,047	-0,092	-0,200	0,115	0,022	-0,283	-0,230					
PO <sub>4</sub>	0,068	0,211	-0,060	-0,038	-0,090	0,016	0,175	0,184	-0,100	-0,120	0,140	0,032	-0,319*	-0,160	0,939**				
Tuzluluk	-0,539**	-0,230	-0,090	0,932**	-0,099	-0,159	0,208	0,243	0,353*	0,551**	-0,099	0,244	0,469**	0,547**	0,010	0,002			
SD	-0,503**	-0,200	-0,192	0,375*	-0,029	-0,235	0,104	0,134	-0,110	0,437**	-0,204	-0,027	0,432**	0,439**	0,100	0,132	0,351*		

## 4.2 Ekosistemlerin Fitoplankton Kompozisyonu

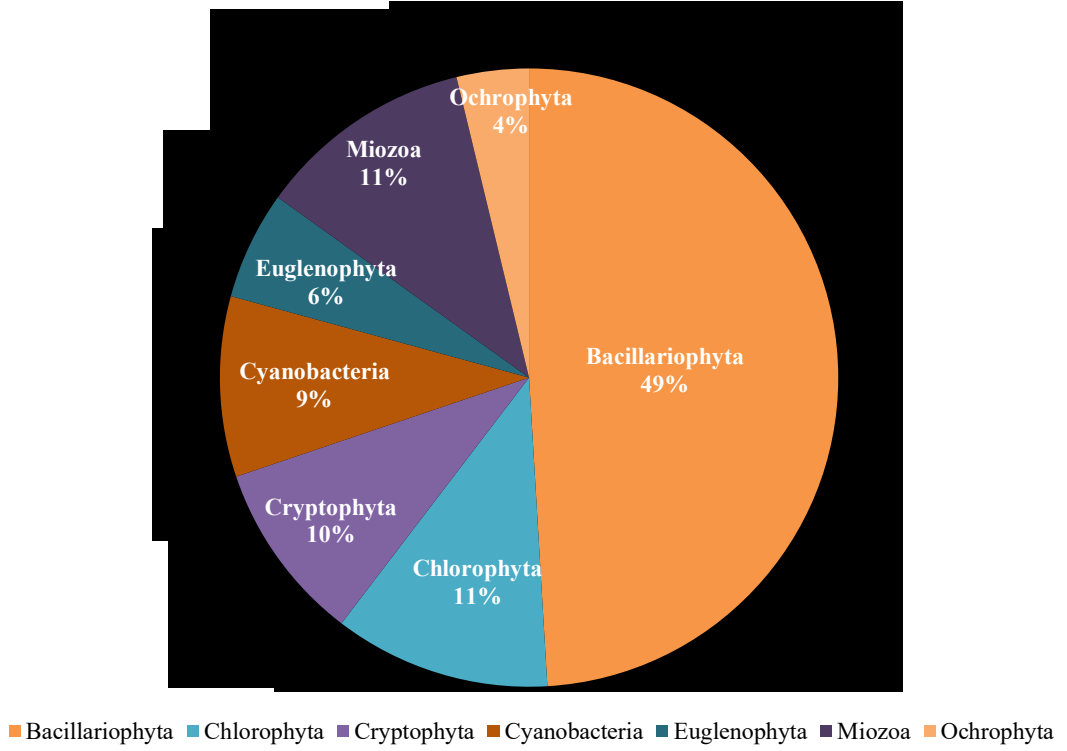
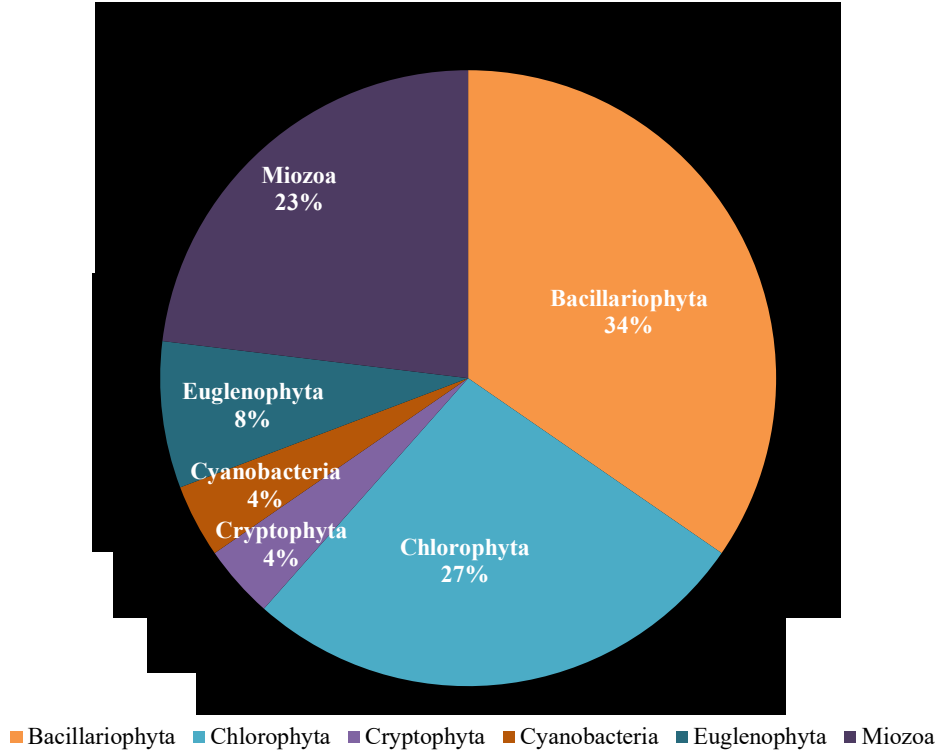
Ceyhan Havzası'na ait çalışılan lentik ekosistemlerinden, yaz, sonbahar 2014 ve ilkbahar, yaz 2015 dönemlerinde alınan fitoplankton örneklerinde fitoplankton yoğunluğu ve kompozisyonu incelenmiş toplam 204 tür tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Fitoplankton kompozisyonu ekosistemler arasında farklılık göstermiştir. Azaplı Gölü'nde 28, Ayvalı Barajı'nda 22, Gölbaşı Gölü'nde 28, Kartalkaya Barajı'nda 30, Aslantaş Barajı'nda 31, Kılavuzlu Barajı'nda 27 ve Hakkıbeyli Göleti'nde 38 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Bunlardan *Scenedesmus communis*, *Ceratium hirundinella*, *Cyclotella iris*, *Fragilaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Aulacoseira granulata*, *Amphora ovalis* ve *Gomphonema parvulum* baskın olarak görülen türler arasındadır.

Fitoplankton türlerinin ait olduğu divizyoların dağılımı mevsimsel olarak değişmiştir. Yaz 2014 döneminde Bacillariophyta %46 ve sonbahar 2014 döneminde Chlorophyta %35 ile baskın gruplar olmuşlardır. Bu dönemlerde en az tür sayısı Cyanobacteria divizyosunda bulunmuştur (Şekil 4.1). İlkbahar ve yaz 2015 dönemlerinde ise Bacillariophyta (%34 ve %49) baskın grup olmuştur (Şekil 4.2). Örnekleme yapılan dönemlerin geneline bakıldığında tür sayısı bakımından Bacillariophyta en baskın grup olup Chlorophyta grubu onu takip etmiştir. Bu durum, Abant Gölü'nde (Çelekli, 2006), Allaben Göleti'nde (Çelekli ve Öztürk, 2014) ve Yedikır Baraj Gölü'nde (Maraşlıoğlu, 2007) yapılan araştırmanın sonucuyla benzerlik göstermiştir.

Çalışma süresince farklı lentik ekosistemlerden alınan su örneklerinde teşhis edilen fitoplankton türlerinin fotoğrafları Şekil 4.3-4.9 arasında verilmiştir.



Şekil 4.1 Yaz ve sonbahar 2014 dönemlerinde fitoplankton türlerinin ait olduğu divizyonların dağılımı



**Şekil 4.2** Yaz ve sonbahar 2014 dönemlerinde fitoplankton türlerinin ait olduğu divizyonların dağılımı

**Tablo 4.3** Teşhis edilen türlerin listesi

<b>Phylum: Bacillariophyta</b>	
<b>kod</b>	<b>Class: Bacillariophyceae</b>
Acim	<i>Achnanthes impexa</i> Lange-Bertalot
Acmi	<i>Achnanthes exilis</i> var. <i>minutissima</i> Brun
Amlı	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg
Amov	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing
Ampa	<i>Amphora paraveneta</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito
Copl	<i>Cocconeis communis</i> var. <i>placentula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner
Crcu	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann
Cyso	<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>obtusata</i> Jurilj 1949
Cyaf	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>neoprocera</i> W.Silva
Cyam	<i>Cymbella amphicephala</i> Näegeli
Cyci	<i>Cymbella cistula</i> var. <i>tatrensis</i> K.Starmach, nom. inval.
Cyca	<i>Cymbella caespitosa</i> (Kützing) Brun
Cycy	<i>Cymbella cymbiformis</i> var. <i>nonpunctata</i> Fontell
Cyex	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>excisa</i> (Kützing) Grunow
Cyha	<i>Cymbella hantzschiana</i> var. <i>borealis</i> Krammer
Cyhe	<i>Cymbella gastroides</i> var. <i>helvetica</i> (Kützing) Rabenhorst 1864
Cydi	<i>Cymbella aequalis</i> var. <i>diminuta</i> (Grunow) Cleve 1894
Cypr	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve
Cysi	<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch
Cytu	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>tumida</i> Lagerstedt
Deel	<i>Denticula elegans</i> Kützing
Dete	<i>Denticula tenuis</i> Kützing
Dige	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart Schmidt
Epad	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson
Epps	<i>Epithemia pseudo-sorex</i> A.Lauby
Euan	<i>Eunotia angusta</i> f. <i>bilunaris</i> (Ehrenberg) Å.Berg
Goel	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg
Goob	<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>obtusatum</i> (Kützing) Grunow
Goel	<i>Gomphonema angustatum</i> var. <i>elongatum</i> M.Peragallo
Goan	<i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh
Gobo	<i>Gomphonema bohemicum</i> Reichelt & Fricke
Gogr	<i>Gomphonema capitatum</i> var. <i>gracile</i> Rabenhorst
Gohe	<i>Gomphonema helveticum</i> Brun
Gomi	<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh
Gool	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>brevistriatum</i> Y.L.Li & Z.X.Shi
Gopa	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i> (Kützing) Frenguelli
Gotr	<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>acuminato-truncatum</i> N.Filarszky
Gyac	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst
Gyat	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst
Gysc	<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve
Haar	<i>Hantzschia amphioxys</i> var. <i>arverna</i> M.Peragallo
Naam	<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich
Nabr	<i>Navicula bremensis</i> Hustedt
Nabro	<i>Navicula broetzii</i> Lange-Bertalot & E.Reichardt
Nabry	<i>Navicula bryophila</i> J.B.Petersen
Naca	<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain
Nabe	<i>Navicula beccariana</i> Grunow
Naci	<i>Navicula cari</i> var. <i>cincta</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot
Nacl	<i>Navicula clementis</i> Grunow
Nacr	<i>Navicula cryptocephala</i> Cleve

**Tablo 4.3 (devam)**

Nacry	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
Naex	<i>Navicula expecta</i> S.L.VanLandingham
Naga	<i>Navicula gastrum</i> (Ehrenberg) Kützing
Nagr	<i>Navicula gregaria</i> Donkin
Nala	<i>Navicula crucicula</i> var. <i>lanceolata</i> Frenguelli
Nama	<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot
Naop	<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt
Nape	<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck 1880
Naph	<i>Navicula phyllepta</i> Kützing
Naba	<i>Navicula baicaloradiosa</i> Kulikovskiy Lange-Bertalot & Metzeltin
Nase	<i>Navicula seibigiana</i> Lange-Bertalot
Nasp	<i>Navicula</i> sp.
Natr	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory
Natri	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot
Nave	<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kützing) Rabenhorst
Nifa	<i>Nitzschia fasciculata</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck 1881
Niam	<i>Nitzschia amphibia</i> var. <i>genuina</i> Ant. Mayer, nom. inval.
Nian	<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot
Nica	<i>Nitzschia calida</i> Grunow
Nidi	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst
Nifo	<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow
Nifi	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>ignorata</i> (Krasske) A.Cleve
Nifl	<i>Nitzschia flexa</i> Schumann
Nipa	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith
Nidi	<i>Nitzschia directa</i> Pantocsek
Nişi	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith
Nite	<i>Nitzschia terrestris</i> (J.B.Petersen) Hustedt
Nium	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot
Nian	<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow
Pibr	<i>Pinnularia brebissonii</i> var. <i>subproducta</i> Van Heurck
Rhgi	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller
Sumi	<i>Surirella angustata</i> f. <i>minuta</i> Skvortzov
Suov	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson
Susu	<i>Surirella subsalsa</i> W.Smith
<b>Class: Fragilariophyceae</b>	
Asfo	<i>Asterionella formosa</i> Hassall
Dieh	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing
Dimo	<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams
Dite	<i>Diatoma elongata</i> var. <i>tenuis</i> (C.Agardh) van Heurck
Divu	<i>Diatoma vulgare</i> Bory
Frbi	<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalo
Frcu	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières
Frcu	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow
Frer	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton
Frdr	<i>Fragilaria dilatata</i> (Brébisson) Lange-Bertalot
Frle	<i>Fragilaria leptostauron</i> (Ehrenberg) Hustedt
Frpi	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg
Frte	<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot
Frul	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot
<b>Class: Coscinodiscophyceae</b>	
Augr	<i>Aulacoseira granulata</i> f. <i>sparsipunctata</i> Manguin
<b>Class: Mediophyceae</b>	
Cybo	<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenstein ex Grunow



**Tablo 4.3 (devam)**

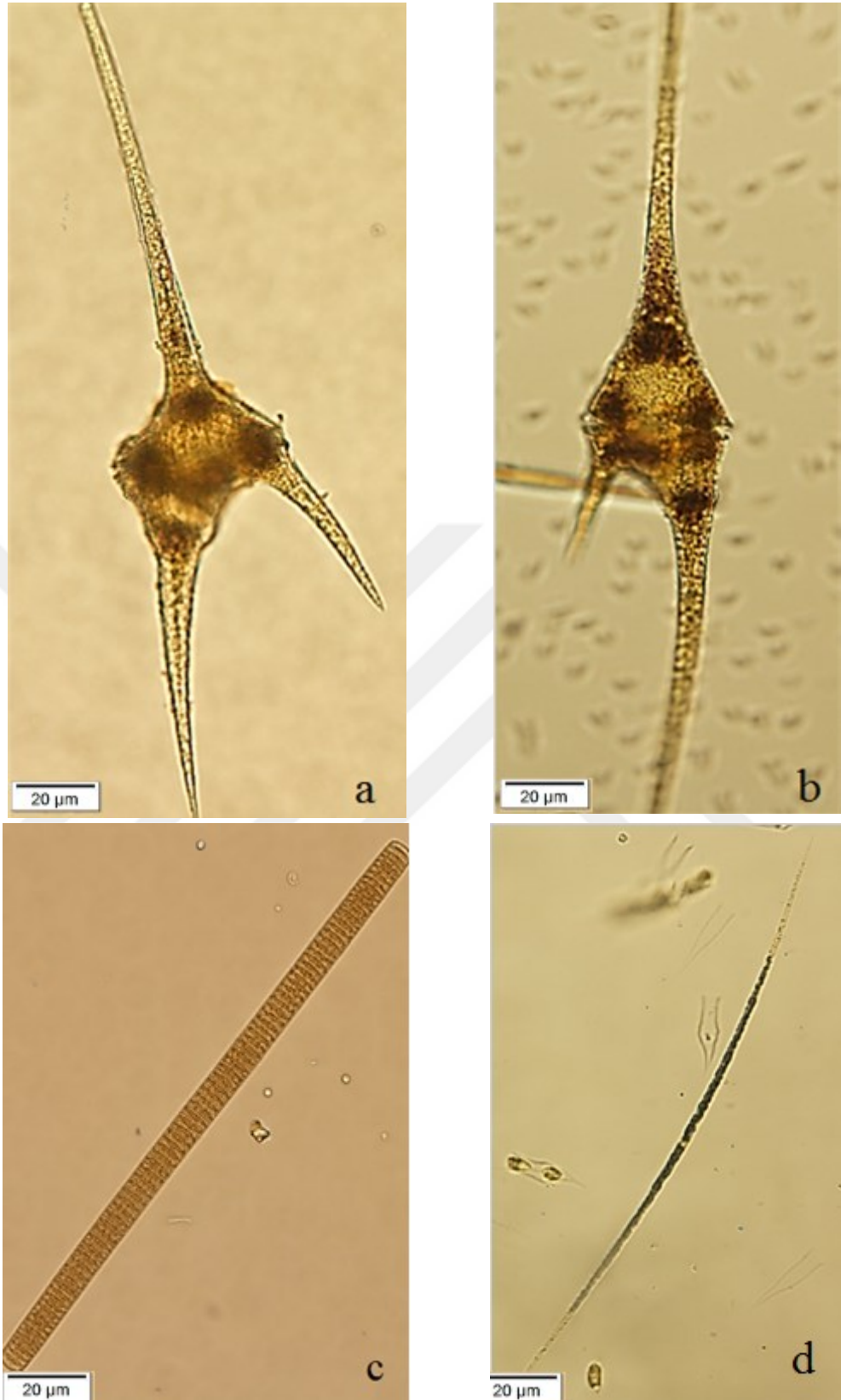
Cyir	<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph
Cyme	<i>Cyclotella kutzingiana</i> var. <i>meneghiniana</i> (Kützing) Brun
Cyoc	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek
Cytr	<i>Cyclotella tripartita</i> Håkansson 1990
<b>Phylum: Ochrophyta</b>	
<b>Class: Chrysophyceae</b>	
Didi	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof
<b>Phylum: Chlorophyta</b>	
<b>Class: Chlorophyceae</b>	
Chgl	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W.Snow
Cheh	<i>Chlamydomonas ehrenbergii</i> Gorozhankin [Goroschankin]
Chla	<i>Chlamydomonas lapponica</i> Skuja
Coas	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris 1867
Comi	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun 1855
Moar	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák 1970
Moko	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard 1979
Oeca	<i>Oedogonium capitellatum</i> Wittrock ex Hirn 1900
Oehy	<i>Oedogonium hystrix</i> Wittrock ex Hirn 1900
Pamo	<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory
Pebo	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>brevicorne</i> f. <i>glabra</i> Raciborski
Pedu	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
Pesu	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>subintegrum</i> Raciborski
Pesi	<i>Pediastrum simplex</i> Meyen, nom. inval.
Scac	<i>Scenedesmus aculeotatus</i> Reinsch
Scar	<i>Scenedesmus arcuatus</i> f. <i>spinosus</i> Hortobágyi & Németh
Scco	<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977
Scdi	<i>Scenedesmus acutus</i> var. <i>dimorphus</i> (Turpin) Rabenhorst
Scel	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda
Scfa	<i>Scenedesmus falcatus</i> f. <i>maximus</i> Uherkovich 1956
Scin	<i>Scenedesmus incrassatulus</i> Bohlin 1897
Scac	<i>Scenedesmus acutus</i> var. <i>obliquus</i> Rabenhorst
Scob	<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829
Scop	<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>contacta</i> Prescott 1944
Scsp	<i>Scenedesmus arcuatus</i> f. <i>spinosus</i> Hortobágyi & Németh 1963
Segr	<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch 1866
Stlu	<i>Stigeoclonium lubricum</i> (Dillwyn) Kützing 1845
Stna	<i>Stigeoclonium nanum</i> (Dillwyn) Kützing 1849
Stfa	<i>Stigeoclonium farctum</i> Berthold
Temi	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1888
Tetr	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek
<b>Class: Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)</b>	
Clac	<i>Closterium aciculare</i> T.West
Clacu	<i>Closterium acutum</i> Brébisson
Cobi	<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>excavatum</i> Gutwinski 1890

**Tablo 4.3 (devam)**

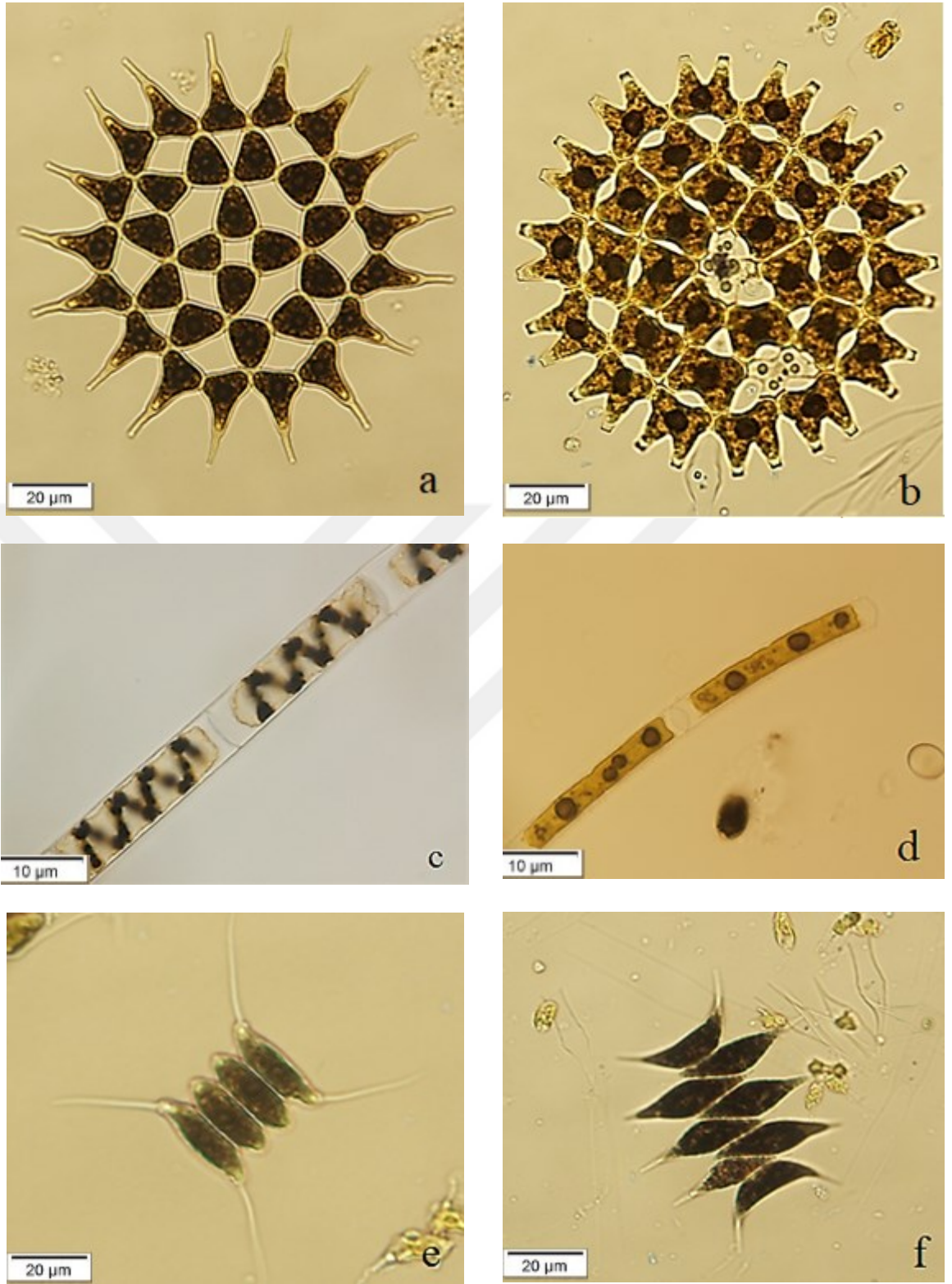
Cogr	<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs 1848
Cola	<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst 1868
Come	<i>Cosmarium meneghinii</i> Brebisson in Ralfs 1848
Como	<i>Cosmarium moniliforme</i> Ralfs
Cosp	<i>Cosmarium sphaerostichum</i> Nordstedt
Cospo	<i>Cosmarium sportella f. minus</i> Irénée-Marie
Cosu	<i>Cosmarium subcostatum</i> Nordstedt
Cosub	<i>Cosmarium subcrenatum f. laeve</i> G.W. Prescott
Cova	<i>Cosmarium goniodes</i> var. <i>variolatum</i> West & G.S. West 1905
Mobo	<i>Mougeotia boodlei</i> (West & G.S West) Collins 1912
Moel	<i>Mougeotia elegantula</i> Wittrock 1872
Movi	<i>Mougeotia viridis</i> (Kützing) Wittrock 1872
Moca	<i>Mougeotia capucina</i> C.Agardh 1824
Monu	<i>Mougeotia nummuloides</i> (Hassall) De Toni 1889
Mopa	<i>Mougeotia parvula</i> Hassall 1843
Mosc	<i>Mougeotia scalaris</i> Hassall 1842
Spbo	<i>Spirogyra borgeana</i> Transeau 1916
Spca	<i>Spirogyra arcta</i> var. <i>cateniformis</i> (Hassall) Kirchner 1878
Spdu	<i>Spirogyra dubia</i> Kützing 1849
Spfl	<i>Spirogyra fluviatilis</i> Hilse 1863
Spde	<i>Spirogyra decima f. elongata</i> (Vaucher) V.I.Poljansky 1966
Spmi	<i>Spirogyra mirabilis</i> (Hassall) Kützing
Zyst	<i>Zygnema stellinum</i> (O.F.Müller) C.Agardh 1824
<b>Class: Trebouxiophyceae</b>	
Gein	<i>Geminella interrupta</i> Turpin
Gemu	<i>Geminella mutabilis</i> (Brébisson) Wille
Muma	<i>Muriella magna</i> F.E.Fritsch & R.P.John 1942
<b>Class: Ulvophyceae</b>	
Clgl	<i>Cladophora glomerata</i> var. <i>marina</i> Kützing 1845
Ulsu	<i>Ulothrix subconstricta</i> G.S. West 1915
Ulte	<i>Ulothrix subtilis</i> var. <i>tenerrima</i> (Kützing) Kirchner
Ulten	<i>Ulothrix tenuissima</i> Kützing 1833
Ulva	<i>Ulothrix subtilis</i> var. <i>variabilis</i> Kirchner
Ulzo	<i>Ulothrix zonata</i> (F.Weber & Mohr) Kützing 1843
<b>Phylum: Cryptophyta</b>	
<b>Class: Cryptophyceae</b>	
Crer	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg 1832
Crob	<i>Cryptomonas obovata</i> Czosnowski 1948
Plna	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall 1994
<b>Phylum: Euglenophyta</b>	
<b>Class: Euglenophyceae</b>	
Euac	<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830
Euag	<i>Euglena agilis</i> H.J.Carter 1856

**Tablo 4.3 (devam)**

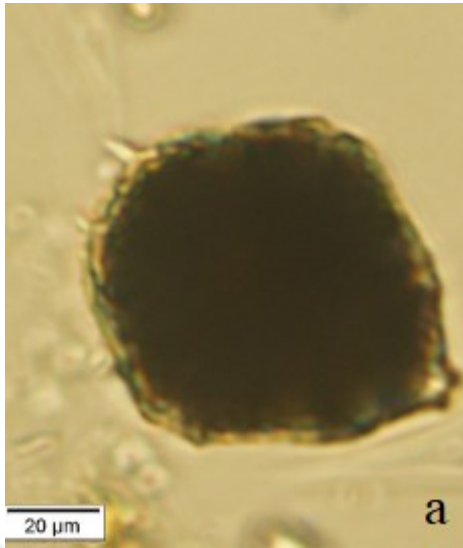
Euch	<i>Euglena chlamydophora</i> Mainx 1928
Eugr	<i>Euglena acus</i> var. <i>gracilis</i> Unknown authority
Euox	<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda 1846
Eupr	<i>Euglena proxima</i> P.A.Dangeard 1902
Euva	<i>Euglena variabilis</i> Klebs 1883
Euvi	<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830
Leov	<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann 1901
Phlo	<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin 1841
<b>Phylum: Cyanobacteria</b>	
<b>Class: Cyanophyceae</b>	
Anja	<i>Anabaena circularis</i> var. <i>javanica</i> Woloszynska
Ancy	<i>Anabaena cylindrica</i> Lemmermann 1896
Lybi	<i>Lyngbya birgei</i> G.M. Smith 1916
Lyp	<i>Lyngbya epiphytica</i> Hieronymus in O.Kirchner 1898
Megl	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845
Miae	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846
Osis	<i>Oscillatoria agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja 1948
Osch	<i>Oscillatoria chalybea</i> Mertens ex Gomont 1892
Oschl	<i>Oscillatoria chlorina</i> Kützing ex Gomont 1892
Osfo	<i>Oscillatoria formosa</i> Bory ex Gomont 1892
Osli	<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont 1892
Oste	<i>Oscillatoria acuminata</i> f. <i>tenuis</i> Parukutty 1939
Phfo	<i>Phormidium foveolarum</i> Gomont 1892
Phfr	<i>Phormidium fragile</i> Gomont 1893
Phlu	<i>Phormidium luridum</i> Gomont 1892
Phte	<i>Phormidium aeruginosum</i> var. <i>tenuis</i> Kützing
Psca	<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn 1915
<b>Phylum: Miozoa</b>	
<b>Class: Dinophyceae</b>	
Cehi	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 1841
Cefu	<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans 1925
Pecu	<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann 1907
Peac	<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann 1900
Pean	<i>Peridinium anglicum</i> G.S. West 1909
Peci	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1832



Şekil 4.3 a) *Ceratium hirundinella*, b) *Ceratium furcoides*, c) *Oscillatoria limosa*, d) *Closterium aciculare*.

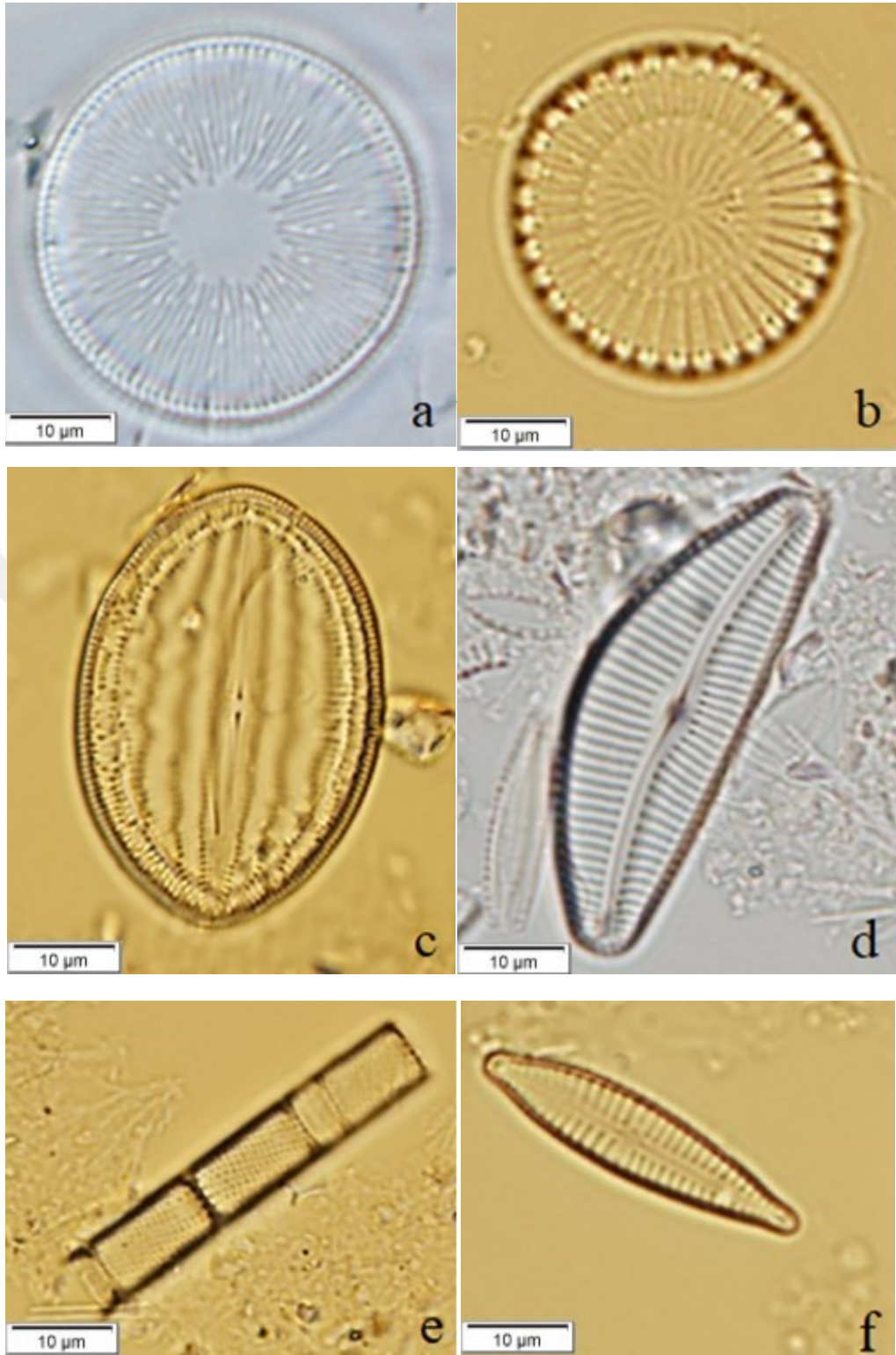


Şekil 4.4 a) *Pediastrum simplex*, b) *Pediastrum boryanum*, c) *Spirogyra catenaeformis*, d) *Mougeotia boodleii*, e) *Scenedesmus communis*, f) *Scenedesmus dimorphus*.

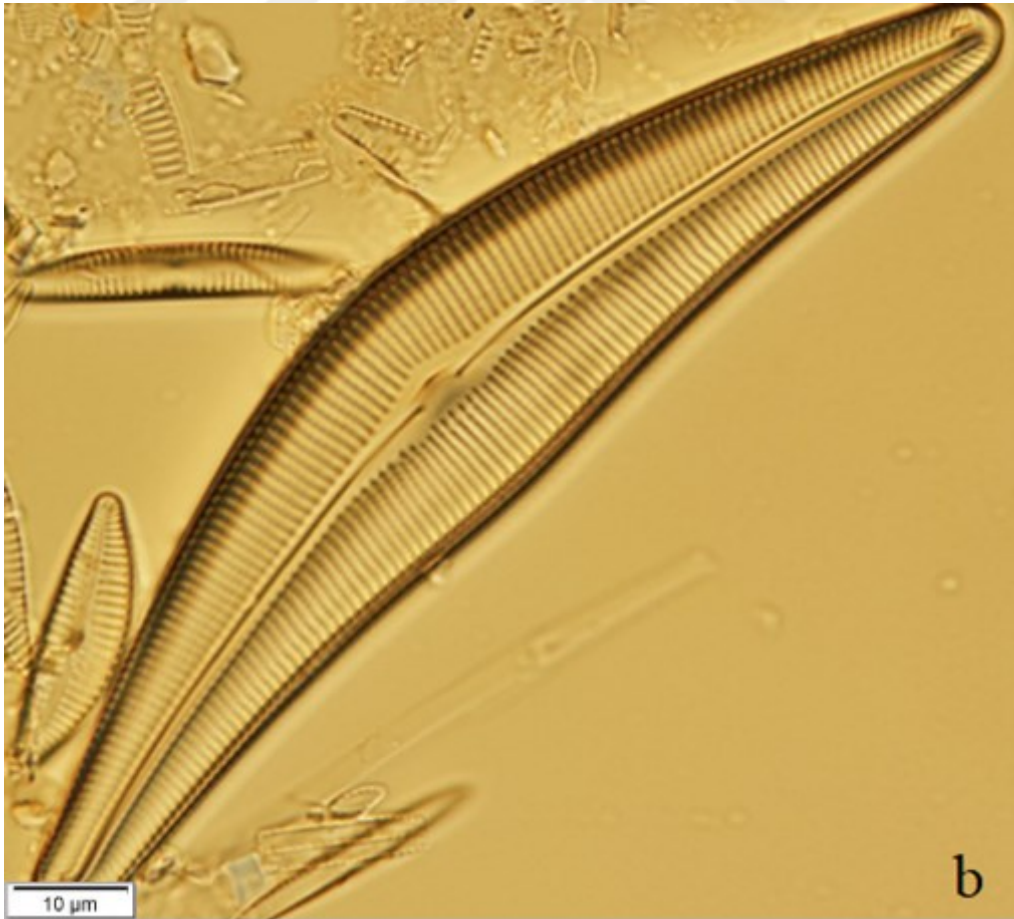


Şekil 4.5 a) *Peridiniopsis cunningtonii*, b) *Cosmarium sportella*, c) *Euglena oxyuris*, d) *Dinobryon divergens*.



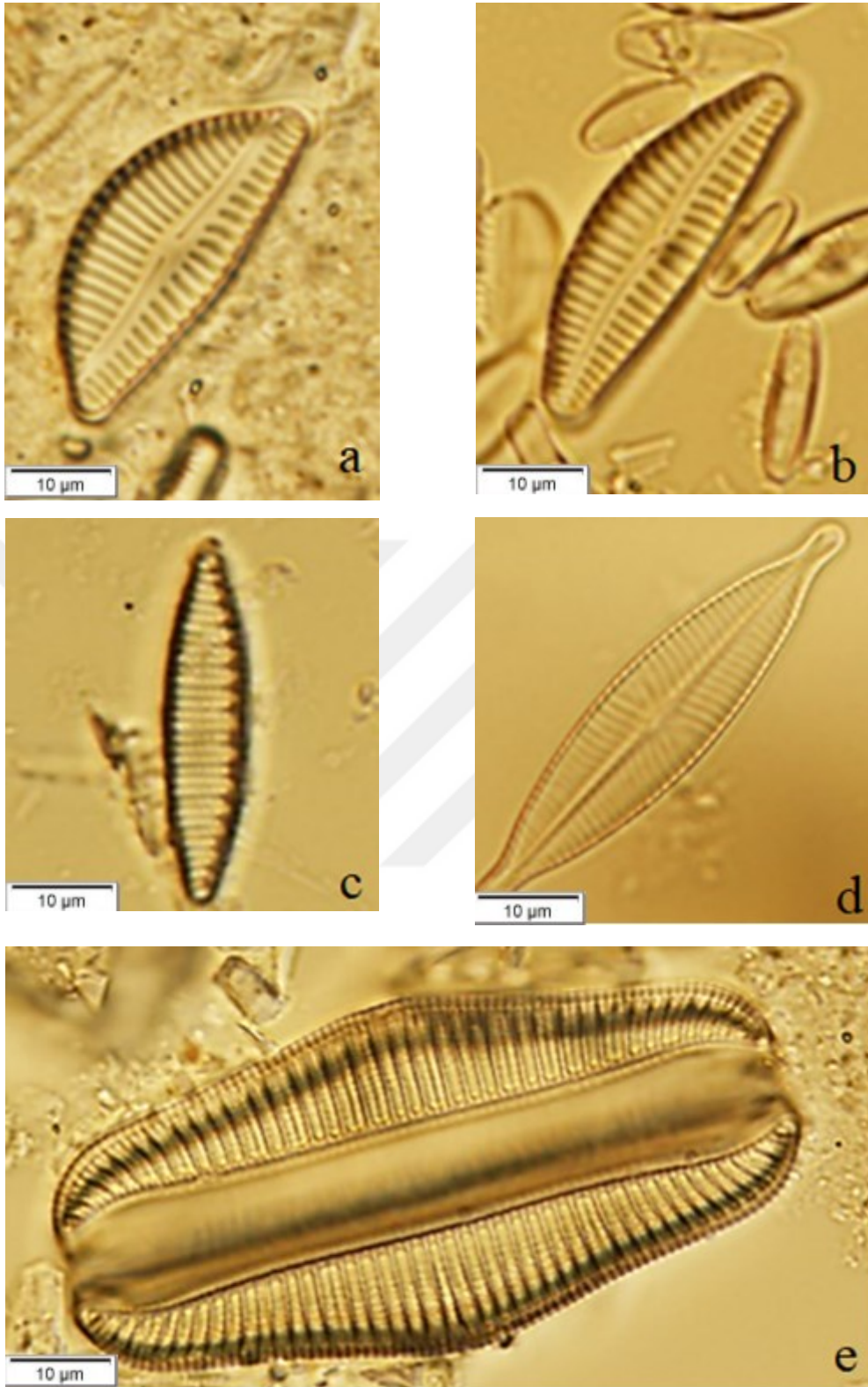


**Şekil 4.6** a) *Cyclotella iris*, b) *Cyclotella meneghiniana*, c) *Cocconeis placentula*, d) *Cymbella afinis*, e) *Aulacoseira granulata*, f) *Gomphonema parvulum*.

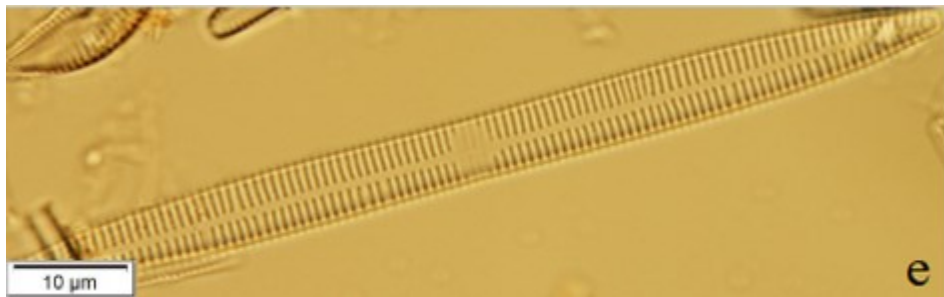
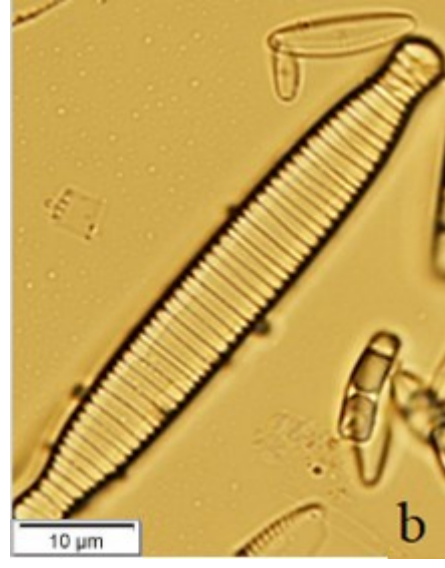


Şekil 4.7 a) *Cymbella cistula*, b) *Cymbella cymbiformis*.





Şekil 4.8 a) *Cymbella caespitosa*, b) *Cymbella excisa*, c) *Nitzschia amphibia*, d) *Navicula capitatoradiata*, e) *Rhopalodia gibba*.

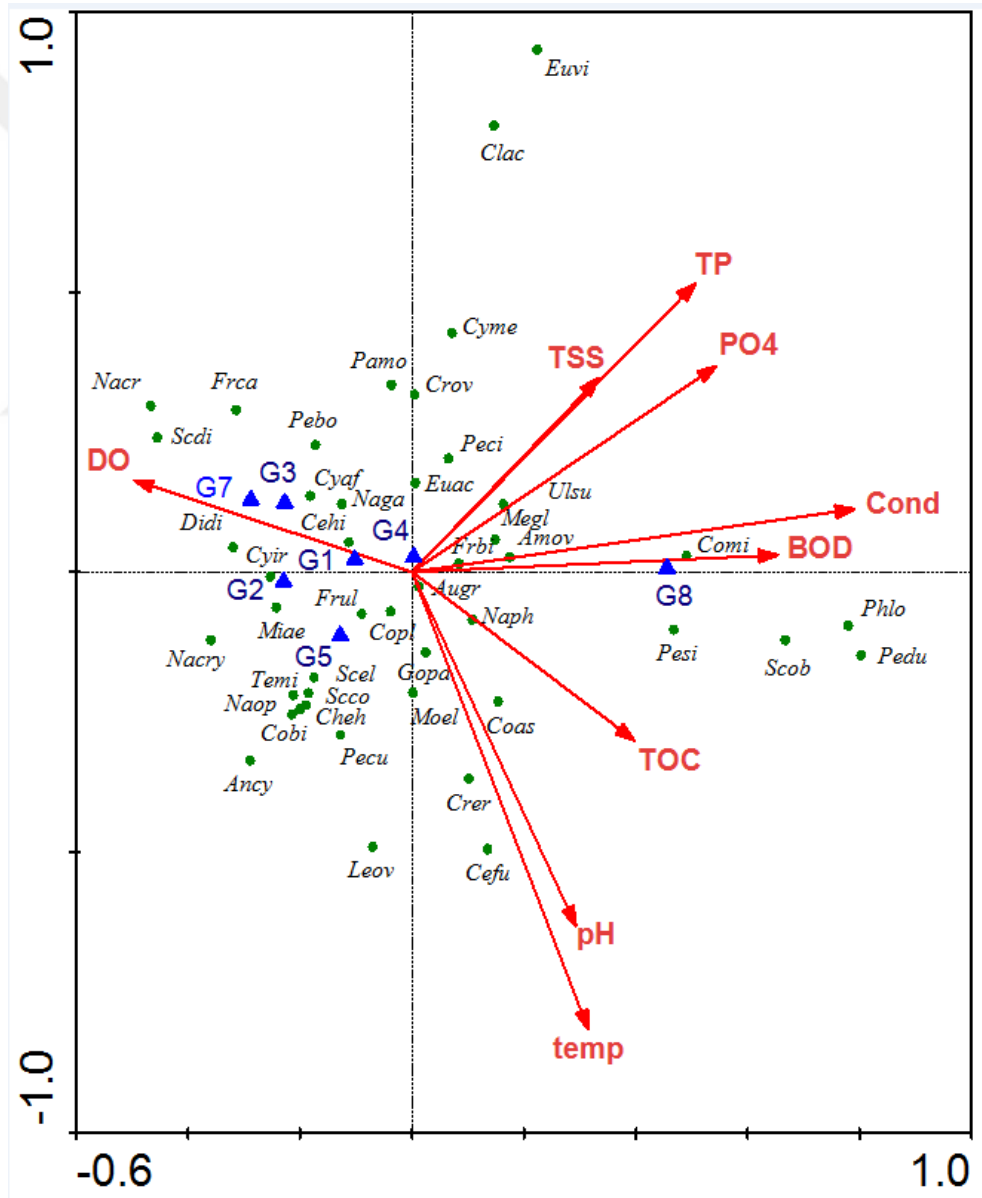


Şekil 4.9 a) *Diatoma vulgaris*, b) *Diatoma ehrenbergii*, c) *Amphora ovalis*, d) *Gyrosigma acuminatum*, e) *Fragillaria ulna*.

### 4.3 Fitoplankton-Çevre İlişkileri

Ceyhan Havzası'na ait lentik ekosistemlerden alınan su örneklerinde, teşhis edilen fitoplanktonik organizmalar ile fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak için Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis (CCA)) kullanılmıştır (ter Braak ve Smilauer, 1998; Leps ve Smilauer, 2003).

Fitoplankton türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Şekil 4.9'da verilmiştir. Tür kodları Tablo 4.3'te, çevresel değişkenlerin tam adları Tablo 4.1'de ve örnekleme alan kodları Tablo 3.1'de verilmiştir. Ekosistemlerin tür çevre ilişkisi için kullanılan Monte Carlo permütasyon analizi ve CCA analiz sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.10 Fitoplankton kompozisyonu ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki

CCA sonuçları ordınasyonun birinci eksenini ile ikinci eksenini arasında çok iyi bir ilişki olduğunu göstermiştir (Şekil 4.9). CCA'nın iki eksenini, ekosistemlerin fitoplankton türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi sırasıyla % 98,5 ve % 96,6 ile çok iyi açıklamıştır. Bu ilişki Monte Carlo permütasyon testi sonucuna ( $F= 2,853$  ve  $p= 0,002$ ) göre önemli olmuştur. Tür verilerinin kümülatif varyans yüzdesi 15,1 ile 27,4 arasında değişmiştir (Tablo 4.4). Çevresel değişkenler ile fitoplankton tür kompozisyonu arasındaki ilişkinin daha önceki çalışmalarda da yüksek çıktığı rapor edilmiştir. Örneğin, Abant Gölü için %90,5 (Çelekli, 2006) ve Uluabat Gölü %95 (Dalkıran vd., 2016) olarak bulunmuştur. Bu çok yüksek ilişkiler fitoplankton türlerinin çevresel değişkenlerden doğrudan etkilendiklerini gösterdiğinden, su kalitesinin anlaşılmasında ve yönetiminde çok önemli rol oynadıkları belirtilmiştir.

**Tablo 4.4** Monte Carlo permütasyon testi kullanımı ile CCA sonuçları

Eksenler	1	2	3	4	Total inersiya
Aygen değerler	0,909	0,737	0,606	0,430	6,008
Tür-çevre ilişkileri	0,985	0,966	0,934	0,873	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	15,1	27,4	37,5	44,7	
Tür-çevre ilişkisi için	24,5	44,3	60,6	72,2	
Aygen değerlerinin toplamı					6,008
Kanonik aygen değerlerinin toplamı					3,714
Monte Carlo permütasyon testi					
	$F = 2,853$		$p = 0,002$		

Parsiyel CCA sonuçlarına göre Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinin fitoplankton türlerinin dağılımında en önemli faktör kondüktivite olmuştur (Tablo 4.5). Bu faktörü sırasıyla, sıcaklık,  $PO_4$ , TP, DO, pH, TOC, Rakım,  $BOI_5$  ve TSS izlemiştir.

**Tablo 4.5** Parsiyel CCA sonuçlarına göre Ceyhan Havzası lentik ekosistemleri çevresel faktörlerinin fitoplankton türlerinin dağılımı üzerinde etkileri

Değişken	$\lambda$	F	p
Kondüktivite	0,680	1,711	0,002
Sıcaklık	0,668	1,678	0,002
PO <sub>4</sub>	0,656	1,645	0,002
TP	0,650	1,629	0,002
DO	0,644	1,614	0,002
pH	0,608	1,518	0,002
TOC	0,593	1,478	0,020
Rakım	0,590	1,471	0,002
BOI <sub>5</sub>	0,588	1,467	0,006
TSS	0,565	1,404	0,012

Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinin çalışma süresince fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri ağırlıklı ortalama (weighted averaging) regresyon ile belirlenmiştir (Hall ve Smol, 1992; Juggins ve ter Braak, 1992). Türlerin sahip olduğu biyohacim düzeylerinin çevresel değişkenlere karşı optimum ve tolerans seviyeleri Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Tabloda türler kodları ile gösterilmiş ve fitoplanktonik organizmaların tam adları ise Tablo 4.3’te verilmiştir.

Çalışmada yaygın olarak görülen *Aulacoseira granulata*, *Ceratium hirundinella* ve *Scenedesmus communis* gibi diğer birçok tür genellikle alkalın ortamları tercih etmiş ve gelişme göstermiştir. Ayrıca organik kirliliğin yoğun olduğu alanlarda *Pediastrum boryanum* ve *Euglena acus* kompozisyonlarında artış meydana gelmiştir. Ancak *Cymbella afinis* genel olarak temiz ortamlarda gelişim göstermiştir. *Ceratium* ve *Peridinium* türleri ise genellikle daha sıcak suları tercih etmişlerdir. *Euglena acus*, *Microcystis aueruginosa* ve *Pediastrum boryanum* gibi türler yüksek TP içeren ortamları tercih etmiştir. Daha önceki çalışmalarda *Microcystis aueruginosa* ötrofik ortam biyoindekatörü olarak gösterilmiş ve *Euglena acus* organik kirliliğin biyoindekatörü olarak kaydedilmiştir (Horne ve Goldman, 1994; Hutchinson, 1967).

**Tablo 4.6** Lentik ekosistemlerindeki fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri

Kod	Sıcaklık			Kondüktivite		pH		TP		PO <sub>4</sub>	
	Max	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole
Amov	69,45	27,1	0,635	333,3	45,5	8,81	0,120	0,577	0,060	0,408	0,213
Ancir	100,0	27,9	5,6	304,0	50,1	8,95	0,299	0,098	0,255	0,082	0,158
Ancy	94,08	27,9	0,933	305,5	23,3	8,94	0,092	0,094	0,034	0,078	0,050
Augr	58,76	26,1	7,0	333,3	23,3	8,89	0,240	0,200	0,349	0,131	0,218
Cefu	97,81	32,0	2,5	442,3	90,0	8,85	0,119	0,032	0,019	0,022	0,026
Cehi	63,52	20,8	6,4	328,8	71,6	8,91	0,255	0,187	0,416	0,079	0,199
Cehh	92,27	30,2	9,2	353,0	9,2	9,07	0,382	0,045	0,014	0,020	0,008
Clac	70,85	14,9	0,212	446,7	153,4	8,26	0,566	0,516	0,156	0,270	0,120
Copl	40,49	27,8	6,8	330,5	25,2	8,83	0,443	0,204	0,256	0,153	0,132
Coas	36,59	29,3	3,2	370,0	88,3	8,96	0,157	0,221	0,246	0,124	0,124
Comi	59,23	27,0	9,6	422,3	73,8	8,89	0,357	0,331	0,293	0,164	0,169
Cobi	91,89	30,9	2,4	346,0	56,1	9,10	0,112	0,045	0,027	0,024	0,032
Cole	100,0	32,5	5,6	465,0	50,1	9,10	0,299	0,500	0,255	0,260	0,158
Cosp	100,0	32,1	5,6	445,0	50,1	8,85	0,299	0,031	0,255	0,021	0,158
Crer	63,23	27,9	8,3	438,5	66,5	8,69	0,357	0,037	0,018	0,019	0,018
Crov	35,93	18,7	5,4	386,2	100,2	8,58	0,481	0,314	0,282	0,162	0,175
Cybo	100,0	13,8	5,6	312,0	50,1	8,31	0,299	0,035	0,255	0,010	0,158
Cyir	30,94	20,8	5,8	320,1	38,0	8,49	0,320	0,318	0,612	0,149	0,290
Cyme	41,02	20,0	6,8	360,8	93,9	8,61	0,440	0,482	0,166	0,326	0,193
Cyaf	33,94	23,7	9,5	315,7	42,5	8,84	0,397	0,485	0,813	0,284	0,356
Didi	48,95	17,1	4,7	315,2	6,0	8,65	0,446	0,036	0,001	0,010	0,158
Euac	50,67	20,9	8,4	313,0	57,3	8,78	0,120	1,162	0,863	0,658	0,226
Euvi	100,0	14,8	5,6	510,0	50,1	8,03	0,299	0,580	0,255	0,320	0,158

**Tablo 4.6** (devam)

Kod	Max	Sıcaklık		Kondüktivite		pH		TP		PO <sub>4</sub>	
		Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole
Frbi	61,13	30,5	6,2	341,4	14,5	9,08	0,326	0,260	0,286	0,308	0,192
Frca	54,51	13,9	1,0	321,6	30,6	8,22	0,277	0,368	0,626	0,167	0,294
Frul	23,56	27,1	5,5	332,6	43,7	8,82	0,338	0,236	0,246	0,170	0,199
Gopa	37,59	28,6	7,1	363,6	64,1	8,82	0,440	0,300	0,347	0,278	0,239
Leov	51,40	30,0	2,8	357,6	120,2	8,81	0,057	0,034	0,004	0,015	0,008
Megl	90,26	27,2	3,1	352,9	0,707	8,88	0,177	0,510	0,366	0,453	0,338
Miae	51,15	21,5	9,2	288,4	22,6	8,82	0,184	0,920	1,189	0,443	0,522
Moel	81,51	27,6	4,7	352,6	71,5	8,82	0,194	0,048	0,112	0,015	0,031
Muma	100,00	29,1	5,6	304,0	50,1	8,88	0,299	0,320	0,255	0,200	0,158
Nacr	72,31	19,3	8,2	267,2	19,8	8,50	0,438	0,042	0,004	0,010	0,158
Nacry	80,99	21,9	5,4	321,2	40,3	8,32	0,396	0,043	0,005	0,010	0,158
Naga	52,09	19,4	1,6	347,8	23,3	8,38	0,255	0,054	0,015	0,010	0,158
Naop	84,43	30,2	6,7	351,0	36,9	9,03	0,405	0,068	0,175	0,036	0,099
Naph	63,56	29,2	5,0	306,2	32,3	8,84	0,404	0,455	0,334	0,220	0,091
Oste	100,00	32,1	5,6	445,0	50,1	8,85	0,299	0,031	0,255	0,021	0,158
Pamo	79,24	17,6	8,6	301,5	29,0	8,83	0,007	0,293	0,229	0,121	0,099
Pebo	91,30	15,3	2,9	279,2	58,9	8,67	0,204	1,630	1,160	0,750	0,567
Pedu	99,16	32,5	0,3	464,8	11,2	9,10	0,177	0,496	0,102	0,258	0,077
Pesi	49,03	29,7	5,5	420,3	68,4	8,95	0,218	0,428	0,224	0,274	0,197
Pecu	31,22	28,6	4,1	326,6	60,7	8,91	0,217	0,082	0,146	0,040	0,079
Peci	96,81	17,7	7,0	393,7	53,5	8,29	0,367	0,350	0,135	0,097	0,053
Phlo	95,27	31,7	12,5	467,0	33,4	9,05	0,753	0,503	0,050	0,263	0,048
Scco	53,82	27,1	5,5	321,9	39,9	8,92	0,218	0,110	0,130	0,068	0,059
Scdi	52,91	15,9	2,7	295,0	28,8	8,31	0,050	0,041	0,006	0,010	0,158



**Tablo 4.6** (devam)

Kod	Sıcaklık			Kondüktivite		pH		TP		PO <sub>4</sub>	
	Max	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole	Opt.	Tole
Scel	92,53	30,0	11,0	361,2	94,7	9,03	0,710	0,078	0,303	0,039	0,179
Scob	80,73	32,8	0,9	440,5	89,8	9,13	0,106	0,428	0,264	0,258	0,007
Spma	100,00	32,1	5,6	445,0	50,1	8,85	0,299	0,031	0,255	0,021	0,158
Temi	97,83	30,9	11,4	350,7	41,7	9,10	0,198	0,050	0,110	0,024	0,066
Ulsu	94,46	26,1	9,3	352,3	9,2	8,81	0,636	0,562	0,016	0,488	0,156
		4,45		29,44		0,25		198,66		106,84	
		0,69		0,83		0,68		0,78		0,78	

Çalışma süresince *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria biceps*, *Fragilaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella iris* gibi türler CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmıştır. Çok yönlü analiz sonuçları bu türlerin çalışma periyodu süresince fizikokimyasal değişkenlere karşı geniş toleransının olduğunu göstermiştir. Ayrıca *Fragilaria* türlerinin ötrofik karakterdeki ekosistemlerin indikatörleri olduğu daha önceki çalışmalarda kaydedilmiştir (Reynolds, 1984). Araştırmacıların çoğu *Cyclotella* türlerinin oligotrof göllerin florası olarak tanımlamıştır (Hutchinson, 1967) ancak Stoermer ve Ladewski (1976) türlerin oligotrofikten hiperötrofik aralıklardaki ekolojik şartlarda bulunabileceğini belirtmişlerdir. *Ceratium furcoides*, *Coelastrum astroideum* ve *Gomphonema parvulum* türleri sıcaklık ile yakın ilişkili görülmüştür. Uluabat Gölü'nde yapılan bir çalışmada fitoplankton yoğunluğunu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden birisinin su sıcaklığı olduğu tespit edilmiştir (Dalkıran vd., 2016). Sıcaklığın, fitoplankton türlerinin ortamdaki fosfor ve azottan faydalanması üzerinde önemli etkisi olduğu daha önceki çalışmalardan da bilinmektedir (Mallin vd., 1999). Manyas Gölü'nde yapılan araştırmada fitoplankton yoğunluğunun artmasında nitrat ve fosfat miktarının büyük ölçüde etkili olduğu açıklanmıştır (Çelik ve Ongun, 2007).

Evsel ve organik atıkların suya karışması sonucunda fosfat (PO<sub>4</sub>) miktarının artması ötrofikasyona neden olabilmektedir. Fosfatın sudaki miktarı 30 µg/L üzerine çıktığında ise su kalitesindeki bozulmalardan veya kirlilikten söz edilebilmektedir



(Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Yılmaz, 2004; Vollenweider ve Kerekes, 1982). *Fragilaria biceps*, *Merismopedia glauca* ve *Ulothrix subconstricta* gibi türler PO<sub>4</sub> bakımından zengin olan ortamları tercih etmiş ve yayılış göstermiştir. Ayrıca ordinasyon merkezine yakın bulunan Kartalkaya Barajı'nın da besin tuzları açısından zengin olduğu görülmektedir.

Kondüktivite ve BO<sub>5</sub> gibi çevresel değişkenler Hakkıbeyli Göleti ile ilişkili olmuş değişkenlerdir ve *Coelastrum microporum* türleri bu ortamları tercih eden türler arasındadır.

#### 4.4 Sucul Ekosistemlerin Trofik Durumu

Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinden dört dönem boyunca alınan Secchi disk derinliği ve toplam fosfor değerleri Carlson (1977) trofik durum indeksi (TDİ) ve OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) değerlerine göre hesaplanmıştır (Tablo 4.7). Carlson (1977) TDİ sonuçlarına göre 0–40 arası oligotrofik, 40–50 arası mezotrofik, 50-70 arası hiperötrofik ve 70'den büyük olduğu zaman ötrofik olarak sınıflandırılmıştır. Vollenweider ve Kerekes (1982)'e göre Secchi disk derinliği ve toplam fosfor TDİ değerlerinin mevsimsel değişimi hesaplanmış ve sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir. Yaz ve sonbahar 2014, ilkbahar ve yaz 2015 dönemlerinde incelenen ekosistemlerin büyük bir kısmı genellikle ötrofik karakterde görülmüştür. Bu durum Sarımsaklı Baraj Gölü'nde yapılan çalışmanın sonucuyla benzerlik göstermiştir (Sezen, 2008).

Fosfor miktarı ötrofik göllerde oligotrofik göllere oranla daha fazladır (Lepistö ve Rosenström, 1998). TP ve Secchi diski değerlerine göre Azaplı ve Gölbaşı gölleri, Kartalkaya ve Ayvalı barajları ötrofik; Aslantaş, Kılavuzlu, Hakkıbeyli barajları mezotrofik ve ötrofik durumdadır. Gölbaşı Gölü'nde yapılan bir başka araştırmada gölün mezotrofik yapıda olduğu bildirilmiştir (Naz ve Türkmen, 2004).

Çelekli (2006), Abant ve Gököy Gölü fitoplankton kompozisyonu Carlson ve OECD trofik durumlarına göre incelemiş ve Abant Gölü'nün mezotrofik yapı gösterirken, Gököy Gölü'nün mezotrofidan ötrofiye geçen bir yapıya sahip olduğunu bildirmiştir.

**Tablo 4.7** Lentik ekosistemlerin OECD ve Carlson TDİ sonuçları

İstasyonlar	Dönemler	Carlson (1977) TDİ				OECD	
		TDİ <sub>SD</sub>	Trofi	TDİ <sub>TP</sub>	Trofi	SD	TP
Azaplı Gölü	2014 Yaz			ulaşım sağlanamadı			
	2014 Sonbahar	60,0	Ö	89,1	H	H	H
	2015 İlkbahar	61,5	Ö	64,4	Ö	H	Ö
	2015 Yaz	68,6	Ö	70,3	H	H	Ö
Ayvalı Barajı	2014 Yaz	60,0	Ö	96,9	H	H	H
	2014 Sonbahar	53,2	Ö	86,4	H	Ö	H
	2015 İlkbahar	70,0	Ö	58,7	Ö	H	Ö
	2015 Yaz	63,2	Ö	52,2	Ö	H	M
Gölbaşı Gölü	2014 Yaz	93,2	Ö	87,4	H	H	H
	2014 Sonbahar	60,0	Ö	112,1	H	H	H
	2015 İlkbahar	65,1	Ö	58,7	Ö	H	Ö
	2015 Yaz	67,4	Ö	52,7	Ö	H	M
Kartalkaya Barajı	2014 Yaz	50,0	Ö	95,4	H	Ö	H
	2014 Sonbahar	50,0	Ö	100,6	H	Ö	H
	2015 İlkbahar	54,2	Ö	52,7	Ö	Ö	M
	2015 Yaz	56,7	Ö	55,8	Ö	H	Ö
Aslantaş Barajı	2014 Yaz	46,8	M	74,0	H	Ö	H
	2014 Sonbahar	60,0	Ö	89,1	H	H	H
	2015 İlkbahar	45,7	M	52,7	Ö	Ö	M
	2015 Yaz	53,2	Ö	58,4	Ö	Ö	Ö
Kılavuzlu Barajı	2014 Yaz	44,2	M	97,8	H	M	H
	2014 Sonbahar	29,0	O	96,2	H	O	H
	2015 İlkbahar	50,0	Ö	52,7	Ö	Ö	M
	2015 Yaz	44,2	M	61,4	Ö	Ö	Ö
Hakkıbeyli Göleti	2014 Yaz	40,0	M	93,8	H	M	H
	2014 Sonbahar	53,2	Ö	95,9	H	Ö	H
	2015 İlkbahar	34,9	O	57,4	Ö	M	Ö
	2015 Yaz	61,5	Ö	53,7	Ö	H	M

O oligotrofik, M mezotrofik, Ö ötrofik ve H hiperötrofik yapıyı ifade etmiştir.

#### 4.5 Sucul Ekosistemlerin Ekolojik Durumları

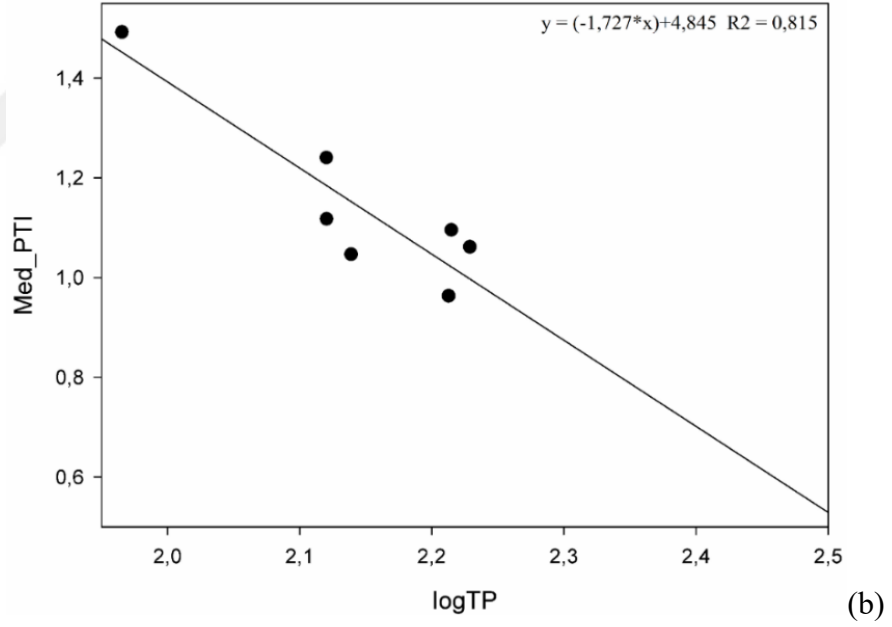
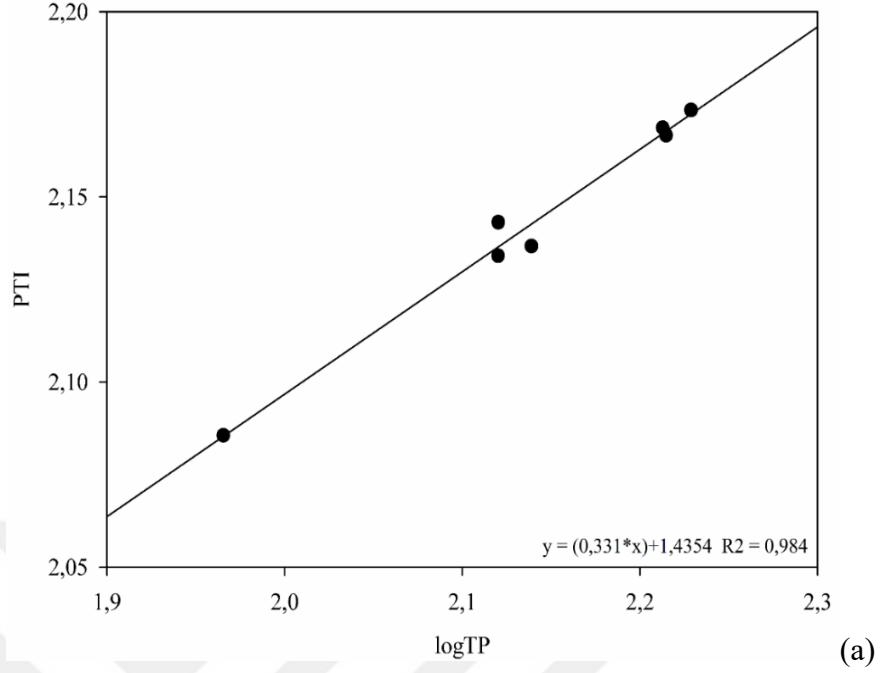
Ceyhan Havzası'ndaki lentik ekosistemlerden elde edilen veriler bazı indekslerde kullanılarak sucul ekosistemlerin durumları değerlendirilmiştir. Avrupa Su Çerçevesi Direktifi'ne göre fitoplankton biyolojik kalite bileşeni için çeşitli indeksler kullanılmaktadır. Proje kapsamında Phytoplankton Trophic Index (PTI) ve Mediterranean Phytoplankton Trophic Index (Med-PTI) kullanılmıştır. Her iki indekste birbirini destekleyen doğru sonuçlar vermiştir. İndeks sonuçları Şekil 4.10 verilmiştir. SÇD'ye göre çok iyi (Çİ), iyi (İ), orta (O), zayıf (Z) ve kötü (K) olarak sınıflandırılıp, renklendirilmiştir. PTI sonuçlarına göre Azaplı Gölü yüksek ekolojik statüye sahipken, Gölbaşı Gölü ve Aslantaş Barajı iyi ekolojik durumda olmuştur. Diğer ekosistemler ise orta ekolojik statüye sahiptir. Med-PTI sonuçlarına göre ise iyi durumda olan Aslantaş Barajı dışında incelenen ekosistemlerin orta ekolojik kaliteye sahip olduğu gösterilmiştir. Alleben Göleti'nde yapılan bir çalışmadaki PTI sonuçlarına göre gölet orta ekolojik durumda görülmüştür (Çelekli ve Öztürk, 2014). Batı Akdeniz Havzası'ndaki bazı lentik ekosistemlerde yapılan çalışmalarda da PTI ve Med-PTI kullanılmıştır. Havzadaki, Gölhisar Gölü, Çavdır Barajı ve Toptaş Barajı'nın orta ekolojik statüye sahip olduğunu belirtmiştir (Toudjani vd., 2018).

**Tablo 4.8** Lentik ekosistemlerinin PTI, Med-PTI, EKO düzeyleri ve durumları

Ad	Tipoloji	PTI	EKO_PTI	Durum	EKO_Med-PTI	Durum
Kılavuzlu Barajı	R1D2A1J1	2,48	0,62	O	0,60	O
Hakkıbeyli Göleti	R1D2A1J2	2,42	0,69	O	0,59	O
Aslantaş Barajı	R1D2A2J1	2,34	0,78	İ	0,85	İ
Kartalkaya Barajı	R1D2A2J2	2,48	0,68	O	0,67	O
Ayvalı Barajı	R2D2A2J1	2,44	0,74	O	0,63	O
Gölbaşı Gölü	R2D2A1J1	2,17	0,76	İ	0,56	O
Azaplı Gölü	R2D2A1J2	2,13	0,81	Çİ	0,73	O

Çok İyi (Çİ), İyi (İ), Orta (O), Zayıf (Z) ve Kötü (K) durumu ifade etmektedir.

Toplam fosfor ile PTI ve Med-PTI arasındaki ilişki sırasıyla Şekil 4.10'da verilmiştir. İndeksler TP ile iyi uyum gösteren bir regresyona sahip olmuştur. Ancak PTI en yüksek kararlılık katsayısına sahiptir ( $R^2=0,984$ ).



Şekil 4.11 Toplam fosfor ile (a) PTI ve (b) Med-PTI arasındaki ilişki

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR

- ✓ Su Çerçeve Direktifi kapsamında yürütülen ‘Ülkemize Özgü İndeksler Geliştirilmesi’ projesinde; Ceyhan Havzası’ndaki Azaplı Gölü, Ayvalı Barajı, Gölbaşı Gölü, Kartalkaya Barajı, Aslantaş Barajı, Kılavuzlu Barajı ve Hakkıbeyli Göleti fitoplankton kompozisyonu ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi ayrıca fitoplankton ilişkilerinin çok yönlü istatistiksel analizler kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır.
- ✓ Ceyhan Havzasına ait belirlenen lentik ekosistemlerinden, yaz, sonbahar 2014 ve ilkbahar, yaz 2015 dönemlerinde alınan su örneklerinde fizikokimyasal değişkenler dört dönem boyunca ölçülmüştür.
- ✓ Ekosistemlerin fizikokimyasal yapıları incelendiğinde; Azaplı ve Gölbaşı Gölü en yüksek rakıma sahiptir. Aslantaş Barajı en düşük rakımda yer almakta ve en yüksek pH değerine sahip olmuştur. Kılavuzlu Barajı ise en düşük su sıcaklığına sahip istasyon olmuştur. Kartalkaya Barajı’nda TP değeri ortalama 312,81 µg/l olarak ölçülmüştür. Gölbaşı Gölü, TP ve TN düzeylerinin yüksek olması civarındaki Gölbaşı ilçesinin tarımsal ve evsel atıklarının göl suyuna karışmasından kaynaklanmaktadır. Hakkıbeyli Göleti ise birçok fizikokimyasal değişken bakımından diğer istasyonlara oranla çok daha yüksek değerlerde ölçülmüştür. Ayvalı Barajı’nda elektriksel iletkenlik diğer istasyonlara oranla daha düşük bulunmuştur. Gölbaşı Gölü’nde ölçülen Secchi derinliğinden yola çıkılarak gölün organik kirleticilere maruz kaldığı söylenebilir.
- ✓ Çalışma süresince toplam 204 takson tespit edilmiştir. Çalışılan ekosistemlere göre dağılımları; Azaplı Gölü 28, Ayvalı Barajı 22, Gölbaşı Gölü 28, Kartalkaya Barajı 30, Aslantaş Barajı 31, Kılavuzlu Barajı 27 ve Hakkıbeyli Göleti 38 fitoplankton türü şeklinde olmuştur.

- ✓ *Scenedesmus communis*, *Ceratium hirundinella*, *Cyclotella iris*, *Fragilaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Aulacoseira granulata*, *Amphora ovalis* ve *Gomphonema parvulum* yaygın olarak görülen türler arasındadır. Yaz 2014, ilkbahar ve yaz 2015 dönemlerinde Bacillariophyta en baskın grup olarak bulunmuştur. Sonbahar 2014 döneminde ise %35 ile Chlorophyta baskın divizyo olmuştur. Tür sayısı bakımında genel olarak Bacillariophyta baskın divizyo olup, Chlorophyta grubu onu takip etmiştir.
- ✓ CCA'nın iki eksenini, ekosistemlerin fitoplankton türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi sırasıyla % 98,5 ve % 96,6 ile çok iyi açıklamıştır. Tür verilerinin kümülatif varyans yüzdesi 15,1 ile 27,4 arasında değişmiştir. Bu çok yüksek ilişkiler fitoplankton türlerinin çevresel değişkenlerden doğrudan etkilendiklerini göstermiştir.
- ✓ Çalışma süresince *A. granulata*, *F. biceps*, *F. ulna*, *C. placentula* ve *C. iris* gibi türler CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmıştır. Çok yönlü analiz sonuçları bu türlerin çalışma periyodu süresince fizikokimyasal değişkenlere karşı geniş toleransının olduğunu göstermiştir.
- ✓ Parsiyel CCA sonuçlarına göre Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinin fitoplankton türlerinin dağılımında en önemli faktör kondüktivite olmuştur. Bu faktörü sırasıyla, sıcaklık, PO<sub>4</sub>, TP, DO, pH, TOC, Rakım, BOİ<sub>5</sub> ve TSS izlemiştir.
- ✓ Çalışmada yaygın olarak görülen *A. granulata*, *C. hirundinella* ve *S. communis* gibi diğer birçok tür genellikle alkalik ortamları tercih etmiştir. Ayrıca organik kirliliğin yoğun olduğu alanlarda *P. boryanum* ve *E. acus* kompozisyonlarında artış meydana gelmiştir. Ancak *C. afinis* genel olarak temiz ortamlarda gelişim göstermiştir. *Ceratium* ve *Peridinium* türleri ise genellikle daha sıcak suları tercih etmişlerdir. *E. acus*, *M. aueruginosa* ve *P. boryanum* gibi türler yüksek TP içeren ortamları tercih etmiştir.
- ✓ Ceyhan Havzası lentik ekosistemlerinden dört dönem boyunca alınan Secchi disk derinliği ve toplam fosfor değerleri Carlson (1977) trofik durum indeksi (TDİ) ve OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) değerlerine göre hesaplanmıştır. Ekosistemlerin büyük bir kısmı genellikle ötrofik karakterde olduğu görülmüştür.

- ✓ Avrupa Su Çerçevesi Direktifi'ne göre fitoplankton biyolojik bileşeni için modifiye Phytoplankton Trophic Index (PTI) ve Mediterranean Phytoplankton Trophic Index (Med-PTI) kullanılmıştır. Her iki indekste birbirini destekleyen doğru sonuçlar vermiştir. PTI, yüksek ekolojik kaliteye sahip Azaplı Gölü dışında incelenen ekosistemlerin iyi/orta durumda ve Med-PTI, iyi durumda olan Aslantaş Barajı dışında incelenen ekosistemlerin orta ekolojik kaliteye sahip olduğunu göstermiştir.



## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, İ. (2003). Uyuz Gölü Alglerinin Kalitatif ve Kantitatif Olarak İncelenmesi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 110 s.
- Açıkgöz, İ. ve Baykal, T. (2005). Karagöl (Çubuk-Ankara) Alg Florası. Süleyman Demirel Üniversitesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*. 1(2), 38-55.
- Akar, B. (2003). Karanlık Göl'ün (Gümüşhane) Epipelik ve Epilitik Alg Florası. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 44 s.
- Akben, F. Sungur, N. 1993. Çevre ve İnsan. Ankara: Gün Yayıncılık.
- Akbulut, A. (2001). Tuz Gölü Havzası'ndaki bazı göllerin (Tuz Gölü, Çöl Gölü, Tersakan Gölü, Hirfanlı Baraj Gölü) planktonik Bacillariophyceae (Diyatome) üyelerinin sistematik olarak incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 213 s.
- Akbulut, A. ve Yıldız, K. (2001). Mogan gölü (Ankara) Bacillariophyta Dışındaki Planktonik Algleri ve Dağılımları. Gazi Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 14 (3), 723-739.
- Akkaya, C. E. (2006). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. TTMOB Su Politikaları Kongresi.
- Akköz, C. (1998). Beyşehir Gölü (Konya) Algleri Üzerinde Araştırmalar. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 111 s.
- Albay, M., Akçaalan R. (2003). Factors influencing the phytoplankton steady state assemblages in a drinking-water reservoir (Ömerli Reservoir, Istanbul). *Hydrobiologia*. 502, 85–95.
- Algabase, (2016). <http://www.algabase.org/search/species>.
- Allan, J D. (1995). Stream Ecology. Kluwer Academic Publishers. *The Netherlands*. 388 p.



Alp, M. T. (2002). Hazar gölü'nün DSİ eğitim tesisleri ile Gezin Beldesi arasında kalan kısmın kıyı (littoral) algleri ve mevsimsel değişimleri. Fırat Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 130 s.

Altuner, Z. (1982). Tortum Gölü (Erzurum) Fitoplankton ve Bentik Algleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 83 s.

Anonim. 2009. Çevre ve Toplum. 12. Bölüm. Web sitesi. <http://egitek.meb.gov.tr>. Erişim Tarihi: 9.12.2016.

APHA, 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 19<sup>th</sup> Edition. Washington, D.C.

Atıcı, T., Obalı, O. and Çalışkan, H. (2005). Control of Water Pollution and Phytoplanktonic Algal Flora in Bayındır Dam Reservoir. Ankara: *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. **22** (1-2), 79-82.

Babanazarova, O.V., Lyashenko, O.A. (2007). Inferring long-term changes in the physical-chemical environment of the shallow, enriched Lake Nero from statistical and functional analyses of its phytoplankton. *Journal Plankton Research* **29** (9), 747– 756.

Baykal, T. ve Açıköz İ. (2004). Hirfanlı Baraj Gölü Algleri. Gazi Üniversitesi. Kırşehir Eğitim Fakültesi. **5** (2), 115-136.

Baysal, A. ve Obalı, O. (1995). Kırşehir Seyfe Gölü Fitoplanktonu. İ.Ü. *Su ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Dergisi*. **9**, 1-2.

Berlinger, E.G., Sigeo, D.C. 2010. Freshwater Algae. Identification and use as bioindicators. The first edition. John Wiley and Sons. UK., 271 p.

Carlson, R.E. (1977). A Trophic State Index for lakes. *Limnology and Oceanography*. **22** (2), 361-369.

Chen, Y., Qin, B., Teubner, K., Dokulil, M.T. (2003). Long-term dynamics of phytoplankton assemblages: Microcystis-domination in Lake Taihu, a large shallow lake in China. *Journal Plankton Research*. **25** (4), 445–453.

Cirik, S. ve Gökpınar, Ş. 1993. Plankton Bilgisi ve Kültürü. E.Ü. İzmir: Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Conk, M. ve Cirik, S. (1991). Eğirdir Gölü (Isparta) Fitoplanktonu Üzerinde Bir Araştırma. Göller Bölgesi Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu. 393-411.

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.

Çelekli, A. ve Külköylüoğlu, O. (2006). Net Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) Composition of Lake Abant (Bolu). *Turkish Journal Botany*. **30**, 331-347.

Çelekli, A. (2006). Comparative Analysis of Seasonal Water Quality Changes and Algae Potential between Lake Abant and Lake Gökçöy. University of Abant İzzet Baysal, *Institute of Science*, 395 p.

Çelekli, A., Albay, M. ve Dügel, M. (2007a). Phytoplankton (exclusive of the Diatoms) Flora of Lake Gökçöy (Bolu). *Turkish Journal Botany*. **31**, 49-65.

Çelekli, A., Obalı, O. ve Külköylüoğlu, O. (2007b). The Phytoplankton Community (except Bacillariophyceae) of Lake Abant (Bolu, Turkey). *Turkish Journal Botany*. **31**, 109-124.

Çelekli, A., Külköylüoğlu, O. (2007). On the relationship between ecology and phytoplankton composition in a karstic spring (Çepni Bolu), *Ecological Indicators*. **7**, 497-5003.

Çelekli, A., Öztürk, B. (2014). Determination of ecological status and ecological preferences of phytoplankton using multivariate approach in a Mediterranean reservoir. *Hydrobiologia*. **40** (1), 115-135.

Çelik, K. and Ongun, T. (2007). The Influence of Certain Physical and Chemical Variables on the Seasonal Dynamics of Phytoplankton Assemblages of a Source Inlet and the Outlet of the Shallow Hypertrophic Lake Manyas. Turkey. *Turkish Journal Botany*. **31**, 485-493.

Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Çınar, Ş., Bulut, C., Savaşer, S. (2016). Species Composition and Spatio-Temporal Variations of Phytoplankton of Lake Uluabat. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*. **2** (3), 121-135.

Demir, N. (2007). Changes in the phytoplankton community of a coastal, hyposaline lake in Western Anatolia. Turkey. *Limnology*. **8**, 337-342.

Directive, (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*. **327**, 1–72.

EN 15204, European Committee for Standardization. (2006). Water quality – Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique).

Ettl H. (1983). Chlorophyta I Phytomonadina. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 6 Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 743 p.

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.

European Commission. (2011). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Guidance Document No:27 Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards.

European Committee for Standardization. (2004a). Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatoms from running waters. European Standard EN, 13946. 12 p.

European Committee for Standardization. (2004b). Water quality – Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analyses of phytobenthos in shallow running water. European Standard EN, 15708. 22 p. Brussels. Graham L.E., Wilcox L.W. (2000). *Algae*. Prentice-Hall, Inc. *Upper Saddle River*. London. 640 p.

Güler, Ç. 1997. Su Kalitesi. 43. Ankara Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi.

Güner, U. 2013. İç Kullanım İçin Limnoloji Notları. Trakya.

Hall R.I., Smol J.P. (1992). A weighted–averaging regression and calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canada) lakes. *Freshwater Biology*. **27**, 417–434.

Hejzlar, J. ve V. Vyhnalek (1998). Longitudinal heterogeneity of phosphorus and phytoplankton concentrations in deep-valley reservoirs. *International Review of Hydrobiology*. **83**, 139-146.

Horne, A.J., Goldman, C.R. (1994). *Limnology*. second edition. McGraw-Hill. Newyork.

Huber-Pestalozzi G. (1983). *Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales 7. Teil, 1. Hälfte.* Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1043 p.

Hutchinson, G.E. 1967. *A Treatise on Limnology, Volume II, Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton*, John Wiley and Sons Inc New York. 1048 p.

Inglezakis, V.J., Pouloupoulos, S.G. (2006). *Adsorption, Ion Exchange and Catalysis Design of Operations and Environmental Applications*. Elsevier.

Jeppesen, E., Kronvang, B., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Hansen, K. M., Andersen, H. E., Lauridsen, T. L., Liboriussen, L., Jeppesen M., Özen, A. and Olesen, J. E. (2009). Climate change effects on run off, catchment phosphorus loading and lake ecological state, and potential adaptations. *Journal Environmental Science*. **38**, 1930-1941.

John, D.M., Whitton, B.A., Brook J.A. (2002). *The Freshwater algal flora of the British Isles*. First edition. Cambridge University Press. Cambridge 702 p.

Juggins S., ter Braak C.J.F. (1992). CALIBRATE-Program for species-environment calibration by (weighted averaging) partial least squares regression. Environmental Change Res Cent University College London.

Kazancı, N. 1997. *Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi*. 2. Ankara: İmaj Yayıncılık.

Komarek, J., Anagnostidis, K. (1998). *Cyanoprokaryota Chroococcales* In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fisher Jena, 548 p.

Krammer K, Lange–Bertalot H 1991a. *Bacillariophyceae*. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band. 2. Fischer Verlag, Stuttgart. 576 p.

Krammer K, Lange–Bertalot H, 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In: Ettl, H., Gartner, G., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band. 2. Fischer Verlag, Stuttgart. 437 p.

Krammer K, Lange–Bertalot H, 1999a. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band. 2. Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin. 876 p.

Krammer K, Lange–Bertalot H, 1999b. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. Süßwasser–flora von Mitteleuropa. Band. 2. Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin. 611 p.

Kruk, G., Mazzeo, N, Lacerot, G., Reynolds, S. (2002). Classification schemes for phytoplankton: a local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. *Journal of Plankton Research*. **24** (9), 901-912.

Lepistö, L. Rosenström, U. (1998). The most typical phytoplankton taxa in four lakes in Finland. *Aquatic Ecology*. **42**, 227–236.

Leps J., Smilauer P. (2003). Multivariate analysis of ecological data using CANOCO Cambridge University Press.

Liu, Y., Wang, Y., Sheng, H., Dong, F., Zou, R., Zhao, L., Guo, H., Zhu, X. ve He, B. (2014). Quantitative evaluation of lake eutrophication responses under alternative water diversion scenarios: a water quality modeling based statistical analysis approach. *Journal of Freshwater Ecology*. 468-469, 219-227.

Maraşlıoğlu, F. (2007). Yedikır Baraj Gölü (Amasya-Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Doktora tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun. 89 s.

Mason, C. F. 1991. Biology of Freshwater Pollution. 2<sup>nd</sup> ed. Longman, 351 s. Great Britain.

Moe, S.J., Dudley, B., Ptacnik, R. (2008). REBECA database: experiences from compilation and analyses of monitoring data from 5000 lakes in European countries. *Aquatic Ecology*. **42**, 183–201.

- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T., Yanık, T. ve Sutan, N. (2014). The Evaluation of Water Quality Parameters of Beydili River (Hafik-Sivas). *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*. May 14-17.
- Naz, M., Türkmen, M. (2014). Phytoplankton Biomass and Species Composition of Lake Gölbaşı (Hatay-Turkey). *Turkish Journal of Biology*. **29** (1), 49-56.
- Naselli Flores, L., Padisak, J., Dokulil, M. and Chorus I. (2003). Equilibrium/steady state concept in phytoplankton ecology. *Hydrobiologia*. **502**, 395–403.
- Obalı, O. (1981). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Oksidasyon Havuzları Alg Florası Üzerinde Nitesel Ve Nicesel Araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*. **6** (3), 111121.
- ORSAM. (2013). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sınır Aşan Sular. Ankara: ORSAM Su Araştırmaları Programı.
- Pabuçcu, K. (2000). Almus Baraj Gölü (Tokat) Alglerinin Kalitatif Ve Kantitatif Olarak İncelenmesi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 160 s.
- Padisak, J., Grigorszky, I., Borics, G. and 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.
- Pipp, E. and Rott, E. (1995). A phytoplankton compartment model for a small meromictic lake with special reference to species-specific niches and long-term changes. *Ecology*. **78**, 129–148.
- Popovsky J., Pfiester L.A. (1990). Dinophyceae (Dinoflagellida) In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 6 Gustav Fischer Verlag Jena, 272 p.
- Prescott G.W. (1982). Algae of the western great lakes area with an illustrated key to the genera of desmids and freshwater diatoms. 1-977, Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein. 977 p.

- Ptácnik, R., Lepistö, E., Willén, E., Brettum, P., Andersen, T., Rekolainen, S., Solheim, A.L., Carvalho, L. (2008). Quantitative responses of lake phytoplankton to eutrophication in Northern Europe. *Aquatic Ecology*. **42**, 227-236.
- Rey, P.A., Taylor, J.C., Laas, A., Rensburg, L., Vosloo, A. (2004). Determining the possible application value of diatoms as indicators of general water quality: A comparison with SASS 5. *Water*. **30**, 325-332.
- Reynolds, C. S. (1980). Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarctic Ecology*. **3**, 141–159.
- Reynolds, C.S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge.
- Reynolds, C. S. 1997. Vegetation processes in the pelagic. Ecology Institute. Oldendorf/Luhe. Germany.
- Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal Plankton Research*. **24** (5), 417–428.
- Reynolds, C.S. (2006). The Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Press. Cambridge. 535 p.
- Rolland, A., Bertrand, F., Maumy, M., Jacquet S. (2009). Assessing phytoplankton structure and spatio-temporal dynamics in a freshwater ecosystem using a powerful multiway statistical analysis. *Water Research*. **43**, 3155 – 3168.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. (1990). The Diatoms. Cambridge University Press. *Biology and Morphology of the Genera*. 1-747.
- Rott E. (1981). Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz Zürich. *Hydrology*. **43**, 34–62.
- Sezen, G. (2008). Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) Fitoplanktonu ve Su Kalitesi Özellikleri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 242 s.
- Scheffer, M., Reinaldi, S., Huisman, J. and Weissing, F.J. (2003). Why plankton communities have no equilibrium. solutions to the paradox. *Hydrobiologia*. **491**, 9- 18.

Simonsen, R. (1974). The Diatom Plankton of Indian Ocean. Expedition of R/V Meteor 1964-5. Meteor Forsch. Ergebnisse Reihe D. **19**, 1-107.

Singh, A.P., Srivastava P.C., Srivastava, P. (2008). Relationships of Heavy Metals in Natural Lake Waters with Physico-chemical Characteristics of Waters and Different Chemical Fractions of Metals in Sediments. *Water Air Soil Pollution*. **188**, 181-193.

Solheim, A.L., Gulati R.D. (2008). Preface: Quantitative ecological responses for the Water Framework Directive related to eutrophication and acidification of European lakes. *Aquatic Ecology*. **42**, 179-181.

Sommer, U. (1986). The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodensee) in comparison to other deep lakes of central Europe. *Hydrobiologia*. **138**, 1-7.

Sondegard, M., J.P. Jensen, E. Jeppesen (2001). Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. *Scientist World Journal*. **1**, 427.

Soylu, E.N. ve Gönülol, A. (2010). Functional Classification and Composition of Phytoplankton in Liman Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. **10**, 53-6.

Stoermer, E.F. and T.B. Ladewski. (1976). Apparent Optimal Temperatures for the Occurrence of Some Common Phytoplankton Species in Souther Lake Michigan. Great Lakes Research Division. Institute of Science and Technical University of Michigan. **18**, 49 p.

Şehirli, H. (1998). Akgöl (Terme-Samsun) Fitoplanktonunun Kompozisyonu Ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi. 57 s.

Tanyolaç, J. 2009. Limnoloji. Hatiboğlu. 294, Ankara.

Tepe, Y. (2009) Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*. **18** (70), 38-46.

ter Braak, C.JF. Smilauer, P. (1998). CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for windows (version 4). Center for biometry. Wageningen New York.

Toudjani, A., Çelekli, A., Gümüş, Y., Kayhan, S., Lekesiz, Ö. Çetin, T. (2018). Assessment of ecological status using phytoplankton indices and multivariate analyses in



the West Mediterranean basin. *Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie*. doi.org/10.1127/fal/2018/1092.

Trifonova, I. S. (1998). Phytoplankton composition and biomass structure in relation to trophic gradient in some temperate and subarctic lakes of Northwestern Russia and the Prebaltic. *Hydrobiologia*. 369/370, 99–108.

Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische und angewandte. *Limnologie*. **9**, 1-38.

Ünlü, A., Çoban, F. ve Tunç, M.S. (2008). Hazar gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*. **1**, 119-127.

Vaulot, D. (2001). Phytoplankton. *Encyclopedia of Life Sciences*. **10**, 1-8.

Vollenweider, R.A., Kerekes, J. (1982). Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control). *Environment Directorate*. OECD, Paris. 154 p.

Wehr, J.D., Sheath, R.G. (2003). Freshwater algae of North America. *Ecology and Classification*. Academic Press, California. 918 p.

<http://www.wiser.eu/results/method-database/2017>.

Yılmaz, F. (2004). Mumcular Barajı (Muğla – Bodrum)'nın Fizikokimyasal Özellikleri. *Ekoloji Dergisi*. **13**, 13–17.

Yılmaz, N. (2017). Elmalı Baraj Gölü (İstanbul, Türkiye) Fitoplanktonik Alg Florası. Erzincan Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. **10** (1), 78-89.

Zhou, Jie-xing., Wang, J., Wang, P., Hua, Y., Liu, B., Li, J. (2012). Wavelet Analysis of Water Quality Changes in Dianchi Lake during the past 7a. *Procedia Earth and Planetary Science*. **5**, 280 – 288.