

GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARAS HAVZASINA AİT BAZI SUCUL
EKOSİSTEMLERİN ALG KOMPOZİSYONU VE
EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

BIYOLOJİ BÖLÜMÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA KAYHAN

NİSAN 2018

NİSAN 2018

Yüksek Lisans – Biyoloji Bölümü

SEDA KAYHAN

**Aras Havzasına Ait Sucul Ekosistemlerin Alg
Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri**

Gaziantep Üniversitesi

Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Seda KAYHAN

Nisan 2018



© 2018 [Seda KAYHAN]

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

Tezin Adı: Aras Havzasına Ait Sucul Ekosistemlerin Alg Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri

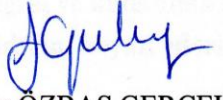
Öğrencinin, Adı Soyadı: Seda KAYHAN

Tez Savunma Tarihi: 12.04.2018


Fen Bilimleri Enstitüsü onayı


Prof. Dr. A. Necmeddin YAZICI
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.


Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda 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

Prof. Dr. Canan CAN

Doç. Dr. Zafer ÇETİN

İmzası


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

Seda KAYHAN

ABSTRACT

ALGAE COMPOSITION AND ECOLOGICAL PROPERTIES OF AQUATIC ECOSYSTEMS BELONG TO ARAS BASIN

KAYHAN, Seda

M.Sc. in Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

April 2018

63 pages

Phytoplankton, one of the ecological quality elements proposed by the European Union Water Framework Directive to be used for the ecological status assessment of aquatic ecosystems. The aim of this study was to determine phytoplankton composition, evaluate the ecological preferences phytoplankton groups, and assess the ecological status of Lakes of Çildir, Balık, Aktaş, Aygır and Deniz in the Aras basin during summer-autumn 2014 and spring 2015. The highest values of orthophosphate, nitrate, nitrite, electrical conductivity and total suspended solids, total phosphorus nitrogen were found in the Lake Aktaş. A total of 74 species were identified during the study. *Cocconeis placentula*, *Pediastrum boryanum*, *Monorophidium arcuatum*, *Fragilaria ulna*, *Cymbella affinis* and *Cyclotella bodanica* were commonly found species. A canonical correspondence analysis (CCA) and weighted average regression were used to examine the relationships between environmental factors and phytoplankton species in the lakes. Environmental factors play significant roles on the distribution of phytoplankton community. Carlson trophic index and OECD criteria were used to evaluate throphic states of these lakes. Phytoplankton trophic index and Mediterranean phytoplankton trophic index were performed to evaluate the ecological quality status. Results of PTI and Med-PTI indicated that the studied ecosystems were mostly at good and moderate ecological status.

Key Words: Phytoplankton, Aras Basin, Water Framework Directive

ÖZET

ARAS HAVZASINA BAZI AİT SUCUL EKOSİSTEMLERİN ALG KOMPOZİSYONU VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

KAYHAN, Seda

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Nisan 2017

63 sayfa

Fitoplanktonlar, sucul ekosistemlerin ekolojik durum değerlendirmesinde Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi tarafından önerilen ekolojik kalite bileşenlerinden biridir. Bu çalışmanın amacı; yaz, sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015 tarihleri arasında Aras Havzası'ndaki Çıldır Gölü, Balık Gölü, Aktaş Gölü, Aygır Gölü, Deniz Gölü fitoplankton kompozisyonlarının ekolojik durumu ve fitoplankton gruplarının ekolojik tercihlerinin belirlenmesidir. Göllerdeki fosfat, nitrat, nitrit, elektirikel iletkenlik ve toplam askıda katı madde, toplam fosfor ve azot değerlerine bakıldığında en yüksek değerler Aktaş gölünde ölçülmüştür. Çalışma sonucunda toplam 74 tür teşhis edilmiştir. *Cocconeis placentula*, *Pediastrum boryanum*, *Monorophidium arcuatum*, *Fragilaria ulna*, *Cymbella affinis*, *Cyclotella bodanica* türleri yaygın olarak görülmüştür. 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 PTI ve Med-PTI sonuçlarına göre, incelenen ekosistemlerin genel olarak iyi ve orta durumda ekolojik kaliteye sahip olduğunu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton, Aras Havzası, Su Çerçeve Direktifi,



Canım Aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan her konuda benden desteğini esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan danışman hocam, sayın Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarında bana yol gösteren bilgi, tecrübe ve deneyimlerini benimle paylaşan çok kıymetli hocam, sayın Arş. Gör. Dr. Burak ÖTERLER'e,

Tüm bu çalışmalarda bilgi ve becerilerimin gelişmesinde bana katkı sağlayan Dr. Emine KAPI'ya, Dr. Hamdullah ARSLANARGUN'a ve Proje kapsamında birlikte çalıştığım ekip arkadaşlarım, uzman Biyolog Yonca KAMIŞLI'ya, Biyolog Hacı Ömer LEKESİZ'e ve Biyolog Fatma BİLGİ'ye,

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

Gaziantep Üniversitesi Rektörlüğüne, Fen Edebiyat Fakültesi Dekanlığına, Biyoloji Bölüm Başkanlığına ve İdari personeline,

Ayrıca hayatımın her aşamasında olduğu gibi bu konuda da benden maddi ve manevi yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli sevgili anne ve babama, varlığıyla hayatımı anlamlandıran biricik kardeşlerim Ahmet ve Sena'ya,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ABSTRACT	vi
ÖZET	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1 Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD).....	3
1.2 Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Bileşenleri: Fitoplankton	4
1.3 Aras Havzası	8
BÖLÜM 2	10
LİTERATÜR ÖZETİ	10
BÖLÜM 3	17
MATERYAL VE METOD	17
3.1 Çalışma Alanının Genel Özellikleri	17
3.2 Numunelerin Alınması	20
3.3 Suyun Fiziko-kimyasal Değişkenlerin Ölçülmesi.....	20
3.4 Fitoplankton Türlerinin Teşhisi	21
3.5 Türlerinin Biyohacimlerinin Belirlenmesi	22

3.6 Trofik yapı.....	22
3.7 İstatistiksel Analizler.....	24
BÖLÜM 4.....	26
BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1 Çalışma Alanının Fiziko-kimyasal Durumu	26
4.2 Fitoplankton Kompozisyonu.....	31
4.3 Aras Havzasındaki Sucul Ekosistemlerin Çeşitlik İndeksleri.....	41
4.4 Fitoplankton ve Çevre İlişkileri	43
4.5 Sucul Ekosistemlerin Trofik Durumu	49
4.6 Sucul Ekosistemlerin Ekolojik Durumları	50
BÖLÜM 5.....	53
SONUÇLAR	53
KAYNAKLAR	55

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1 Su belirlenmesindeki sınıflar	5
Tablo 1.2 Farklı su kategorilerinde anlamlı sonuçlar veren biyolojik kalite bileşenleri	5
Tablo 1.3 Aras Havzasında yer alan iller ve alanları	8
Tablo 3.1 Aras Havzasındaki göllerin lokasyonları ve tipolojileri	20
Tablo 3.2 OECD indeksine göre göllerin trofik durum aralıkları (Vollenweider ve kerekes, 1982)	23
Tablo 3.3 Göller için Carlson trofik durum indeksi (TDİ) (Carlson, 1977)	23
Tablo 4.1 Mevsimlere göre çalışma alanlarına ait fiziko-kimyasal değerler	27
Tablo 4.2 Lentik ekosistemlerin fiziko-kimyasal değişkenleri arasındaki Spearman Korelasyon testi sonuçları	30
Tablo 4.3 Aras Havzasi tür listesi	32
Tablo 4.4 Aras Havzasındaki ekosistemlerin çeşitlilik indeks değerleri	41
Tablo 4.5 Aras havzasındaki ekosistemlerin çeşitlilik indeksleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler	42
Tablo 4.6 Monte Carlo permütasyon testi kullanımı ile CCA sonuçları	45
Tablo 4.7 Parsiyel CCA sonuçlarına göre Aras Havzasındaki sucul Ekosistemlerde çevresel faktörlerin fitoplankton türlerinin dağılımı üzerinde etkileri	45
Tablo 4.8 Aras Havzasındaki sucul ekosistemlerin fitoplankton türlerinin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri	47
Tablo 4.9 Lentik ekosistemlerin OECD ve Carlson TDİ sonuçları	50
Tablo 4.10 Lentik ekosistemlerin PTI, Med-PTI, EKO düzeyleri ve durumları	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Dünyadaki suyun dağılımı	1
Şekil 3.1 Aras Havzası ve örnekleme istasyonları	17
Şekil 3.2 a) Çıldır Gölü b) Balık Gölü c) Aktaş Gölü d) Aygır Gölü e) Deniz Gölü .	19
Şekil 4.1 Türlerin ait olduğu divizyoların yoğunluğu	35
Şekil 4.2 Türlerin ait olduğu divizyoların mevsimsel dağılımı (Yaz 2014)	36
Şekil 4.3 Türlerin ait olduğu divizyoların mevsimsel dağılımı (sonbahar 2014)	36
Şekil 4.4 Türlerin ait olduğu divizyoların mevsimsel dağılımı (ilkbahar 2015)	37
Şekil 4.5 a) <i>Ceratium hirundinella</i> b) <i>Pediastrum simplex</i> c) <i>Dinobryon divergens</i> , d) <i>Pediastrum boryanum</i> e) <i>Staurastrum cingulum</i> f) <i>Scenedesmus</i> <i>dimorphus</i>	38
Şekil 4.6 a) <i>Navicula radiosa</i> b) <i>Gyrosigma attenuatum</i> c) <i>Navicula tripunctata</i> ...	39
Şekil 4.7 a) <i>Cocconeis placentula</i> b) <i>Cymbella minuta</i> c) <i>Navicula capitatoradiata</i> d) <i>Gyrosigma acuminatum</i>	40
Şekil 4.8 Fitoplankton kompozisyonu ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki	44
Şekil 4.9 Toplam fosfor ile PTI ve arasındaki ilişki	51
Şekil 4.10 Toplam fosfor Med-PTI arasındaki ilişki	52

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

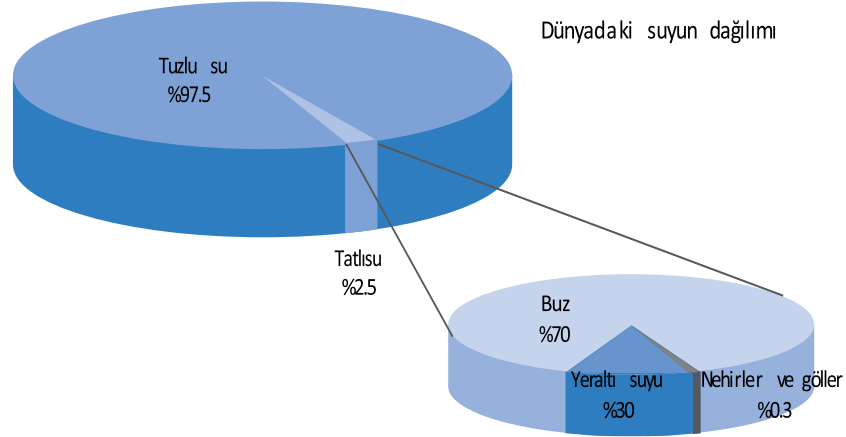
AB	Avrupa Birliği
SÇD	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi
TDİ	Trofik Durum İndeksi
CCA	Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis)
PTI	Fitoplankton Trofik İndeksi (Phytoplankton Trophic Index)
Med-PTI	Akdeniz Fitoplankton Trofik İndeksi (Mediterranean PTI)
BOİ ₅	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
SDD	Secchi diski derinliği
TOC	Toplam Organik Karbon
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
PO ₄	Orto-fosfat
μ ve μm	Mikron ve mikrometre
μS/cm	MikroSiemens/santimetre
mg/L	Miligram litre

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Uzaydan bakıldığında mavinin tonlarına bürünmüş olan dünyanın üçte ikisi sularla kaplıdır. Bu nedenle dünya; yer yüzündeki tüm canlıların suya olan ihtiyaçlarını göz önünde bulundurursak, canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için en uygun gezegendir (Kocataş, 2010).

Dünyanın %75 i sulardan oluşmasına rağmen, doğrudan kullanılabilen tatlısu miktarı oldukça küçük bir oranı oluşturmaktadır. Dünyadaki tatlısu miktarı yaklaşık 35 milyon km³ tür. Yani dünyadaki toplam suyun yaklaşık %2,5'i kadardır. Bununla beraber insan kullanımına uygun tatlısu kaynakları da yalnızca %0,3'lük kısmı oluşturmaktadır (Şekil 1.1). Bunun dışında, tatlısular kutuplarda ve dağların zirvelerinde, buzullar halinde ve yeraltı rezervlerinde bulunmaktadır (Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri, 2003).



Şekil 1.1 Dünyadaki suyun dağılımı

Ancak dünya genelinde antropojenik aktiviteler nedeniyle su kaynakları önemli ölçüde azalmaktadır. Ekonomik nedenler ve siyasi yaklaşımlar ile ekosistemin korunması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması insan ile doğayı karşı karşıya getirmiştir. Bunun sonucu olarak doğal sebepler ile birlikte insan faaliyetlerinin neden olduğu zararlar, sınırlı olan su kaynakları üzerinde baskı oluşmasına ve küresel su sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Şahin, 2016).

Türkiye, su kaynakları bakımından zengin sayılabilecek bir ülke değildir. Çeşitli önlemler alınmadığı takdirde, ilerleyen yıllarda oldukça ciddi su sorunlarıyla karşılaşılması kaçınılmazdır. Mevcut su kaynaklarının durumu, ülke nüfusunun hızla artması ve su tüketimindeki alışkanlıkların değişimi göz önünde bulundurulduğunda, yakın bir gelecekte su sorunları giderek önem kazanacaktır. Su kullanımına olan ihtiyaç tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de artmaktadır. Fakat tüm bunlara rağmen su kaynaklarının sürdürülebilir kullanıldığı söylenemez (Özsoy, 2009).

Bu süreçte ele alınması gereken belli başlı alanlar tarım, kentleşme, enerji, sanayi, gıda, sosyal dinamikler ve çevre hakkıdır. Dünyadaki su kaynaklarının yaklaşık %70’i tarımsal faaliyetlerde kullanılmakta olup, bunu %19 ve %11 ile sanayi ve evsel kullanım takip etmektedir (FAO, 2013).

Evsel amaçlı kullanılan su miktarı ise kişi başına düşen günlük su tüketimi üzerinden hesaplanmaktadır. Günlük su tüketimi gelişmiş ülkelerde ortalama kişi başına 500-800 m³ arasında değişirken bu durum gelişmekte olan ülkelerle kıyaslandığında yaklaşık olarak on katına denk gelmektedir. Su kıtlığı çeken bölgelerde ise bu oran kişi başı 20-60 m³ e kadar düşmektedir (UNESCO, 2000).

Su yönetiminde birlik ve beraberliğin sağlanabilmesi için Avrupa Birliğine karşı su ile ilgili konularda yetkili bir otorite olması amacıyla T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı’na bağlı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nce ülkemiz; su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla havza bazında yönetim esas alınmıştır. Bu çerçevede, havza bazında kirliliğin engellenmesi, su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar dikkatle yürütülmektedir. Ayrıca, su kaynaklarını korumak için havza bazında etüt ve planlamalar yapılmakta

olup, alınması gereken tedbirler çeşitli kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlenmekte ve uygulamalar titizlikle takip edilmektedir (Muluk vd., 2013).

1.1 Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD)

Su, tüm canlıların yaşaması için hayati öneme sahip doğal bir kaynaktır. Fakat gün geçtikçe artan su kirliliği ile birlikte kullanılabilir su kaynaklarının önemli ölçüde azalmasına sebep olmaktadır. Su kaynaklarının farklı özelliklere sahip olduğunu ve birçok farklı bölgeden geçtiğini düşünürsek, yerel müdahalelerin su kaynaklarını korumak için yeterli olmadığını görmekteyiz. Tüm bu sebeplerden dolayı, su kaynaklarının tüm havza dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Directive, 2000; EC, 2009).

Sucul ekosistemler ve bununla birlikte diğer ekosistemlerin tahribatının önlenmesi ve sucul çevrenin iyi duruma getirilmesi için su kaynaklarının uzun dönem korunmasına yönelik 23 Ekim 2000 tarihli 2000/60/EC sayılı Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi, 22 Aralık 2000 tarihin de yürürlüğe girmiştir (Directive, 2000). Bu direktif, birçok uzman, paydaş ve politika saptayıcıları arasında beş yıldan uzun süren tartışma görüşmeler neticesinde ortaya çıkmıştır (Herring vd., 2017).

Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi Avrupa birliğine üye ve aday konumundaki ülkelerin sınırları içerisinde yer alan tüm iç sular, geçiş suları, kıyı ve yeraltı sularının 2015 yılına kadar ‘iyi duruma’ getirilmesi amaçlanmıştır (Directive, 2000; EC 2009).

Avrupa Birliği Su Çerçevesi Direktifi 3 dönemi kapsamaktadır:

1. Dönem olarak nitelendirilen ve 1970 ve 1980’li yılları kapsayan bu tarihlerde; içme suyu, yüzme suyu ve çeşitli su ürünleri üretimindeki su kalitesi ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır.
2. Dönem ise 1990’lı yıllarda başlamıştır, atık su arıtımı ve tarımsal kökenli nitrat ele alınmıştır. Su kaynaklarının durumuna ilişkin önemli yasal düzenlemelerden olan kentsel atık su arıtma ve nitrat direktifleri kabul edilmiştir (ORSAM, 2013).
3. Dönem de 2000’li yıllar ve sonrasında “bütünleşik yönetim ve sürdürülebilir kullanım” ile ilgili yasal düzenlemeler ile Su Çerçeve Direktifi ve bu temel direktifle içme ve yüzme suyu direktiflerinin entegrasyonu olarak öngörülmektedir (Directive, 2000).

Su Çerçeve Direktifi iç sular, geçiş suları, kıyı suları ve yeraltı suyunun korunmasına yönelik bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu direktif ile;

- Su baskınları ve kuraklık gibi birçok doğal afetin etkilerinin azaltılması, su kirliliğinin engellenmesi,
- Sucul ekosistemlerin yüksek standartlarda korunması ve daha da iyileştirilmesi,
- Su kaynaklarının uzun vadeli korunmasıyla sürdürülebilir su kullanımının desteklenmesi,
- Sucul ekosistemlerdeki tahribatının en aza indirgenmesi, korunması ve daha iyi duruma getirilmesi amaçlanmıştır (Directive, 2000).

1.2 Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Bileşenleri: Fitoplankton

Su Çerçeve Direktifi kapsamında, farklı ekosistemlerin bulunduğu nehir, göl, geçiş suyu ve kıyı suyu gibi farklı su kütlelerinde fitoplankton, makrofit, bentik omurgasızlar ve balık gibi biyolojik kalite bileşenleri ile değerlendirilmesi gerekmektedir (Directive, 2000; EC 2009; Birk vd., 2012).

Su Çerçeve direktifi su kalitesinin belirlenmesi aşamasında sucul ekosistemlerin ekolojik yapısı ve işlevini gösteren biyolojik bileşenlere (balık, bentik makroomurgasız, makrofit, fitoplankton ve fitobentoz) endeksli olup, destekleyici bileşenler olarak da hidromorfolojik ve fiziko-kimyasal bileşenlerin kullanılmasını öngörmektedir. Ekolojik kalite, su kalitesinin mevcut durumunun insan faktöründen etkilenmemiş veya en az etkilenmiş bölgelerin ekolojik durumundan (referans durumdan) ne kadar saptığının belirlenmesi sonucu tespit edilir (EC, 2009).

Ekolojik durum; Su Çerçeve Direktifinde yeralan sınıflandırma sonucunda, yerüstularının sucul ekosistemlerin yapısı ve işlevi göz önünde bulundurularak kalitesinin ifade edilmesidir. Su kalitesinin belirlenmesi aşamasında ise Şekil 1.2 deki durumlar dikkate alınarak değerlendirilmesi yapılmaktadır. göllerin kalite sınıflandırması; Çok iyi (Çİ), iyi (İ), orta (O), zayıf (Z) ve kötü (K) olarak su çerçeve direktifine göre sınıflandırılıp, sırasıyla mavi, yeşil sarı ve kırmızı olarak renklendirilmiştir (Directive, 2000; EC, 2009).

Tablo 1.1 Avrupa Su Çerçeve Direktifi su kalitesi sınıfları

1-	ÇOK İYİ	Çİ
2-	İYİ	İ
3-	ORTA	O
4-	ZAYIF	Z
5-	KÖTÜ	K

SÇD'nin değerlendirmeleri ışığında, her zaman en düşük sınıftaki kalite bileşeninin durumu belirlemektedir.

Biyolojik değerlendirme yapılırken farklı su kategorilerinde, bu kategoriler için en anlamlı sonuçları veren Tablo 1.2'de gösterilen biyolojik kalite bileşenlerinden en kötü durumu gösteren biyolojik kalite bileşeninin durumu nihai biyolojik durumun tespitinde kullanılmaktadır.

Tablo 1.2 Farklı su kategorilerinde anlamlı sonuçlar veren biyolojik kalite bileşenleri

Nehir	Göl	Baraj Gölleri
Makroomurgasız	Fitoplankton	Fitoplankton
Fitobentoz	Makrofit	
Balık		

Ülkemizde fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalite elementleri düzenli olarak birçok kurum ve kuruluş tarafından izlenmektedir. Yapılan bu izleme çalışmalarının sonuçlarının değerlendirilerek su durumunun belirlenmesi konusunda diğer ülkeler için oluşturulmuş birçok farklı metrik ve indeks kullanılmaktadır. Ülkemiz için oluşturulan Trofik İndeks Türkiye TIT indeksi kullanılarak logTP ile yüksek bir korelasyon katsayısına sahip olup ekosistemlerin ekolojik kalite oranları değerlendirilmiştir. Ancak, ülkemizdeki biyolojik çeşitliliğin Avrupa kıtası ile kıyaslanabilecek kadar zengin olması sebebiyle diğer ülkeler için oluşturulmuş biyolojik metrik ve indeksler, Türkiyede bu amaçla yapılan çalışmalar için yeterli olmamaktadır. Bu sebeple biyolojik izleme açısından gelecek verilerin anlamlı sonuçlara dönüştürülebilmesi amacıyla Su Çerçeve Direktifi kapsamında belirlenen (Makroomurgasız, Balık, Makrofit, Fitoplankton ve Fitobentoz) biyolojik kalite bileşenlerinin ülkemize özgü sucul flora ve fauna listelerinin oluşturulması ve bu listelerle uyumlu olarak ülkemiz şartlarına uygun biyolojik metrik ve indekslerin geliştirilmesi gerekmektedir (Directive, 2000; EC, 2009).

Sucul ekosistemlerde algler oldukça zengin biyolojik çeşitliliğe sahip önemli organizmalardır. Tatlı, acı ve tuzlu ekosistemlerde, makro ve mikro formlarda bulunan bu canlılar, yeryüzündeki diğer canlıların yaşamlarını sürdürmesi açısından oldukça önemlidir. Algler; başta klorofil olmak üzere sahip oldukları çeşitli fotosentetik pigmentler sayesinde primer üreticiler olması sebebiyle besin ağının ilk basamağında yer alırlar. Dünyanın dörtte üçünün sularla kaplı olduğunu düşünürsek, algler yeryüzündeki biyokimyasal döngüde organik madde aktarımı ve oksijen üretiminde önemli bir yere sahiptir (Reynolds, 1987, 2006).

Algler ekosistemlerde bir substurata bağlı olarak yaşıyorsa fitobentoz adı verilir. Diğer taraftan ekosistemlerin pelajik bölgelerinde su kütlelerinde asılı duranlar ise fitoplankton olarak adlandırılır. Fitoplankton primer üretici olmasından dolayı yeryüzündeki karbonun önemli bir kısmını bağlayarak, fotosentez yoluyla atmosferdeki oksijeninde büyük bir kısmını üretmektedir. Fitoplankton kompozisyonu üzerinde meydana gelen herhangi olumsuz bir etki, daha üst seviyelerdeki organizmaları büyük oranda etkileyerek tüm sucul ekosistemin bu durumdan oldukça büyük zarar görmesine neden olacaktır (Franklin vd, 2000).

Fitoplankton komiteleri predasyon, rekabet, parazitizm gibi biyotik faktörler ile birlikte bentik ve planktonik alglerin yayılışında oldukça önemli olan ve fototesentez için gereken ışık ve bu canlıların üreme, beslenme gibi biyolojik aktiviteleriyle doğrudan ilişkili olan sıcaklık, besin tuzları ve suyun hareketleri gibi abiyotik faktörlerden etkilenmekte ve farklı cevaplar vermektedir (Reynolds, 1987, 2006). Gerek doğal süreçler gerekse insan faaliyetleri sonucu sucul ekosistemlerdeki mikroorganizmaların gelişmesini sağlayan besin maddelerinin artması sonucu ötrofikasyon meydana gelmektedir. Bu durum doğal süreçlerle son derece yavaş olurken insan faaliyetlerinin etkisiyle oldukça hızlı olmaktadır (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994). Genellikle tolerans seviyesi yüksek tür veya türler, olumsuz koşullarda baskın hale gelebilir. Bu durum birkaç haftadan daha uzun sürede görülebilir. Fitoplanktonların normalden fazla artış göstermesi, su kalitesinin bozulmasına, oksijenin azalmasına, balık ölümlerine ve toksisite gibi olumsuz etkilere neden olmaktadır. Fitoplankton türlerinden bazıları toksin üretmektedir ve oluşan bu toksik maddeler, besin zinciri yoluyla üst trofik düzeylerde birikime neden olmaktadır (Stevenson, 1996). Göller denizlerle doğrudan ilgisi olmayan ve belli bir havzayı

kapsayan durgun su kütleleridir. Göllerin oluşumunda rol oynayan en önemli faktör buzul faaliyetleri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca volkanik faaliyetler ve yer kaymaları ile beraber rüzgar ve iklim şartları da göllerin şekillenmesinde etkili olmuştur. Göl ekosistemleri ekolojik özellikleri bakımından bentik ve pelajik olarak iki bölüme ayrılmıştır. Bentik bölge kıyı çizgisinden başlayarak gölün en derin bölgesine kadar olan kısımdır limnetik bölge ise göl çukurunu dolduran ve bentik bölgeyi örten su kütlesi olarak tanımlanır. Göl ekosistemleri biyolojik üretkenliklerine göre oligotrofik mezotrofik ötrofik olarak sınıflara ayrılırlar. Oligotrofik göller, besin maddeleri (nutrient) bakımından fakirdir, yani az beslenen su kütleleridir. Suları soğuk ve berrak olup tür çeşitliliği oldukça azdır. Genellikle dağ gölleridir. Besin maddelerindeki biraz artış, mezotrofik gölleri meydana getirir. Bunlar, orta derecede beslenen göllerdir. Su, yeşilimsi bir renk alır. Ötrofik göller ise besin elementleri bakımından zengindir. Mikroskopik alg, köklü su otları ve buna benzer bitkiler oldukça yoğun olarak görülür. Fitoplankton toplulukları içinde aşırı alg çoğalması genellikle Cyanobacteria türleri içinde olmaktadır. Tatlı su ekosistemlerinde Cyanobacteria grubundan *Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis* ve *Aphanizomenon* gibi türler aşırı çoğalmaya neden olurlar. Ötrofik su kütlelerinde bulunmalarına rağmen, mezotrofik ve oligotrofik sularda da görüldüğü rapor edilmiştir (Quiblier vd., 2008).

Kuzey yarım kürenin ılıman ve termal tabakalaşan göllerinde, fitoplanktonların genellikle ilkbaharda en yüksek hücre yoğunluğuna ulaştığı ve yazın ilk aylarında ise bu yoğunlukta azalma görüldüğü, daha sonra sonbaharda tekrar hafif bir artışın olduğu ve kışın bu yoğunluğun en düşük seviyeye ulaştığı görülmüştür (Çelekli, 2006; Reynolds, 2006; Çelekli ve Öztürk, 2014). Dolayısıyla, alglerin mevsimsel dinamiği (fenoloji) olarak abundans ve biyomaslarının bilinmesi su kütlelerinin kalitesini değerlendirmede oldukça önemlidir (Rakocevic-Nedovic ve Hollert 2005; Abranthes vd., 2006; Reynolds, 2006; Çelekli, 2006; Joudjani vd., 2018).

Her türün iklimsel, ekolojik ve biyolojik tercihlerinin farklı olmasından dolayı, özellikle duyarlı türler ortam değişikliğine karşı hassasiyet gösterirler. Dolayısıyla, önemli ekolojik nişlere sahip olan alg türlerinin tanımlanması ve sayılarının hesaplanması, çevresel faktörlere karşı olan optimum ve tolerans seviyelerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar son derece önemlidir (Rott, 1981; Pipp ve Rott, 1995; Kruk vd., 2002; Chen vd., 2003; Çelekli ve Öztürk, 2014; Joudjani vd., 2018).

1.3 Aras Havzası

Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Aras Havzası'nın kuzeyinde Gürcistan, doğusunda Ermenistan, güney doğusunda İran, güneyinde Ağrı, batısında Erzurum ve kuzey batısında Artvin bulunmaktadır. Toplamda 2.048.636 ha alan üzerindeki Aras havzası, ağırlıklı olarak Ağrı, Ardahan, Erzurum, Iğdır ve Kars illerini kapsamaktadır. Türkiye yüzölçümünün % 3,57'sini oluşturan havzanın ortalama yüksekliği 1900 m civarlarındadır (Anonim, 2016). Havza içerisinde, kışları çok kar yağışlı karasal iklim özellikleri hâkim olduğundan, kar yağışları ile beslenen pek çok kaynak bulunmaktadır. Ayrıca havzanın yüksek rakımlı bir bölge olması nedeniyle, bölgedeki su kaynakları kendine has habitat özellikleri ve canlı topluluklarını barındırmaktadır.

Tablo 1.3 Aras Havzasında yer alan iller ve alanları

İl	İlin Toplam Alanı (ha)	Nüfus Sayısı
Ağrı	11.498	549.435
Ardahan	4.967	100.809
Erzurum	25.330	812.320
Iğdır	3.587	192.056
Kars	10.139	296.466

Ardahan ili merkezindeki yerleşim yerlerinin % 60'ının bağlı olduğu kanalizasyon suları alıcı ortama deşarj edilerek Aras havzasındaki su kaynaklarını kirletmektedir. Ayrıca ilde bulunan süt tesislerinin atıksularından kaynaklı su kirliliği de meydana gelmektedir. Diğer taraftan ilde tarım ve hayvancılık en önemli geçim kaynağıdır. Tarım alanlarının sulanması ve hayvan sürüleri için gerekli olan su ihtiyacı Kura Nehri'nden sağlanmaktadır. Dolayısıyla oluşan bu kirlilik tarımsal ve hayvansal ürünleri etkilemektedir. Özellikle köylerde oluşan hayvansal atıklar (gübre yığınları) yeraltı ve yerüstü sularını olumsuz yönde etkileyerek, su kaynaklarında önemli ölçüde kirliliğe neden olmaktadır. Yakın zamana kadar içme suyunun temin edilği Çıldır Gölü, DSi'nin yaptığı derivasyon kanalı vasıtasıyla yukarı havzadan toplanan suların göle taşınması ile belli zamanlarda az miktarda kirlenmeler görülmektedir. Özellikle aşırı sağnak yağışların sebep olduğu erozyon sonucu yağmur ve kar sularının taşıdığı sedimentler de (çakıl, kum ve kil) geçici bir kirlilik oluşturmaktadır (Çobarim, 2006). Ardahan il merkezinin, Kartalpınar mevkisindeki katı atık depolama sahasındaki yağmur ve kar suları yeraltı suyuna karışmaktadır. Karışan bu sular, insanlar ve diğer

canlıların sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ardahan ilinde ve köylerinde kanalizasyon şebekesi yok denecek kadar azdır. Bu durum yeraltı suları bakımından büyük bir risk oluşturmaktadır (Çobarim, 2006).

Kars il merkezinde katı atıkların toplandığı Karadağ mevkisindeki katı atık depolama sahasına düşen yağış suları yeraltı suyuna karışmaktadır (Çobkim, 2006).

Iğdır ilinde ise DSİ tarafından yapılan drenaj ve taşkın koruma sedeleri ve Karasu ile Aras Nehri'nin getirmiş oldukları sedimentler bu civarda bulunan sucul ekosistemleri tehdit etmektedir (Anonim, 2016).

Aras Havzasındaki göllerin limnoekolojik özellikleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aras Havzasındaki göllerin 3 dönem olarak araştırılması son derece önemlidir. Bu kapsamda; Aras Havzasındaki göllerde fitoplankton kompozisyonlarının belirlenmesi, fitoplankton çevre ilişkilerinin çok yönlü istatistiksel analizler ile değerlendirilmesi, fitoplankton türlerinin çevresel değişkenlere karşı direnç seviyelerinin belirlenmesi ve trofik durum değerlendirmeleri ile Aras Havzası göl ekosistemlerinde fitoplankton indeksler kullanılarak ekolojik kalite durumlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

Yeryüzündeki ekosistemlerin fitoplankton kompozisyonlarının belirlenmesi ve ekolojik özelliklerinin araştırılması ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

Altuner (1982), Tortum Gölü'nde yapılan çalışmada fitoplankton yoğunluklarının mevsimlere göre değişimleri incelemiştir. Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta ve Chrysophyta divizyonlarına ait 35 fitoplankton türü ve 128 diatom türü teşhis edilmiştir. Gölün ise oligotrofik yapıya sahip olduğunu belirlenmiştir. Baysal (1990), Bu çalışmada çok tuzlu bir göl olan Seyfe Gölü fitoplankton kompozisyonu incelenmiştir. Çalışmada Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Euglenophyta divizyonlarına ait 49 tür teşhis edilmiştir. En baskın divizyo 24 tür ile Bacillariophyta olmuştur. Ayrıca göl suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de belirlenmiştir.

Elmacı (1995), Akşehir gölü fitoplankton kompozisyonunu, mevsimsel değişimi ile beraber incelemiştir. Diğer yandan Fitoplanktonun klorofil-a miktarı ve göl suyunun bazı kimyasal ve fiziksel özellikleride belirlenmiştir. Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta ve Euglenophyta divizyonlarına ait 120 tür teşhis edilmiştir.

Atıcı (1999), çalışmada Sarıyar Baraj Gölü' nün fitoplanktonik tür kompozisyonu belirlenerek, bunların fiziksel ve kimyasal değişikliklere bağlı olarak, mevsimlere göre yıl içerisindeki dağılımları saptanmıştır. 8 farklı divizyodan 195 takson tespit edilmiştir. *Cyclotella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Chlorella* ve *Scenedesmus* gibi cinsler yaygın olarak görülmüştür.

Kalin (2001), Pit Gölü'nde (Kanada) fitoplankton gelişimi ve su kalitesi değişiklikleri üzerine 1995-1996 yıllarında yaptıkları çalışmada toplam 35 cins tanımlanmıştır. Chlorophyta grubundan olan *Dictyosphaerium* cinsi baskın olarak görülmüş ve 1997 yılında ise *Oscillatoria limnetica* baskın tür olarak görülmüştür.

Sömek vd. (2005), Topçam Barajı'nın Haziran 1999-Mayıs 2000 tarihleri arasında fitoplankton kompozisyonunu ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, 5 divizyoya ait toplam 63 takson tespit edilmiştir. Çalışma süresince *Botryococcus braunii*, *Pediastrum boryanum*, *Staurastrum paradoxum*, *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Surirella robusta*, *Synedra acus*, *Anabaena solitaria*, *Aphanizomenon gracile*, *Aphanizomenon issatschenkai*, *Gomphosphaeria aponina* ve *Ceratium hirundinella* en sık görülen taksonlar olmuştur. Topçam Barajı'nın mezotrofik durumdan ötrofik duruma yöneldiği belirlenmiştir.

Çelekli (2006), Abant ve Gököy Gölü fitoplankton kompozisyonu çalışılmıştır. Abant Gölü'nde 285 ve Gököy Gölünde ise 271 net fitoplankton takson tanımlanmıştır. Abant Gölü'nde % 43 ve Gököy Gölü'nde % 43,9 oran ile Bacillariophyceae en baskın sınıf olmuştur. Abant Gölü mezotrofik ve dimiktik yapı gösterirken, Gököy Gölü'nün ise mezotrofidan ötrofiye geçişte ve monomiktik yapıya sahip olduğunu görülmüştür.

Çelekli (2006), bu çalışmada Gököy Gölü diyatome kompozisyonu incelenmiştir. Naviculaceae, Fragilariceae, Surirellaceae ve Bacillariaceae guruplarına ait toplam 119 diyatome türü teşhis edilmiştir. Özellikle sonbahar aylarında tür çeşitliliği artmıştır.

Çelekli ve Külköylüoğlu (2006), Abant Gölü diyatome kompozisyonu aylık olarak iki yıl boyunca çalışılmıştır. Çalışma sonucunda toplam 123 diyatome taksonu tanımlanmıştır. *Asterionella formosa*, *Cymbella silesiaca*, *C. cistula*, *Fragilaria biceps* gibi türler tüm örnekleme istasyonlarında her ay baskın olarak görülmüştür. Diyatome tür sayısı 83 takson ile kasım ayında en fazla görülmüştür.

Çelekli ve Külköylüoğlu (2007), Mayıs 2003 ve Temmuz 2004 tarihleri arasında yaptıkları çalışmada karstik Akkaya ekosisteminde fitoplankton kompozisyonu ve fizikokimyasal değişkenlerin çevreyle olan ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada, Bacillariophyta (% 62), Chlorophyta (% 29), Cyanophyta (% 3), Pyrrophyta (% 3), Euglenophyta (% 2) ve Chrysophyta (% 2) divizyolarından toplam 63 tür elde edilmiştir.

Özyalın (2007), Aydın ili Kemer Barajı'nda yapılan çalışmada, barajın fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiş, fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimleri ortaya konulmuştur. Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta ve Chrysophyta bölümlerine ait olmak üzere toplam 77 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Chlorophyta diviziyosundan *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* çalışma boyunca baskın olarak görülmüştür. Sonbahar aylarında fitoplankton yoğunluğunda belirgin bir artış gözlenmiştir. Gölün oligo-mezotrof bir karakterde olduğu görülmüştür.

Çelekli vd. (2007a), Haziran 2003 – Haziran 2005 tarihleri arasında Bolu Gököy Gölü fitoplankton kompozisyonu (Bacillariophyta hariç) üzerine yaptıkları çalışmada 152 takson teşhis etmişlerdir. % 61,8 ile Chlorophyta grubu baskın olarak görülürken % 0,7 ile Xantophyta ve Prasinophyta en az görülen gruplar olmuştur. En fazla tür zenginliğine sahip cinsler ise *Spirogyra* ve *Scenedesmus* olarak belirlenmiştir. Fitoplankton yoğunluğu en fazla yaz aylarında en az ise kış aylarında görülmüştür. Gölün trofik yapısının ise mezotrofik karakterde olduğu rapor edilmiştir.

Çelekli vd. (2007b), Abant Gölü fitoplanktonu kompozisyonunu (Bacillariophyta hariç) araştırmışlar ve Chlorophyta, Euglenophyta, Cyanoprokaryota, Pyrrophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Xanthophyta ve Prasinophyta sınıflarına ait toplam 162 tür tespit etmişlerdir. Chlorophyta 95 taksonla en baskın grup olarak belirlenmiştir. Abant Gölü'nde yapılan bu çalışma Türkiyenin alg florası için çok sayıda yeni takson içermiştir.

Sömek ve Balık (2009), Ağustos 2002-Temmuz 2003 yılları arasında, yaptıkları çalışmada, aylık olarak alg ve su numuneleri alıp, Karagöl'ün alg florasını araştırmış ve alglerin mevsimlere göre değişimlerini belirlemişlerdir. Cyanophyta, Chromophyta, Chlorophyta, Dinophyta, Cryptophyta ve Euglenophyta divizyolarından toplam 88 alg taksonu teşhis edilmiştir. Elde edilen çevresel değişkenler ile ilgili veriler ve biyolojik bulgular Karagöl'ün ötrofik olduğunu göstermektedir.

Ercan (2010), Sultansuyu ve Sürgü Barajı su kalitesine bağlı olarak fitoplankton kompozisyonunu belirlenmesi amaçlanmıştır. Barajlarda 2 örnekleme noktası belirlenmiştir. Belirlenen örnekleme noktalarından Temmuz 2008-2009 tarihleri arasında aylık olarak fitoplankton örnekleri alınmıştır. Sultansuyu Barajında Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Myzozoa, Euglenozoa, Chrysophyta ve Rhodophyta divizyolarına ait olmak üzere toplam 114 tür, Sürgü Barajı'nda ise

Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Myzozoa, Euglenozoa ve Chrysophyta divizyonlarına ait toplam 96 tür teşhis edilmiştir. Ayrıca, barajların çevresel değişkenler ile fitoplankton yoğunluğu arasındaki çoklu ilişkiler kanonik uyum analizi (CCA) uygulanarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda her iki gölün trofik durumunun da oligotrofik eğilimli mezotrofik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Akpınar (2011), Çalışmasında Çalı Gölü'ndeki fitoplankton türlerini belirlemiştir. Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Dinophyta ve Euglenophyta divizyonlarına ait 84 takson teşhis edilmiştir. Bu taksonların 32'si Chlorophyta, 19'u Bacillariophyta, 15'i Cyanophyta, 13'ü Euglenophyta, 2'si Chrysophyta, 2'si Cryptophyta ve 1 tür Dinophyta divizyonlarına aittir. *Oocystis elliptica*, *Pediastrum duplex*, *Anabaena flos-aquae*, *Anabaenopsis elenkinii*, *Cyclotella kützingiana*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Ankistrodesmus gracilis*, *Schroederia setigera*, *Staurastrum denticulatum*, *Cryptomonas ovata*, *Anabaenopsis circularis*, *Gloeocapsa punctata*, *Phormidium* sp. *Phacus longicauda* ve *Scenedesmus acuminatus* gibi fitoplankton türleri yaygın olarak görülmüştür.

Sömek (2011), Bu çalışmada, Adıgüzel Barajı'nın fitoplankton kompozisyonunun mevsimlere göre değişimi incelenmiştir. Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Cryptophyta, Dinoflagellata, Heterokontophyta ve Streptophyta divizyonlarına ait toplam 44 takson belirlenmiştir. Adıgüzel Barajı'nda çeşitli fiziko-kimyasal parametreler ölçülmüştür. Elde edilen veriler barajın mezotrofidan ötrofiye geçiş sürecinde olduğunu göstermiştir.

Öterler vd. (2011), Sazlıderesinin algal florasını ve mevsimsel değişimini belirlemek amacıyla çalışmışlardır. 4 farklı istasyondan aylık olarak örnekler alınmıştır. Çalışma sonucunda 4 divizyona ait toplam 53 tür teşhis edilmiştir. Bacillariophyta'ya ait örnekler yıl boyunca baskın olarak görülmüştür.

Aksoy (2012), araştırmasında, Aralık 2010 - Kasım 2011 tarihleri arasında Sera Gölü'nde seçilen dört istasyonunda alglerin kompozisyonu, yoğunlukları, mevsimsel değişimleri ve bu değişime etki eden fiziko-kimyasal faktörler belirlenmiştir. Araştırma boyunca, (Ochrophyta 45, Euglenozoa 6, Dinophyta 5, Chlorophyta 4 ve Cyanobacteria 1) olmak üzere 5 divizyona ait toplam 61 takson tespit edilmiştir. Ochrophyta divizyonuna ait algler tüm istasyonlarda dominant grup olarak görülürken, Euglenozoa subdominant grup olmuştur. Genel olarak fitoplanktonun, sıcaklık ve ışığa paralel

olarak bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Kimyasal parametrelerin ise normal seviyelerde seyrettiği gözlemlenmiştir.

Hasırcı (2012), Dodurga Barajı'ndaki (Boyabat, Sinop) fitoplankton türlerin, mevsimsel değişimini incelemiştir. Dodurga Barajı fitoplanktonunda Charophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinoflagellata, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyonlarına ait 35 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan 5'i Türkiye Alg Florası için yeni kayıt olarak verilmiştir. Göldeki fitoplankton çoğalmasına göre ilkbahar ve yaz aylarında oligotrof ve kış aylarında ise mezotrof karakterde olduğu gözlenmiştir. Buna göre barajın trofik yapısının oligotrofikten mezotrofiğe doğru değişim gösterdiği rapor edilmiştir.

Sevindik vd. (2014) Poyrazlar Gölü fitoplanktonunun tür kompozisyonunu belirlenmiştir. Gölde, Chlorophyta grubuna ait 46, Ochrophyta grubuna ait 33, Euglenozoa grubuna ait 14, Charophyta grubuna ait 10, Cyanobacteria grubuna ait 9, Cryptophyta grubuna ait 4 ve Dinophyta grubuna ait 4 olmak üzere toplam 120 takson teşhis edilmiştir. Poyrazlar Gölü fitoplanktonunda tür çeşitliliği açısından Chlorophyta ve Ochrophyta divizyonları dominant olarak görülmüştür.

Kasaka (2015), Büyük Lota Gölü fitoplankton toplulukları ve su kalite özellikleri incelenmiştir. Fitoplankton kompozisyonu 7 divizyona ait toplam 78 takson içermiştir. Gölün biyolojik ve kimyasal özellikleri bakımından oligo-mezotrofik karakterde olduğu saptanmıştır.

Öterler (2015), çalışmasında Trakya'da bulunan Kadıköy Barajı fitoplankton kompozisyonu araştırılmıştır. Haziran 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında, belirlenen 3 istayonda ve bu istasyonlardan seçilen üç farklı derinlikte çalışma yapılmıştır. Çalışma boyunca Chlorophyta, Ochrophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Charophyta ve Dinophyta divizyonlarına ait toplam 74 fitoplanktonik alg taksonu belirlenmiştir. Kadıköy Barajı'nda Chlorophyta 28 taksonla en baskın grup olmuştur. Bu çalışmada Barajın bazı fiziko-kimyasal değişkenler ve trofik durumu belirlenmiştir.

Öterler vd. (2016), Gala Gölü Milli Parkında bulunan, Gala Gölü'nde 4 farklı istayonda Mart 2004-Şubat 2005 tarihleri arasında su numuneleri alınmış ve alınan örneklerde fiziko-kimyasal analizler yapılmış ve gölün fitoplankton kompozisyonu belirlenmiştir. Çalışma süresince 5 farklı divizyondan toplam 112 tür belirlenmiştir. En baskın görülen divizyo 47 tür ile Chlorophyta divizyonu olmuştur. Göl fitoplanktonunun mevsimsel

değişiminde genel olarak Haziran ayında Chlorophyta, Eylül ayında ise Cyanophyta grupları dominant olarak görülmüştür. Ayrıca sonbahar aylarında az miktarda *Microcystis* spp. Çoğalmasının meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Öterler (2016), yaptığı çalışmada Arda Nehri'nin planktonik ve bentik alg türlerinin kompozisyonu ve nicel gelişimi sadece yaz ayları dikkate alınarak belirlenmiştir. Baskın olarak görülen Bacillariophyta diviziyosuna ait 31 tür, Chlorophyta'ya ait 18 tür, Euglenophyta'ya ait 5 tür ve Cyanophyta'ya ait 3 tür olmak üzere toplam 4 farklı diviziyoya ait 57 tür tespit edilmiştir. Ayrıca *Pediastrum* sp. *Cyclotella meneghiniana* ve *Cymatopleura* sp. ise *Cymatopleura* sp. *Fragilaria* sp. ve *Pinnularia* sp. gibi türler baskın olarak görülmüştür. Kanonikal uyum analizi sonuçlarına göre çevresel değişkenler ile planktonik ve bentik algler arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

Dalkıran vd. (2016), Uluabat Gölünde yapılan çalışmada gölün fitoplankton kompozisyonu, yoğunluğu, zamansal ve mekânsal değişimleri incelenmiş ve 7 diviziyoya ait 169 takson belirlenmiştir. Fitoplankton kompozisyonuna göre Uluabat Gölü'nün ötrofik yapıda bir göl olduğu belirlenmiştir.

Coşkun ve Ertan (2016), Kasım 2012-Ekim 2013 tarihleri arasında Eğirdir Gölü'nün fitoplanktonik alg florası üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışma alanında 7 diviziyoya ait toplam 104 takson belirlenmiştir. Bacillariophyta baskın olarak görülmüştür. Eğirdir Gölü, Hoyran Bölgesi'nin oligotrofik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Ulus (2017), Ağustos 2015- Mayıs 2016 tarihleri arasında Sındırgı Karagöl'ünün fitoplanktonik türleri ve divizyolarının mevsimlere göre değişimi belirlenmiş ve gölün bazı fiziko-kimyasal değerleri tespit edilmiştir. Gölde Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta, Cyanobacteria ve Mioza divizyolarına ait 104 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Araştırma sonucunda Bacillariophyta diviziyosunun dominant Chlorophyta diviziyosunun ise subdominant olduğu belirlenmiştir. Gölün fiziko-kimyasal verilerine bakılarak gölün mezotrofik-ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

Toudjani vd. (2018) Batı Akdeniz havzasında yer alan çeşitli akarsulardan yaz 2014'ten yaz 2015 yılları arasında alınan örneklerden 22 cinse ait toplam 102 tür kaydedilmiştir. *Cymbella excisa*, *Gomphonella parvula*, *Ulnaria ulna*, *Cocconeis communis* f. *placentula* çalışmada baskın olan türler olmuştur.

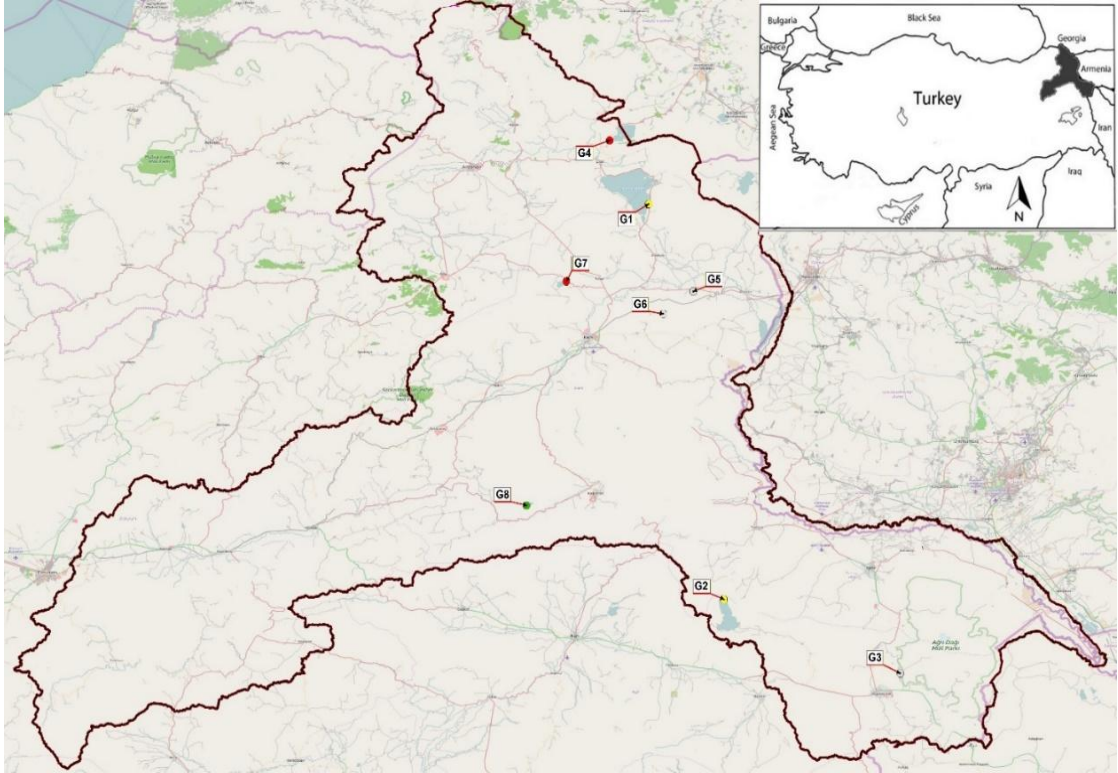
Gümüş (2018), Ceyhan Havzasındaki Azaplı Gölü, Ayvalı Barajı, Gölbaşı Gölü, Kartalkaya Barajı, Aslantaş Barajı, Kılavuzlu Barajı ve Hakkıbeyli Göleti’nde Temmuz 2014 ve Ağustos 2015 tarihleri arasında yaptığı çalışmada 4 dönem boyunca örnekleme yapmıştır. Ceyhan havzasındaki durgun ekosistemlerdeki fitoplankton kompozisyonlarının ekolojik durumu ve fitoplankton gruplarının ekolojik tercihlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışma alanlarında toplam 204 fitoplankton türü tespit edilmiştir. Fitoplankton türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki kanonik uyum analizi (CCA) ve ağırlıklı ortalama regresyonu ile değerlendirilmiştir. Ekolojik durumu değerlendirmek için Phytoplankton trophic indeksi ve Mediterranean phytoplankton trophic indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca göllerin trofik durumları OECD ve Carlson trofik indeksi kullanılarak belirlenmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1 Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Aras nehir havzası, Erzurum, Kars, Iğdır, Ağrı ve Ardahan illeri sınırları içerisindeki göllerde belirlenen istasyonlarda çalışılmıştır. Su Çerçeve Direktifi (SÇD) kapsamında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğüne yürütülen projede; Aras havzasına ait göllerde çalışmalar yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Aras Havzasındaki örnekleme istasyonları

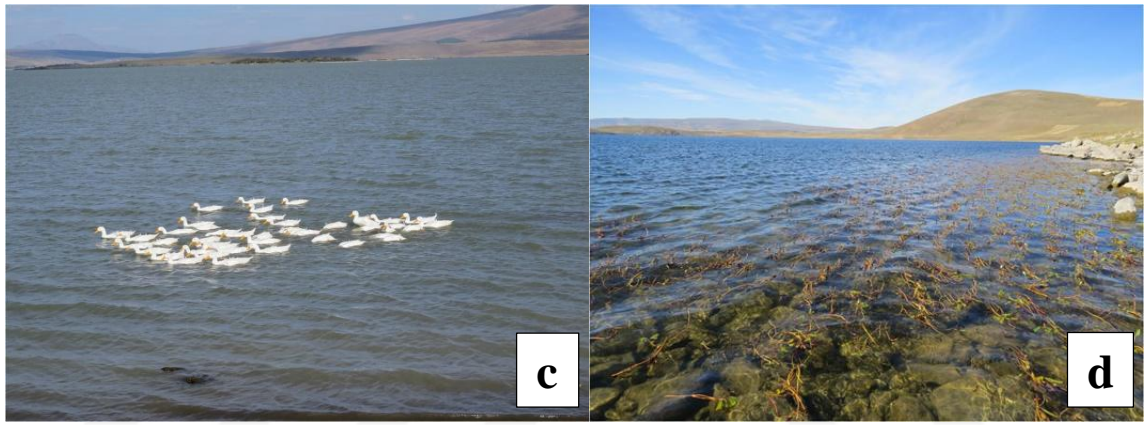
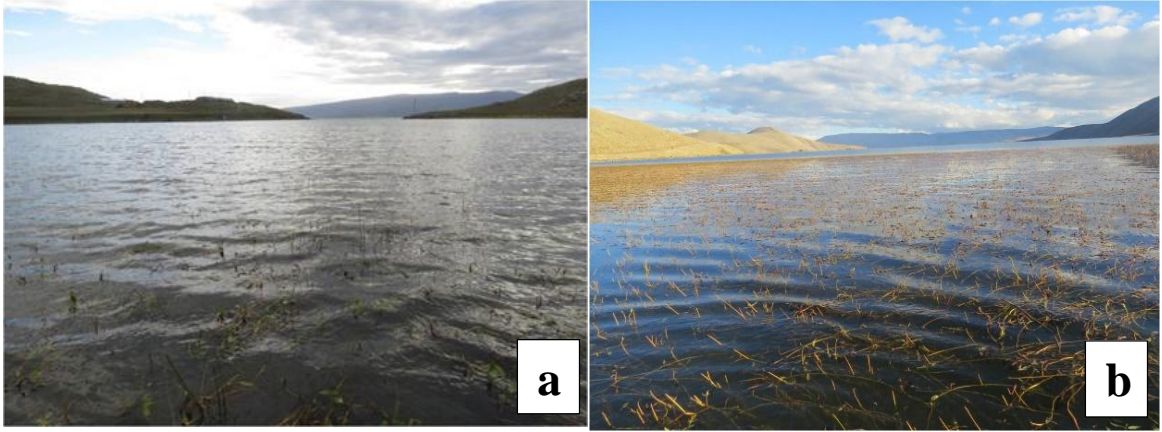
Aras Havzasında yaz-sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015 tarihleri arasında fitoplankton örneklemeleri yapılmıştır. Çıldır Gölü, Balık Gölü, Aktaş Gölü, Aygır Gölü ve Deniz Gölü olmak üzere toplam 5 göl seçilmiştir. Bu örnekleme istasyonlarına ait çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflar Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Çıldır Gölü, 115 km² lik bir alana sahiptir. Kısır Dağı ile Akbaba Dağı arasında bulunmaktadır. Kuzey-batı yönünde uzanan Singer sırtları Çıldır Gölü ile Çıldır Ovası’nı birbirinden ayırmaktadır. Bu göl her tarafından kendisine doğru uzayan yüksek dağlarla çevrilidir. Bu nedenle gölün Çıldır ovasına bakan tarafı daha düzlüktür ve kıyılarda kumlu plajlar mevcuttur (Anonim, 2016).

Aktaş (Hozapın) Gölü, Çıldır Ovası’nın kuzeybatısında 22 km²’lik bir alanı kapsamaktadır. Aktaş (Karsak, Hozapın) Gölü’nün yarısı ülke sınırları dışındadır. Yüksekliği 1794 m olan göl kapalı bir havza halinde olup alanı giderek daralmaktadır. Gölün suyu sodalıdır. Kanlıdağ’ın kuzey tarafında, Posof ilçe sınırlarında bulunan ve küçük bir alanı kaplayan balık gölünde alabalık ve kunduz bulunur (Anonim, 2016).

Aygır Gölü, Kars-Göle yolu üzerinde olup 4 km²’lik bir alana sahiptir. Göl ilçenin batısında yer alır. Suyu tatlıdır. Derinliği ise 30 m yi bulmaktadır eriyen kar suları ve dibindeki kaynaklarla beslenmektedir.

Deniz (Çengilli) Gölü, Aladağ’ın Kağızman ilçesine bakan yamaçlarında yer alır. Dipten beslenen ve suları tatlı olan bu göl içerisinde bol miktarda balık bulunmaktadır (Anonim, 2016).



Şekil 3.2 a) Çıldır Gölü, b) Balık Gölü, c) Aktaş Gölü, d) Aygır Gölü, e) Deniz Gölü

Aras Havzasındaki çalışma bölgesine ait örnekleme istasyonlarının kodları, rakım ve koordinatları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Aras Havzası Göllerin lokasyonları ve tipolojileri

İstasyon kodu	İstasyon Adı	Tipoloji	Koordinat (X-Y)
G1	Çıldır Gölü	R3D2A2J2	43,29898-41,00036
G2	Balık Gölü	R3D2A2J2	43,55238-39,82797
G4	Aktaş Gölü	R3D2A2J2	43,16803-41,18946
G7	Ayır Gölü	R3D2A1J2	43,02265-40,77131
G8	Deniz Gölü	R3D2A1J2	42,88888-40,10657

3.2 Numunelerin Alınması

Aras Havzasında belirlenen örnekleme istasyonlarından yaz, sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015 tarihleri arasında su numuneleri ve fitoplankton örnekleme yapılmıştır.

Göl ekosistemlerden fitoplankton örnekleme standart metotlara göre yapılmıştır (CEN 15204; TS EN 15204; EC, 2009; CEN 16698). Fitoplankton tür kompozisyonunu belirlemek için plankton kepçesi ile fitoplankton yoğunluğu yeterli düzeye gelinceye kadar örnekleme devam edilmiştir. Yoğunlaştırılan su numunesi 250 ml’lik polietilen su toplama kabına konulmuş ve lügol-gliserol çözeltisi ile fikse edilmiştir (Çelekli, 2006). Fitoplankton sayımları için durgun su ekosistemlerinden doğrudan alınan su numuneleri ise 250 ml’lik polietilen su toplama kabına konularak yine lügol-gliserol çözeltisi ile fikse edilmiştir. Göllerin pelajik örnekleme için motorlu Zodyak bot yardımı ile Hydrobios marka 2,5 lt’lik su alma şişesi kullanılarak yapılmıştır (CEN 15204; TS EN 15204; EC, 2009; CEN 16698).

3.3 Suyun Fiziko-kimyasal Değişkenlerin Ölçülmesi

Arazide örnekleme yapıldığı anda suyun fiziko-kimyasal değişkenleri YSI-Professional plus Model Oksijen-Sıcaklık çoklu metre ile ölçülmüştür. Bu cihaz ile suyun sıcaklığı (°C), çözülmüş oksijen miktarı (mg/l), oksijen doygunluk miktarı (%), kondüktivite (µS/cm), oksijen-redoks potansiyeli (mV), pH, toplam çözülmüş katı madde miktarı (TÇK, mg/l) ve tuzluluk miktarı (ppt) ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Suyun ışık geçirgenliği Hydrobios marka Secchi diski kullanılarak belirlenmiştir.

3.4 Fitoplankton Türlerinin Teşhisi

Numuneler +4 °C soğuk saklama kabında Gaziantep Üniversitesi, Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Fitoplankton örneklerin geçici preparatları hazırlanarak teşhisler için DIC ataşmanlı Olympus BX53 model ışık mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir. Geçici preparatların tür teşhisleri 200X, 400X ve 600X büyütmede yapılmıştır. DIC ataşmanlı Olympus BX53 model ışık mikroskobunda DP73 kamera ve software (Olympus CellSens A Vers. 1.6) programı kullanılarak alg türlerinin ebatlarının ölçümü yapılmış ve fitoplankton türlerinin fotoğrafları çekilmiştir.

Diyatomeler için kalıcı preparatlar hazırlanarak türlerin teşhisi yapılmıştır. Daimi preparat hazırlamak için alınan fitoplankton su örnekleri kullanılmıştır (Simonsen, 1974). Diyatome teşhisleri DIC ataşmanlı Olympus BX53 araştırma mikroskobuyla 1000X büyütmede yapılmıştır ve Olympus DP73 dijital kameralı görüntüleme sistemi ile fotoğrafları çekilmiştir. CellSens A 1.6 Software programı kullanılarak hücre ebatları belirlenmiştir.

Fitoplankton tür teşhisleri teşhisler için Prescott (1982), Ettl (1983), Huper-Pestalozzi (1983), Popovsky ve Pfister (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 kitaplar kullanılmıştır. Ayrıca algaebase (2016) alg veri tabanından tür isimleri kontrol edilmiştir.

Fitoplankton sayımları için alınan numuneler laboratuvara getirildikten sonra ekosistemin trofik durumuna göre 50, 100 ve 150 ml'lik mezürlere konulmuş ve lugol-gliserol çözeltisi damlatılmıştır. Fitoplanktonların çökmesi için 24–48 saat bekledikten sonra sifon yöntemiyle altta 10 ml numune kalıncaya kadar üst kısım uzaklaştırılır ve kalan örnek Hydrobios marka sayım çemberlerine alınmıştır. Fitoplankton sayımı Olympus CKX41 model mikroskop kullanılarak 200X, 400X ve 600X büyütmede yapılmıştır (Utermohl, 1958; Lund vd., 1958; CEN 15204). Elde edilen sayım sonuçları ile aşağıdaki formül kullanılarak organizma sayısı hesaplanmıştır.

$$\text{biyey sayıısı/ml} = \frac{C * TA}{F * A * V}$$

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

Ekosistemlerin kimyasal analizleri akredite olan Dokay-ÇED Laboratuvarı tarafından standart yöntemlere göre yapılmıştır.

3.5 Türlerinin Biyohacimlerinin Belirlenmesi

Alglerin biyohacimleri için Olympus BX53 model ışık mikroskobu DP73 kameralı ve görüntüleme software (Olympus CellSens A Vers. 1.6) sisteminden yararlanılmıştır. Alg türlerinin ortalama ebatlarını belirlemek için en az 25 hücrenin ebatı ölçülmüş ve bu ölçümlerin ortalaması esas alınmıştır (Rott, 1981). Her türün spesifik biyohacmi yaklaşık geometrik şekil eşitlikleri kullanarak biyohacimleri belirlenmiştir (Rott, 1981; Hillebrand vd. 1999; Sun ve Liu, 2003).

Aras Havzasındaki lentik ekosistemlerin tür çeşitliliği, Shannon Weaver, Margalef, Brillouin, Fisher's alpha gibi çeşitli indeksler yardımıyla hesaplanmıştır. Türlerin istasyonlara göre baskınlık durumlarını belirlemek amacıyla Simpson baskınlık indeksi (Simpson,1949) uygulanmıştır. Tür zenginliğini belirlemek amacı ile de Margalef tür zenginliği indeksi kullanılmıştır (Simpson,1949; Pielou, 1975).

3.6 Trofik yapı

Sucul ekosistemlerin trofik düzeyleri trofik durum indeksi hesaplanarak belirlenmiştir. Çalışma süresince elde edilen Secchi disk derinliği ve toplam fosfor değerleri ile OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) ve Carlson (Carlson, 1977) indeksleri kullanılarak ekosistemlerin trofik durumu ortaya konulmuştur. Bu indekslere ait trofik durum aralıkları Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.2 OECD indeksine göre göllerin trofik durumları (Vollenweider ve Kerekes, 1982). TP toplam fosfor, Klorofil-*a* ve SDD Secchi disk derinliği.

Verimlilik düzeyi	TP (µg/l)	Klorofil <i>a</i> (µg/l)	Maksimum Klorofil <i>a</i> (µg/l)	SDD (m)	Minimum SDD (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

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

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

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

Trofik durum indeksi (TDI) (Carlson, 1977) göllerin trofik durumlarını değerlendirmek amacı ile kullanılan yaygın bir indekstir. Carlson TDI modeli, Secchi diski derinliği (SDD), klorofil *a* (Chla) ve toplam fosfor (TP) verileri aşağıdaki ilgili eşitliklere uygulanarak indeks değerleri belirlenmiştir. Trofik durum indeks eşitlikleri şöyle verilmiştir. Bu indekslere ait trofik durum aralıkları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3 Göller için Carlson trofik durum indeksi (TDI) (Carlson, 1977)

Sınıf	TDI
Oligotrofik	0–40
Mezotrofik	40–50
Ötrofik	>50

3.7 İstatistiksel Analizler

Sucul ekosistemlerde alg türleri ile fiziko-kimyasal değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için çok yönlü istatistiksel analizler (Detrended Correspondence Analysis (DCA), Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis (CCA)) kullanılmıştır (ter Braak ve Smilauer, 1998; Leps ve Smilauer, 2003). Kullanılan çok yönlü istatistiksel analizde türler ile çevresel değişken arasındaki ilişkinin önemli olup olmadığını test etmek için ileri seleksiyonlu Monte Carlo permütasyon (499 permütasyon) testi uygulanmıştır. Parsiyel CCA analizi ile hangi fiziko-kimyasal faktör ya da faktörlerin türlerin dağılımında önemli rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır. İstatistiksel analizler için CANOCO paket programı kullanılmıştır.

Çalışma süresince alg türlerinin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri ağırlıklı ortalama (Weighted Averaging) regresyon ile belirlenmiştir (Juggins ve ter Braak, 1992). Bunun için kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır.

Fiziko-kimyasal değişkenler arasındaki ilişki Spearman korelasyon testi ile değerlendirilmiştir. Çalışma süresince, fiziko-kimyasal parametreler arasındaki farkları belirleyebilmek için Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Ayrıca, çoklu değişkenlerin kıyaslanmasında ANOVA Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) çoklu testi kullanılmıştır. 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.

Ekosistemlerin ekolojik kalite durumlarını belirlemek aşağıdaki indeksler kullanılmıştır. 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 Çalışma Alanının Fiziko-kimyasal Durumu

Aras Havzasındaki 5 gölden yaz-sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015 dönemlerinde alınan su numunelerinin fiziko-kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Aras Havzasındaki Çıldır, Balık, Aktaş, Aygır ve Deniz göllerinin su sıcaklıkları mevsime bağlı olarak 13,5 ile 27,0 °C arasında değişmiştir. En yüksek su sıcaklığı yaz örnekleme döneminde, Aktaş Gölü’nde 27 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklığı ise 13,5 °C ile 2015 ilkbahar döneminde Aygır Gölünde ölçülmüştür. Aktaş Gölü en düşük rakıma sahip iken örnekleme yapılan göller içerisinde en yüksek rakıma sahip olan göl ise 2261 m ile Balık Gölü olmuştur. İstasyonların rakım değerleri ile sıcaklık değerleri mevsime bağlı ve ters orantılı olarak değişkenlik göstermiştir (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Çelekli vd., 2018).

Çalışma yapılan göllerin pH değerleri ortalaması 6,5 ile 9,4 arasında değişiklik göstermiştir. Doğal suların genellikle pH’ları 6 ile 9 arasında değişmektedir (Wetzel 2001; Çelekli, 2006). En düşük pH değeri 2014 sonbahar döneminde 6,5 ile Çıldır Gölü’nde ölçülmüştür ve hafif asidik özellik göstermiştir. Aktaş Gölü’nde 2014 yaz döneminde 9,4 ile en yüksek pH değeri ölçülmüştür ve göl suları alkaline özellik göstermiştir. Sındırgı Karagölü’nde yapılan bir çalışmada ölçülen en yüksek pH 9,5 ile oldukça yakın bir benzerlik göstermiştir (Ulus, 2017). Aras Havzası’ndaki göllerin Secchi disk derinliği (SDD) ise 0,3 – 6 m arasında değişmiştir. En yüksek SDD 2015 ilkbahar döneminde Balık Gölü’nde ölçülmüştür. En düşük SDD derinliği ise 2014 yaz döneminde 0,3 m ile Aktaş Gölü’nde ölçülmüştür. SDD bakımından Sazlıdere barajında yapılan çalışmayla benzerlik göstermiştir (Yılmaz, 2008). Göllerdeki posfat (PO₄) değeri ise 10 – 330 µg/l arasında değişirken en yüksek PO₄ değeri 2014 yaz dönemi örnekleme sırasında Aktaş Gölü’nde ölçülmüştür. En düşük PO₄ değeri ise 10 µg/l olarak 2015 ilkbaharında Aygır Gölü’nde bulunmuştur.

Tablo 4.1 Mevsimlere göre çalışma alanlarına ait fiziko-kimyasal değerleri

		Çıldır Gölü G1			Balık Gölü G2			Aktaş Gölü G4			Aygır Gölü G7			Deniz Gölü G8		
		yaz	sonbhr	ilkbhr	yaz	sonbhr	ilkbhr	yaz	sonbhr	ilkbhr	yaz	sonbhr	ilkbhr	yaz	sonbhr	ilkbhr
Rakım	m	1971	1983	1983	2261	2261	2261	1812	1796	1796	2140	2134	2134	1908	1988	1988
pH		8,5	6,5	8,9	8,6	8,6	8,9	9,4	9,2	9,2	8,7	8,5	8,5	8,6	8,1	8,7
Sıcaklık	oC	19,9	14,8	16,0	20,9	14,6	18,4	27,0	16,0	17,4	21,2	15,3	13,5	23,2	17,5	19,9
Kond	µS/cm	138,4	149,1	116,7	135,5	155,0	132,9	1043,0	160,0	876,0	182,6	203,3	153,3	245,0	261,0	224,2
ÇO	mg/l	9,0	8,5	9,1	5,4	8,1	8,6	6,2	8,2	6,2	8,0	7,0	8,9	6,6	7,4	8,3
TSS	mg/l	5,0	2,8	7,0	10,0	2,0	2,0	55,5	27,6	7,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	13,0
BOİ ₅	mg/l	4,0	6,3	3,7	16,0	3,9	4,0	21,0	24,3	40,2	13,5	3,8	3,9	4,1	3,8	5,9
KOİ	mg/l	20,0	24,4	14,5	73,2	15,4	16,0	121,9	101,0	122,0	44,7	15,0	16,0	16,3	14,8	31,1
TOC	mg/l	2,1	2,8	2,5	2,7	3,8	2,6	25,1	28	116,2	3,85	4,5	3,5	1,95	2,4	28,9
TN	µg/l	510,0	360,0	317,2	600,0	430,0	665,8	2420,0	620,0	215,2	510,0	380,0	530,8	470,0	390,0	196,2
NH ₄	µg/l	140	100	100	153	100	100	260	100	100	152	135	100	183	100	100
NO ₂	µg/l	10	2	3	2	2	11	20	36	10	2	3	16	4	17	2
NO ₃	µg/l	200	100	120	230	100	188	918	340	220	200	100	220	240	230	100
TKN	µg/l	260	284	200	447	391	350	2020	171	60	304	210	400	245	70	50
TP	µg/l	280	50	100	110	270	190	580	370	185	110	260	42	250	170	63
PO ₄	µg/l	300	17	35	40	128	140	330	183	45	40	122	10	100	73	29
Tuzluluk	ppt	0,07	0,15	0,07	0,07	0,06	0,07	0,50	0,15	0,50	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12	0,11
SDD	m	4,0	3,5	2,5	4,5	3,0	6,0	0,3	2,5	1,0	4,5	4,5	2,5	4,5	2,5	1,0

Kond. (Kondüktivite), ÇO (Çözünmüş Oksijen), TSS (Toplam Askıda Katı Madde), BOİ₅ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), TOC (Toplam Organik Karbon), TKN (Toplam Kjeldahl Azotu), TN (Toplam Azot), NH₄ (Amonyum), NO₂ (Nitrit), NO₃ (Nitrat), TP (Toplam Fosfor), PO₄ (Fosfat), SDD (Secchi disk Derinliği).

Aktaş Gölü analiz sonuçlarına bakıldığında toplam fosfor (TP) değeri 580 µg/l ile en yüksek değerde bulunmuştur. Bu istasyonda TP değerinin yüksek düzeyde görülmesinin sebebi doğal sularda çökelmiş olarak bulunan fosforun, göl suyu ile sürekli dolaşım halinde bulunması ve göl sularındaki TP büyük oranda organik fosfor olarak canlıların hücre yapısında ve ölü organik maddeler içerisinde bulunmasıdır (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994). Aygır Gölü'nde ise 42 µg/l ile en düşük TP değeri ölçülmüştür. Diğer göllerin analiz sonuçlarında benzer değerlerde ölçülmüştür. Nitrat miktarı ise 100 –918 µg/l arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer 2014 yaz dönemi örnekleme sırasında Aktaş Gölü'nde belirlenmiştir. Diğer çalışma istasyonlarında ise nitrat mevsimsemlere bağlı olarak nerdeyse benzer sonuçlar göstermiştir. Göllerin toplam azot (TN) değerlerine bakıldığında en yüksek değer Aktaş Gölü'nde yaz 2014'te gözlenmiştir. En düşük değer ise Deniz Gölü 2015 ilkbahar döneminde ölçülmüştür. Nitrit analizi sonuçlarında ise en yüksek değer Aktaş Gölü'nde ölçülmüştür. Çalışma boyunca yapılan fiziko-kimyasal analiz sonuçlarında toplam askıda katı madde miktarı 55,5 mg/l ile en yüksek değer olarak 2014 yaz döneminde Aktaş Gölü'nde kaydedilmiştir. Çalışma yapılan istasyonlarda BOİ₅ ve KOİ sonuçlarına bakıldığında en yüksek değerler sırasıyla 40,2 mg/l ve 122,0 mg/l ile Aktaş Gölü'nde ölçülmüştür. BOİ ve KOİ değerlerinin bu istasyonda en yüksek değerde görülmesi organik kirliliğin varlığını göstermektedir. Amonyum Aktaş Gölü'nde en yüksek düzeyde görülmüştür. Aktaş Gölü toplam organik karbon miktarı bakımından değerlendirildiğinde 116,2 mg/l ile yine en yüksek değere sahiptir. Göller tuzluluk bakımından mevsimsel olarak değişmiş ve yakın sonuçlar vermiştir. En yüksek değer Aktaş Gölü'nde yaz 2014 ve ilkbahar 2015 örnekleme sırasında 0,50 ppt olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise Balık Gölünde 0,06 ppt olarak ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen miktarı 9,1 mg/l olarak Çıldır Gölü'nde en yüksek değerde iken en düşük değere 5,4 mg/l ile Balık Gölü'nde kaydedilmiştir. Elektiriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında en yüksek değer Aktaş Gölü'nde en düşük değer ise Çıldır Gölü'nde ölçülmüştür. Örnekleme istasyonları arasında fosfat, amonyum nitrat gibi besin tuzlarının en yüksek olduğu istasyon Aktaş Gölü olmuştur. Bunun başlıca nedeni ise bu bölgede hayvancılık faaliyetlerinin yaygın olması bu duruma etkilidir.

Aras Havzasına ait belirlenen lentik ekosistemlerinden alınan numunelerde elde edilen fiziko-kimyasal değişkenler arasındaki ilişki Spearman korelasyon testine göre belirlenmiş ve sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir. Test sonuçlarına göre rakım ile toplam askıda katı madde ($r=-0,560$ ve $p<0,05$) ve tuzluluk ($r=-0,748$ ve $p<0,01$) arasında negatif önemli bir ilişki görülmüştür. Rakım değerinin yüksek olduğu kısımlarda toplam askıda katı madde ve tuzluluk değeri önemli derecede azalmıştır. Ancak rakım ve Secchi disk derinliği (SDD) ($r=0,561$ $p<0,05$) arasında ise pozitif önemli bir ilişki görülmüştür. Buda rakım arttıkça SDD de önemli derecede arttığını ifade eder. Sıcaklık ile amonyum azotu ($r=0,751$ ve $p<0,01$) arasında pozitif önemli derecede bir ilişki gözlenmiştir. Kondüktivite ile çözünmüş oksijen ($r=-0,689$ ve $p<0,01$) arasında negatif önemli bir ilişki varken tuzluluk ile ($r=0,725$ ve $p<0,01$) arasında ise pozitif bir korelasyon bulunmaktadır.

Toplam askıda katı madde ile BOİ₅ ($r=0,521$ ve $p<0,05$) ve KOİ ($r=0,600$ ve $p<0,05$) arasında pozitif derecede önemli bir ilişki varken SDD ($r=-0,519$ ve $p<0,05$) arasında negatif bir ilişki gözlenmiştir. BOİ₅ ile KOİ ($r=0,982$ ve $p<0,01$) ve tuzluluk ile ($r=0,549$ ve $p<0,05$) arasında pozitif önemli bir ilişki vardır.

Test sonuçlarına göre TN ile NO₂ ($r=0,535$ ve $p<0,05$), NO₃ ($r=0,739$ ve $p<0,01$), TKN ($r=0,704$ ve $p<0,01$), TP ($r=0,530$ ve $p<0,05$) ve PO₄ ($r=0,581$ ve $p<0,05$) arasında pozitif önemli bir ilişki olduğu görülmüştür.

Elde edilen korelasyon testi sonuçlarına göre bazı çevresel değişikler ile besin tuzları arasında önemli derecede korelasyon olduğu gözlenmiştir. Ceyhan Havzasındaki lentik ekosistemlerde yapılan çalışmada çevresel değişkenlerin bazıları arasında benzer ilişkiler görülmüştür (Gümüş, 2018).

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

	Rakım	pH	Sıcaklık	Kond.	ÇO	TSS	BOİ ₅	KOİ	TOC	TN	NH ₄	NO ₂	NO ₃	TKN	TP	PO ₄	Tuzluluk	SD
Rakım																		
pH	-0,033																	
Sıcaklık	-0,161	0,420																
Kond.	-0,424	0,190	0,320															
ÇO	0,079	-0,177	-0,458	-0,689**														
TSS	-0,560*	0,142	0,333	0,021	-0,026													
BOİ ₅	-0,419	0,173	0,417	0,353	-0,487	0,521*												
KOİ	-0,428	0,215	0,444	0,368	-0,466	0,600*	0,982**											
TOC	0,029	0,055	-0,352	0,239	-0,132	0,036	0,394	0,402										
TN	0,130	-0,012	0,314	-0,143	-0,130	0,123	0,261	0,254	-0,291									
NH ₄	-0,063	0,170	0,751**	0,246	-0,556*	0,196	0,269	0,319	-0,387	0,429								
NO ₂	-0,371	0,039	0,054	0,147	0,060	0,101	0,048	0,038	-0,220	0,535*	-0,086							
NO ₃	-0,271	-0,070	0,508	0,188	-0,284	0,238	0,256	0,248	-0,479	0,739**	0,512	0,525*						
TKN	0,448	0,098	0,107	-0,275	-0,125	-0,070	0,063	0,082	-0,293	0,704**	0,455	-0,015	0,319					
TP	-0,198	-0,027	0,315	0,166	-0,254	0,256	0,077	0,073	-0,261	0,530*	0,446	0,406	0,447	0,182				
PO ₄	-0,191	0,057	0,495	0,132	-0,204	0,228	0,051	0,049	-0,453	0,581*	0,539*	0,454	0,538*	0,211	0,949**			
Tuzluluk	-0,748**	-0,026	0,137	0,725**	-0,400	0,277	0,549*	0,530*	0,219	-0,095	0,033	0,328	0,239	-0,324	-0,037	-0,066		
SD	0,561*	-0,317	0,102	-0,427	-0,007	-0,519*	-0,181	-0,248	-0,243	0,300	0,296	-0,134	-0,007	0,315	0,125	0,209	-0,506	

4.2 Fitoplankton Kompozisyonu

Aras Havzasına ait 5 farklı gölden yaz - sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015, dönemlerinde toplam 74 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Fitoplankton türlerinin listesi Tablo 4.3'de verilmiştir.

Fitoplankton tür kompozisyonu bakımından Çıldır Gölü 29, Balık Gölü 27, Aktaş Gölü 29, Aygır Gölü 30, Deniz Gölü 28 tür ile temsil edilmiştir. Tür sayısı bakımından kıyaslandığında Seyfe Gölü'nde 5 farklı divizyodan toplamda 49 fitoplankton türü teşhis etmiştir (Baysal ve Obalı, 1995). Hirfanlı Barajı'nda 329 fitoplankton türü teşhis edilmiştir ve oldukça yüksek tür yoğunluğuna sahip olmuştur (Baykal ve Açıkgöz, 2004). Aras Havzası'ndaki ekosistemlerde daha düşük sayıda fitoplankton türünün bulunmasının genellikle göllerin yüksek rakıma sahip olması, farklı çevresel faktörlerin etkisi altında olması ve örneklemenin mevsimsel olarak yapılmasından ileri gelebilir.

Fitoplankton tür kompozisyonunda *Cocconeis placentula*, *Fragilaria ulna*, *Cymbella affinis*, *Cyclotella bodanica*, *Pediastrum boryanum* ve *Monorophidium arcuatum* yaygın olarak görülmüştür. *Pediastrum boryanum* Topçam Barajı'nda yapılan çalışmada da baskın olarak görülmüştür (Sömek vd., 2005). Ayrıca Abant Gölü diyatom florası üzerine yapılan çalışmada da *Asterionella formosa*, *Cymbella silesiaca*, *Cymella cistula* ve *Fragilaria biceps* gibi türler baskın olarak görülmüştür (Çelekli ve Külköylü, 2006).

Tablo 4.3 Aras Havzası'ndaki göllerin fitoplankton tür listesi

Phylum: Bacillariophyta

Kod	Class Bacillariophyceae
<i>Amov</i>	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing 1844
<i>Copl</i>	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838
<i>Cyel</i>	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith 1851
<i>Cyaf</i>	<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844
<i>Cyas</i>	<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve 1894
<i>Cyhe</i>	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing 1844
<i>Cyla</i>	<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) Kirchner 1878
<i>Cymi</i>	<i>Cymbella minuta</i> Hilse in Rabenhorst 1862
<i>Cysi</i>	<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch in Rabenhorst 1864
<i>Deel</i>	<i>Denticula elegans</i> Kützing 1844
<i>Epar</i>	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing 1844
<i>Gool</i>	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson 1838
<i>Gopa</i>	<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing 1849
<i>Naca</i>	<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981
<i>Nacr</i>	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844
<i>Name</i>	<i>Navicula mediocostata</i> Reichardt 1988
<i>Naop</i>	<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt 1945
<i>Nara</i>	<i>Navicula radiosa</i> Kützing 1844
<i>Natr</i>	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory in Bory de Saint Vincent 1822
<i>Natri</i>	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980
<i>Nidi</i>	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst 1860
<i>Subr</i>	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot 1987
<i>Suov</i>	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson 1838
Class: Fragilariophyceae	
<i>Asfo</i>	<i>Asterionella formosa</i> Hassall 1850
<i>Divu</i>	<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824
<i>Frbf</i>	<i>Fragilaria biceps</i> Ehrenberg 1843
<i>Frcr</i>	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton 1869
<i>Frul</i>	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980

Tablo 4.3'ün devamı

Class: Coscinodiscophyceae	
<i>Augr</i>	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979
Class: Mediophyceae	
<i>Cybo</i>	<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenstein ex Grunow 1878
<i>Cyir</i>	<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph
<i>Cyme</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844
<i>Cyoc</i>	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek 1901
Phylum: Cyanobacteria	
Class: Cyanophyceae	
<i>Psca</i>	<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn 1915
<i>Anva</i>	<i>Anabaena variabilis</i> Kützing ex Bornet & Flahault 1886
<i>Chdi</i>	<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann
<i>Chtu</i>	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849
<i>Megl</i>	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845
<i>Noco</i>	<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault 1886
<i>Pebo</i>	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini 1840
<i>Phec</i>	<i>Phormidium ectocarpi</i> Gomont 1899
<i>Snla</i>	<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák 1988
Phylum: Miozoa	
Class: Dinophyceae	
<i>Cehi</i>	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 1841
<i>Peci</i>	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1832
Phylum: Chlorophyta	
Class: Chlorophyceae	
<i>Chgl</i>	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W.Snow 1903
<i>Chla</i>	<i>Chlamydomonas lapponica</i> Skuja 1964
<i>Chre</i>	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard 1888
<i>Coas</i>	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris 1867
<i>Comi</i>	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun 1855
<i>Moar</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák 1970
<i>Scar</i>	<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann 1899
<i>Scco</i>	<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977

Tablo 4.3'ün devamı

<i>Scel</i>	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda 1835
<i>Scob</i>	<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing 1833
<i>Scobt</i>	<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829
<i>Segr</i>	<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch 1866
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1888
<i>Temi</i>	
<i>Teko</i>	<i>Tetrastrum komarekii</i> Hindák 1977
<i>Trtr</i>	<i>Treubaria triappendiculata</i> C.Bernard 1908

Class: Trebouxiophyceae

<i>Bobr</i>	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing 1849
<i>Gein</i>	<i>Geminella interrupta</i> Turpin 1828
<i>Geor</i>	<i>Geminella ordinata</i> (West & G.S. West) Heering 1914
<i>Oobo</i>	<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow 1903
<i>Ooel</i>	<i>Oocystis elliptica</i> West 1892

Class: Ulvophyceae

<i>Ulsu</i>	<i>Ulothrix subconstricta</i> G.S. West 1915
-------------	----------------------------------------------

Phylum: Charophyta

Class: Conjugatophyceae

<i>Come</i>	<i>Cosmarium meneghinii</i> Brébisson ex Ralfs 1848
<i>Cosu</i>	<i>Cosmarium subcostatum</i> Nordstedt in Nordstedt & Wittrock 1876
<i>Spfl</i>	<i>Spirogyra fluviatilis</i> Hilse 1863
<i>Splo</i>	<i>Spirogyra elongata</i> (Vaucher) Kützing 1843
<i>Spre</i>	<i>Spirogyra reticulata</i> Nordstedt in Wittrock & Nordstedt 1880
<i>Stci</i>	<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S. West) G.M. Smith 1922
<i>Stch</i>	<i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schröder) G.M. Smith 1924

Phylum: Cryptophyta

Class: Cryptophyceae

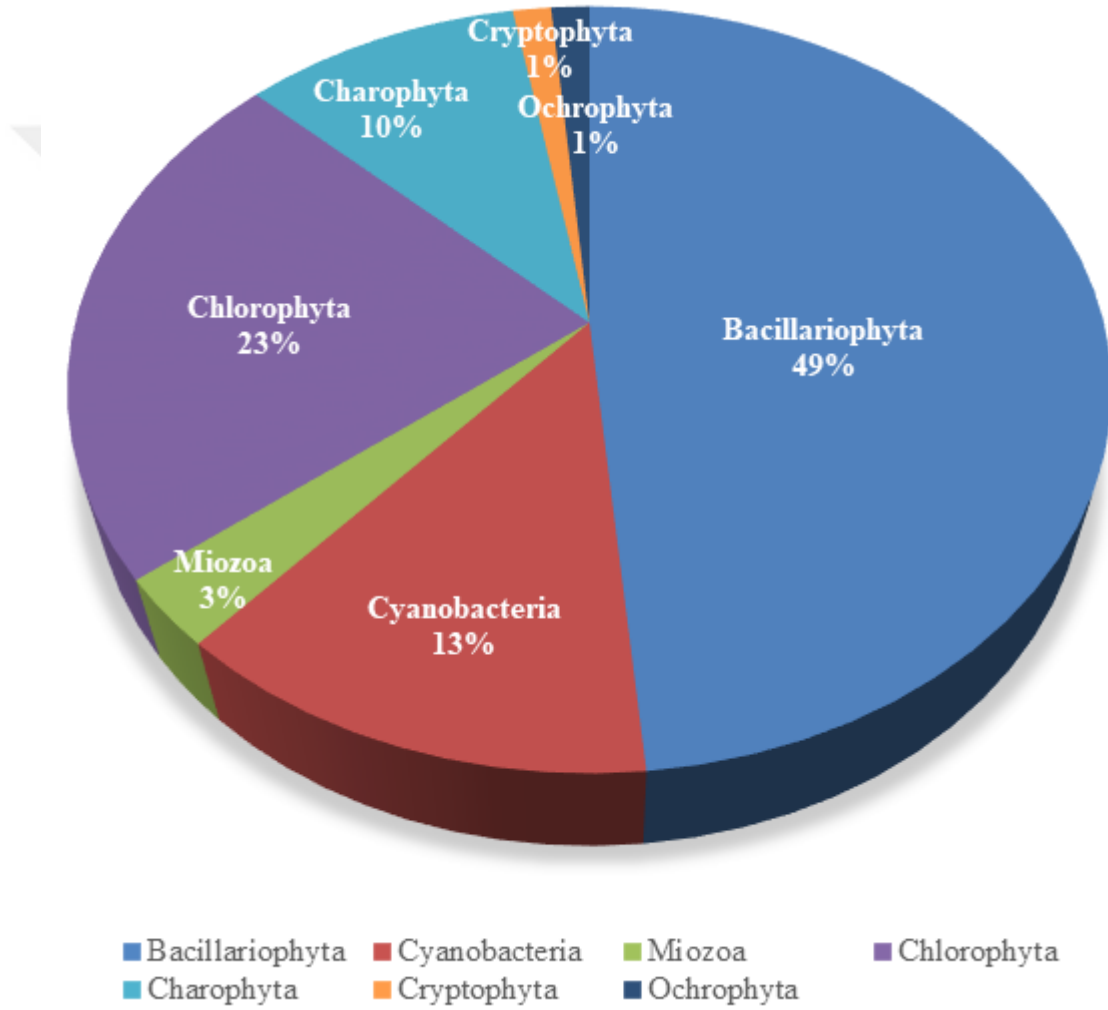
<i>Crov</i>	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg 1832
-------------	-----------------------------------------

Phylum: Ochrophyta

Class: Chrysophyceae

<i>Didi</i>	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof 1887
-------------	-------------------------------------------

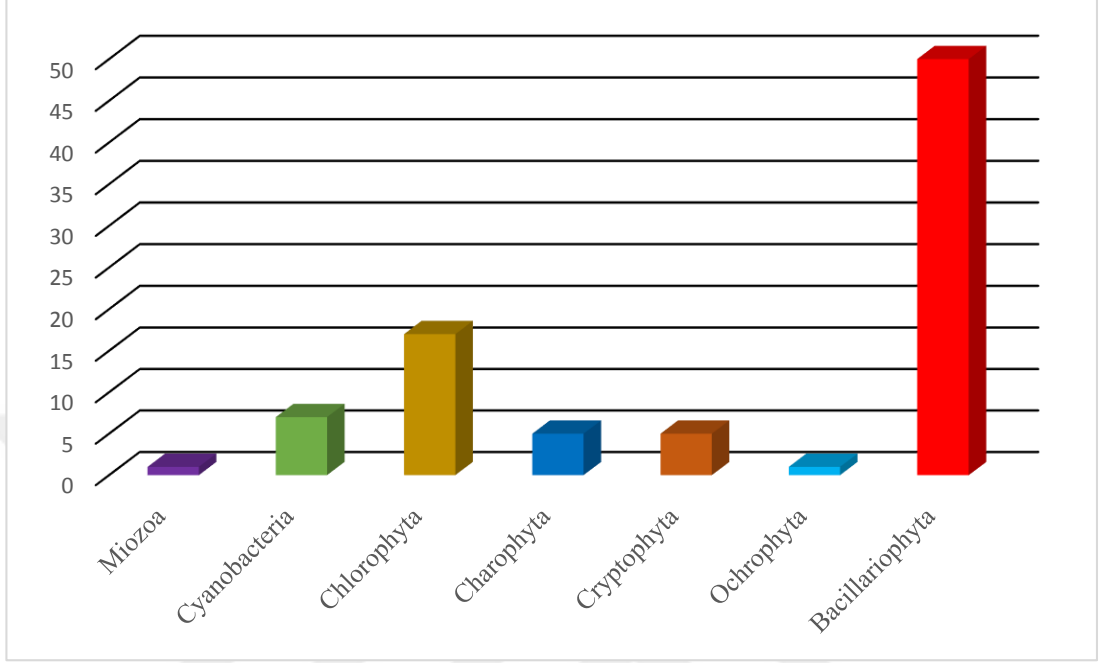
Aras Havzası çalışılan göllerin fitoplankton tür kompozisyonu % 49 Bacillariophyta, % 23 Chlorophyta, % 13 Cyanobacteria, % 10 Charophyta, %3 Miozoa, % 1 Ochrophyta ve %1 Cryptophyta şeklinde olmuştur (Şekil 4.1). Divizyolar içerisinde Bacillariophyta en baskın grup olup bunu Chlorophyta divizyonu takip etmiştir. Bu durum, Batı Akdeniz Havzasındaki lentik ekosistemlerde (Toudjani vd., 2018), Abant Gölü'nde (Çelekli, 2006), Allaben Göleti'nde (Çelekli ve Öztürk, 2014) ve Yedikır Baraj Gölü'nde (Maraşlıoğlu, 2007) yapılan araştırmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.



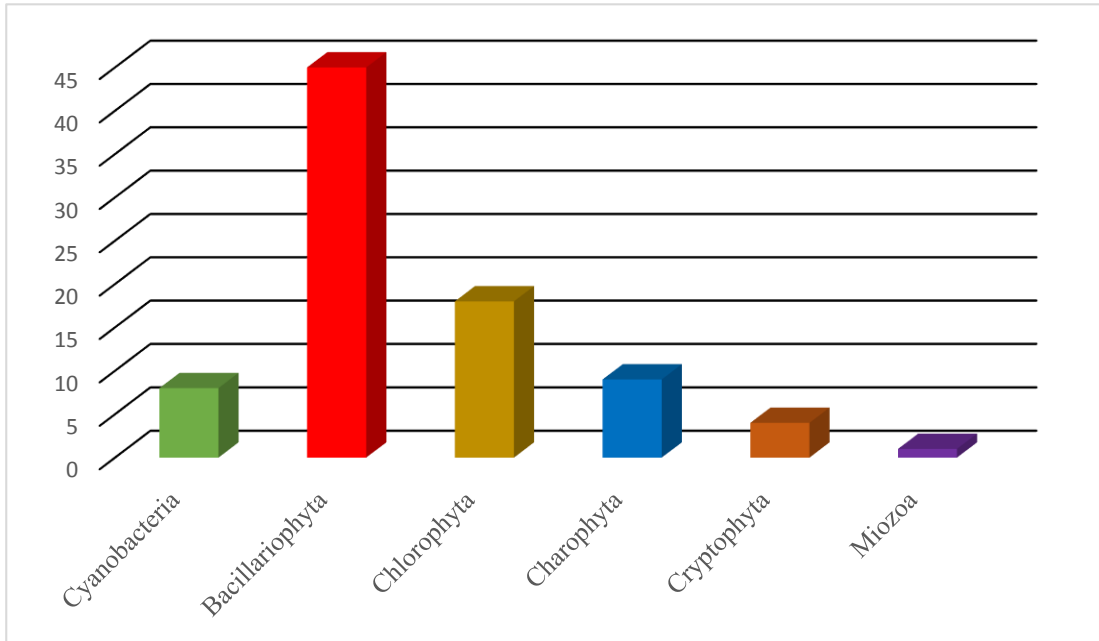
Şekil 4.1 Aras Havzası göllerin fitoplankton tür kompozisyonu gruplara dağılımı

Fitoplankton tür kompozisyonunun ait olduğu divizyonların mevsimsel dağılımı Şekil 4.2 ile Şekil 4.4 arasında verilmiştir. Bacillariophyta tüm çalışılan mevsimlerde en baskın grup olarak görülmüştür. Yaz 2014 mevsiminde en az görülen gruplar Miozoa

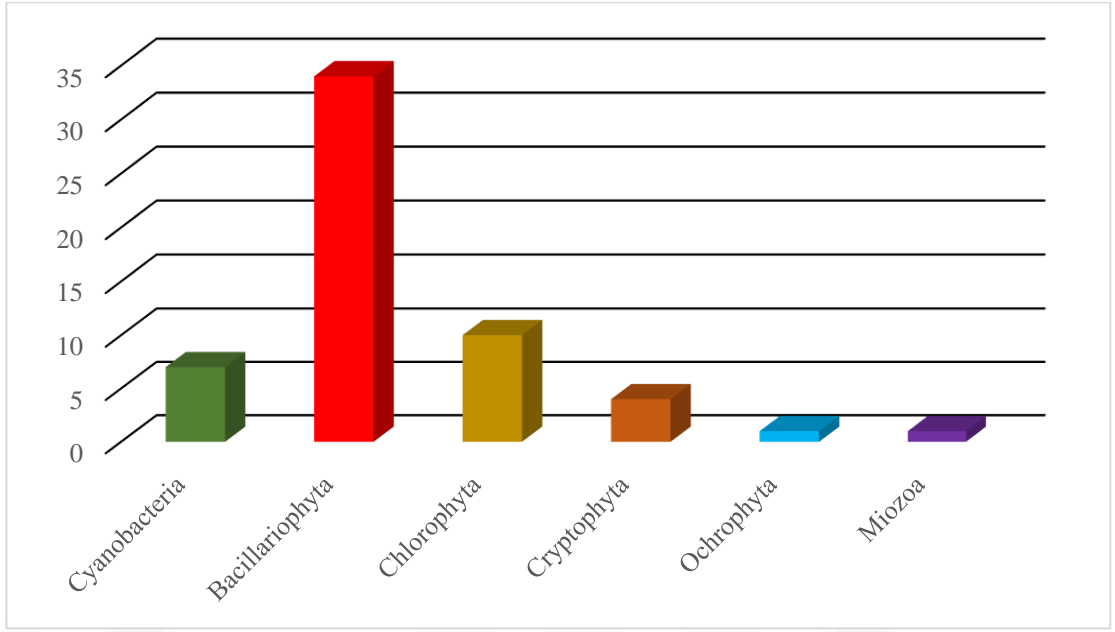
ve Ochrophyta divizyoları olmuştur. Sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015 mevsimlerinde en az görülen grup ise yine Miozoa divizyonu olmuştur.



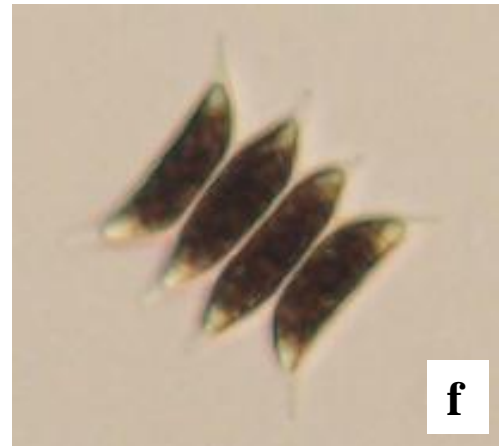
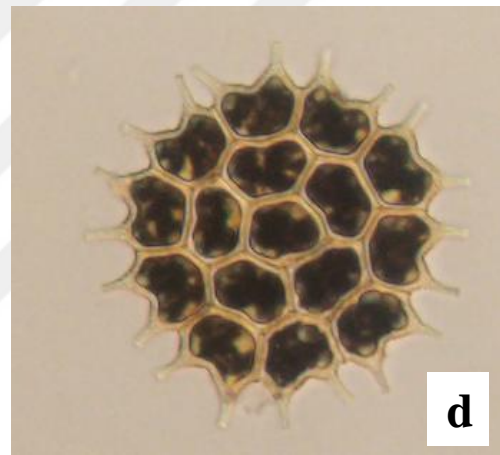
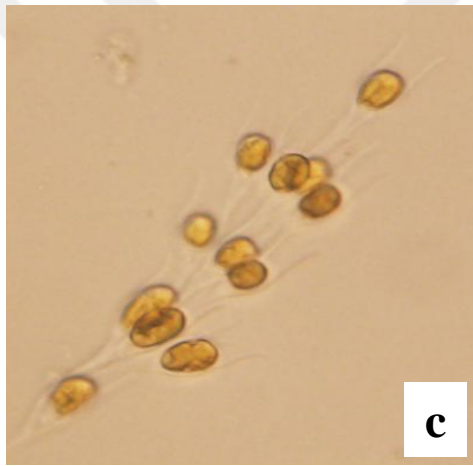
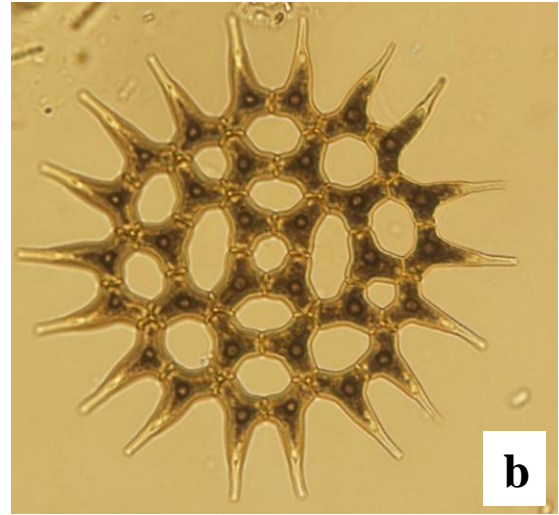
Şekil 4.2 Fitoplankton divizyonlarının Yaz 2014 dönemindeki oranları



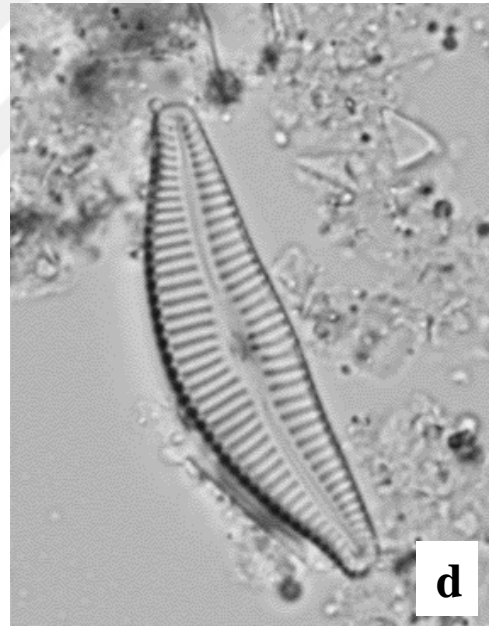
Şekil 4.3 Fitoplankton divizyonlarının Sonbahar 2014 dönemindeki oranları



Şekil 4.4 Fitoplankton divizyonlarının İlkbahar 2015 dönemindeki oranları



Şekil 4.5 a) *Ceratium hirundinella*, b) *Pediatrum simplex*, c) *Dinobryon divergens*, d) *Pediatrum boryanum*, e) *Staurastrum cingulum*, f) *Scenedesmus dimorphus*



Şekil 4.6 a) *Navicula radiosa*, b) *Gyrosigma attenuatum*, c) *Navicula tripunctata*, d) *Cymbella affinis*



Şekil 4.7 a) *Cocconeis placentula*, b) *Cymbella minuta*, c) *Navicula capitatoradiata*
d) *Gyrosigma acuminatum*

4.3 Aras Havzasındaki Sucul Ekosistemlerin Çeşitlik İndeksleri

Çalışma yapılan istasyonlarda teşhis edilen türlerin çeşitliliği, Shannon Weaver, Margalef, Brillouin, Fisher's alpha gibi çeşitli indeksler yardımıyla hesaplanmıştır. Sucul ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğin hesaplanmasında en yaygın olarak Shannon-Weaver çeşitlilik indisi (H') kullanılmaktadır (Wilhm ve Dorris, 1968). Tür zenginliğini belirlemek amacı ile de Margalef tür zenginliği indeksi kullanılmıştır. (Simpson,1949; Pielou, 1975). Aras havzasındaki ekosistemlerin çeşitlilik indeks değerleri Tablo 4.4'de verilmiştir. İndeks sonuçlarına göre Shannon ve Brillouin indeklerine göre en yüksek çeşitlilik Aygır Gölü'nde görülmüştür. Simpson indeksine göre en yüksek çeşitlilik değeri ise Balık Gölü'nde görülmüştür. Margalef indeksine göre en yüksek tür zenginliği Aktaş Gölü'nde olmuştur. Shannon ve Margalef indislerine göre ise en düşük tür çeşitliliği Balık Gölü'nde olmuştur.

Tablo 4.4 Aras havzasındaki ekosistemlerin çeşitlilik indeks değerleri

	Çıldır Gölü	Balık Gölü	Aktaş Gölü	Aygır Gölü	Deniz Gölü
Taxa_S	17,0	14,7	19,0	16,0	15,0
Individuals	59777,3	244924,7	66221,7	30868,3	51472,7
Dominance_D	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3
Simpson_1-D	0,7	0,5	0,7	0,8	0,7
Shannon_H	1,6	1,2	1,8	1,9	1,6
Evenness_e^H/S	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Brillouin	1,6	1,2	1,8	1,9	1,6
Menhinick	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Margalef	1,5	1,2	1,7	1,5	1,4
Equitability_J	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6
Fisher_alpha	1,6	1,3	1,9	1,7	1,5
Berger-Parker	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4

Ekosistemin çeşitlilik indeksleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki Tablo 4.5'de verilmiştir. Sonuçlarına bakıldığında TP ve PO₄ genellikle tür çeşitlilik indekleri ile ilişkili olmuştur. PO₄ ile Margalef ve Fisher alpha indeksi arasında önemli derecede pozitif ilişki varken, Dominance indeksi ile önemli derecede negatif ilişki göstermiştir. TP ile Dominance indeksine arasında önemli derecede negatif ilişki görülürken, Simpson, Shannon, Margalef, ve Fisher alpha indekslerine göre önemli derecede pozitif ilişki görülmüştür. NO₂ ile Dominance indeksi arasında önemli derecede negatif ilişki görülürken Simpson, indeksi ile arasında pozitif ilişki bulunmuştur.

Tablo 4.5 Aras havzasındaki ekosistemlerin çeşitlilik indeksleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler

	Taxa_S	Individuals	Dominance	Simpson	Shannon	Evenness	Brillouin	Menhinick	Margalef	Equitability	Fisher_alpha	Berger-Parker	PTI	EKO	MEDPTI
Kond	0,181	-0,004	-0,157	0,157	0,168	-0,007	0,168	0,004	0,207	0,032	0,221	-0,211	0,404	-,525*	0,089
NH4	0,395	0,524*	-0,262	0,262	0,334	-0,004	0,334	-0,411	0,347	0,137	0,326	-0,197	0,367	-0,399	-0,234
NO ₂	0,337	-0,009	-0,532*	0,532*	0,499	0,392	0,499	0,188	0,386	0,470	0,330	-0,492	0,381	-0,445	-0,313
TP	0,876**	0,602*	-0,524*	0,524*	0,549*	0,016	0,549*	-0,309	0,779**	0,281	0,744**	-0,390	0,904**	-0,865**	-0,552*
PO ₄	0,824**	0,577*	-0,563*	0,563*	0,559*	0,102	0,559*	-0,302	0,711**	0,327	0,661**	-0,472	0,833**	-0,794**	-0,466
Taxa_S		0,673**	-0,648**	0,648**	0,716**	0,048	0,716**	-0,372	0,934**	0,415	0,917**	-0,555*	0,781**	-0,765**	-0,670**
Individuals			-0,104	0,104	0,193	-0,418	0,193	-0,886**	0,396	-0,125	0,371	-0,118	0,479	-0,471	-0,343
Dominance_D				-1,000**	-0,979**	-0,757**	-0,979**	-0,175	-0,750**	-0,925**	-0,750**	0,918**	-0,386	0,461	0,243
Simpson_1-D					0,979**	0,757**	0,979**	0,175	0,750**	0,925**	0,750**	-0,918**	0,386	-0,461	-0,243
Shannon_H						0,671**	1,000**	0,086	0,814**	0,896**	0,818**	-0,879**	0,443	-0,525*	-0,343
Evenness_e^H/S							0,671**	0,604*	0,250	0,911**	0,264	-0,679**	-0,054	-0,014	0,175
Brillouin								0,086	0,814**	0,896**	0,818**	-0,879**	0,443	-0,525*	-0,343
Menhinick									-0,071	0,386	-0,043	-0,071	-0,232	0,236	0,071
Margalef										0,582*	0,993**	-0,611*	0,729**	-0,707**	-0,732**
Equitability_J											0,593*	-0,811**	0,218	-0,286	-0,114
Fisher_alpha												-0,604*	0,696**	-0,686**	-0,696**
Berger-Parker													-0,232	0,339	0,096
PTI														-0,964**	-0,557*
EKO															0,461
MEDPTI															

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

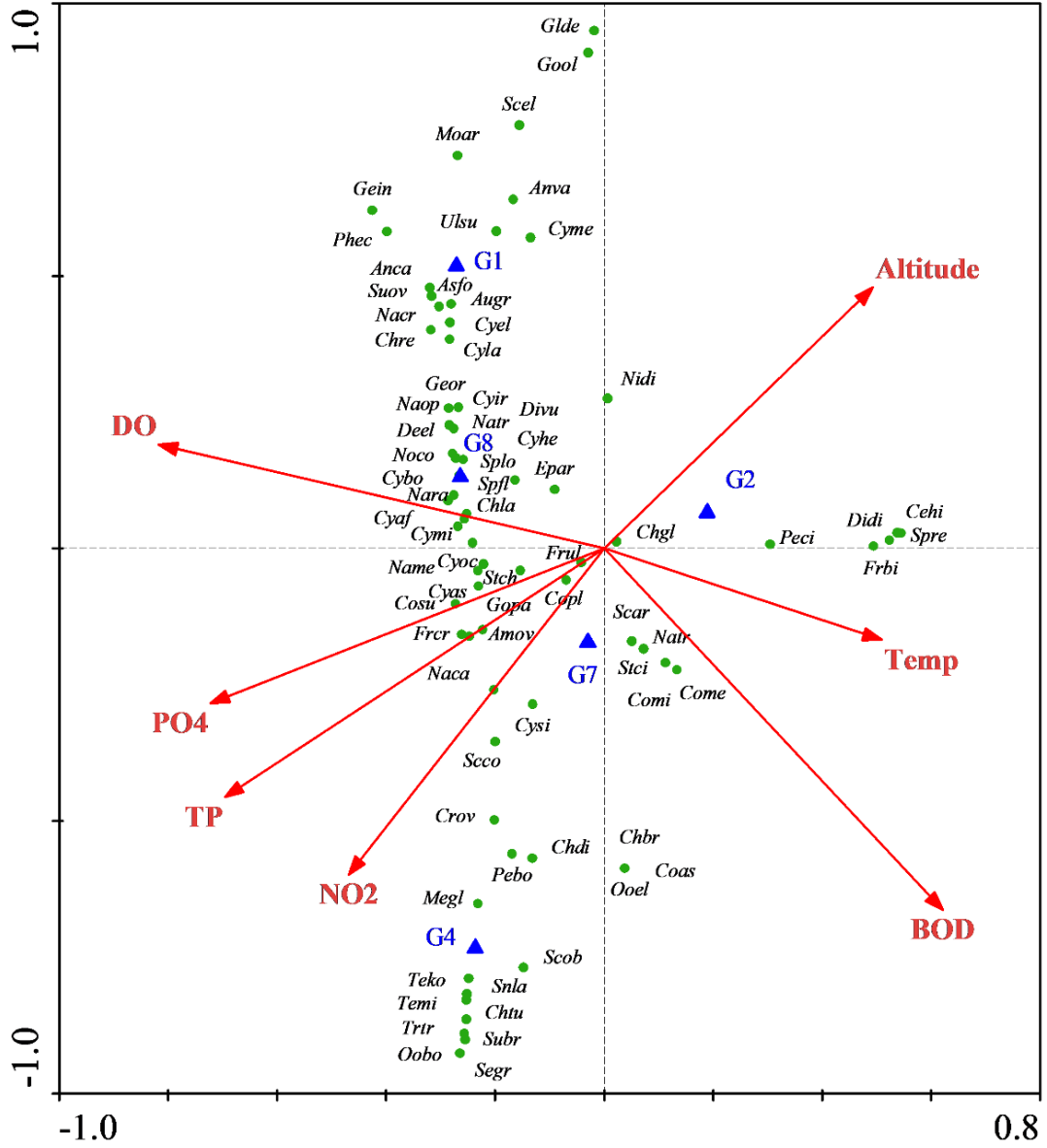
**.. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Kond. (Kondüktivite), NH4 (Amonyum), NO₂ (Nitrit), TP (Toplam Fosfor), PO₄ (Fosfat)

4.4 Fitoplankton ve Çevre İlişkileri

Aras Havza'sına ait örnekleme istasyonlarından alınan su numunelerinde teşhis edilen fitoplankton türleri ile fiziko-kimyasal değişkenler arasındaki ilişki kanonik uyum analizi (Canonical Correspondence Analysis (CCA)) kullanılarak açıklanmıştır (ter Braak ve Smilauer, 1998; Leps ve Smilauer, 2003).

Türler ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Şekil 4.8'de verilmiştir. CCA ordinasyonunda gösterilen oklar çevresel değişkenleri, üçgen simgeler istasyonları ve dairesel noktalar ise türleri ifade etmektedir. buna göre *Cocconeis placentula*, *Fragilaria ulna*, *Cymbella affinis* ve *Cyclotella bodanica* gibi sıklıkla görülen türler ordinasyonun merkezine yakın bölgelerde toplanmıştır. Bu durum türlerin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı tolerans seviyesinin yüksek olduğunu göstermiştir. Parsiyel CCA sonuçlarına göre türlerin dağılışında, özellikle besin tuzları ve bazı çevresel faktörler etkili olmuştur. Çalışma sonuçlarına göre besin tuzları G4 (Aktaş Gölü) istasyonu ile ilişkili bulunmuştur. Diğer taraftan G1 (Çıldır Gölü) istasyonu ordinasyonda besin tuzlarını gösteren okların tersi yönde lokalize olmuştur. bu durum bize G1 istasyonun besin tuzları bakımından zengin olmadığını ifade etmektedir. Ayrıca G2 (Balık Gölü) istasyonu yüksek rakıma sahip olması nedeniyle (Tablo 4.1) CCA ordinasyonunda rakım ile ilişkili olduğu görülmüştür. *Gomphonema parvulum*, *Navicula capitatoriata*, *Fragilaria ulna*, *Cocconeis placentula* gibi türlerin ise ordinasyonda TP ve PO₄ gibi besin tuzlarıyla ilişkili olduğu görülmektedir. Alleben Göleti'nde yapılan bir çalışmada ise besin tuzlarıyla ilişkili olarak *Fragilaria ulna*, *F. capucina* ve *Navicula cryptocephala* gibi türler görülmüştür (Öztürk, 2013; Çelekli ve Öztürk, 2014).



Şekil 4.8 Fitoplankton kompozisyonu ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki

CCA'nın iki ekseninde ekosistemlerin fitoplankton türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi sırasıyla % 99,7 ve % 98,5 ile çok iyi açıklamıştır. Tür verilerinin kümülatif varyansının yüzdesi 15,0 ile 27,2'sini açıklamıştır. canlı ile çevresel değişken arasındaki ilişkinin önemli olup olmadığını test etmek için ileri seleksiyonlu Monte Carlo permütasyon testi uygulanmıştır. (Tablo 4.6). Bu ilişki Monte Carlo permütasyon testi sonucuna ($F= 1.237$ ve $p= 0,002$) göre önemli bulunmuştur. Kuzey Ege Havzası'ndaki 3 barajda yapılan bir çalışmada fitoplankton türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkinin ilk iki eksenini dikkate alındığında K% 99,7 ve % 97,7 (Çelekli vd., 2018) ve karstik Akkaya ekosisteminde %97 (Çelkeli ve Külköylüoğlu,

2007) ile çok iyi açıklamıştır. Bu çok yüksek ilişkiler fitoplankton türlerinin çevresel değişkenlerden doğrudan etkilendiğini gösterdiğinden, su kalitesinin anlaşılmasında ve yönetiminde çok önemli rol oynadıkları belirtilmiştir.

Tablo 4.6 Monte Carlo permütasyon testi kullanımı ile CCA sonuçları

Eksenler	1	2	3	4	Total inerşiya
Aygen değerler	0,937	0,763	0,602	0,499	6,238
Tür-çevre ilişkileri	0,997	0,985	0,956	0,981	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	15,0	27,2	36,9	44,9	
Tür-çevre ilişkisi için	24,3	44,0	59,6	72,6	
Aygen değerlerinin toplamı					6,238
Kanonik aygen değerlerinin toplamı					3,859
Monte Carlo permütasyon testi					
	F = 1,237		p = 0,0020		

Yapılan çalışmalar fitoplankton türlerinin çevresel değişkenlerden doğrudan etkilendiğini göstermiştir ve arasındaki ilişkiler yüzeysel bulunmuştur (Reynolds 2006). Parsiyel CCA analizi ile hangi fiziko-kimyasal faktör veya faktörlerin türlerin dağılımında önemli rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır (Tablo 4.7). Analiz sonuçlarına göre Aras havzası'ndaki sucul ekosistemlerin fitoplankton türleri dağılımında etki eden faktörler önem sırasına göre DO, PO₄, TP, BOİ₅, sıcaklık, NO₂ ve rakım olmuştur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 Parsiyel CCA sonuçlarına göre Aras Havzasındaki sucul ekosistemlerde çevresel faktörlerinin fitoplankton türlerinin dağılımı üzerinde etkileri

Değişken	λ	F	P
ÇO	0,784	1,867	0,0080
PO ₄	0,706	1,658	0,0040
TP	0,685	1,604	0,0080
BOİ ₅	0,667	1,557	0,0040
Sıcaklık	0,666	1,553	0,0240
NO ₂	0,659	1,535	0,0060
Rakım	0,642	1,492	0,0220

Aras Havzası'ndaki sucul ekosistemlerin çalışma süresince fitoplankton türlerinin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri ağırlıklı ortalama (weighted averaging) regresyon ile belirlenmiştir. Türlerin sahip olduğu biyohacim düzeylerinin çevresel değişkenlere karşı optimum ve tolerans seviyeleri Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Çalışmada teşhis edilen *Cymbella minuta* ve *Cymbella silesiaca* gibi türler TP, PO₄, BOİs ve sıcaklık gibi faktörlerin düşük olduğu ortamları ve yüksek rakımı tercih etmiştir. Bunların aksine *Gomphonema parvulum*, *Navicula capitatoriata*, *Fragilaria ulna*, *Treubaria triappendiculata* ve *Cocconeis placentula* gibi türler ise TP ve PO₄ değerlerinin yüksek olduğu ekosistemleri tercih etmiştir.

Elde edilen verilere göre *Chlamydomonas reinhardtii*, *Cryptomonas ovata*, *Merismopedia glauca* ve *Pediastrum boryanum*, gibi türler yüksek sıcaklığı tercih ederken, *Spirogyra fluviatilis*, *Cymbella silesiaca*, *Cyclotella meneghiniana* ve *Chorococcus dispersus* gibi türler ise düşük sıcaklıkları tercih etmiştir.

Ceratium hirudinella, *Chlamydomonas globosa*, *Dinobryon divergens*, *Fragilaria biceps*, *Peridinium cinctum* ve *Spirogyra reticulata* gibi türler ise rakımın yüksek olduğu yerleri tercih eden türler olarak görülmüştür.

Tablo 4.8 Aras havzasındaki sucul ekosistemlerin fitoplankton türlerinin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri

Kod	Sıcaklık		pH		TP		BOİ		Kond	
	Opt	Tole	Opt	Tole	Opt	Tole	Opt	Tole	Opt	Tole
<i>Amov</i>	19,28	6,54	8,35	0,91	0,24	0,28	7,05	11,88	403,3	538,8
<i>Anca</i>	19,90	3,18	8,50	0,69	0,28	0,15	4,00	6,94	134,80	197,79
<i>Anva</i>	16,98	3,60	7,34	1,43	0,15	0,16	5,31	1,62	142,99	10,10
<i>Asfo</i>	16,13	2,31	8,76	0,40	0,13	0,10	4,78	5,08	125,91	23,03
<i>Augr</i>	14,82	2,55	6,49	1,68	0,05	0,10	6,28	1,63	148,99	4,36
<i>Cehi</i>	20,90	3,18	8,57	0,69	0,11	0,15	16,00	6,94	135,50	197,79
<i>Chgl</i>	18,40	3,18	8,85	0,69	0,19	0,15	4,00	6,94	132,90	197,79
<i>Chla</i>	17,66	1,70	8,13	0,28	0,18	0,08	3,81	0,14	252,43	89,24
<i>Chre</i>	23,20	3,18	8,58	0,69	0,25	0,15	4,12	6,94	245,00	197,79
<i>Chbr</i>	17,40	3,18	9,21	0,69	0,09	0,15	40,20	6,94	876,00	197,79
<i>Chdi</i>	13,50	3,18	8,51	0,69	0,02	0,15	3,90	6,94	153,60	197,79
<i>Chtu</i>	16,14	2,34	6,64	1,66	0,36	0,21	23,96	12,65	172,03	278,62
<i>Copl</i>	17,63	4,93	8,50	0,76	0,25	0,16	7,35	6,84	251,23	312,07
<i>Coas</i>	17,40	3,18	9,21	0,69	0,09	0,15	40,20	6,94	876,00	197,79
<i>Comi</i>	21,20	3,18	8,72	0,69	0,11	0,15	13,50	6,94	182,60	197,79
<i>Come</i>	21,20	3,18	8,72	0,69	0,11	0,15	13,50	6,94	182,60	197,79
<i>Cosu</i>	16,69	1,56	8,25	0,28	0,20	0,06	3,80	6,94	239,64	40,80
<i>Crov</i>	26,35	4,13	9,34	0,49	0,53	0,33	20,15	5,49	947,37	607,70
<i>Cybo</i>	20,29	7,14	9,04	0,43	0,29	0,30	11,46	11,07	523,04	553,02
<i>Cyir</i>	21,73	2,33	8,54	0,06	0,26	0,02	4,07	0,08	196,01	77,92
<i>Cyme</i>	14,81	0,41	6,98	1,37	0,12	0,17	6,52	6,05	150,99	4,84
<i>Cyoc</i>	17,50	3,18	8,10	0,69	0,17	0,15	3,80	6,94	261,00	197,79
<i>Cyel</i>	19,90	3,18	8,50	0,69	0,28	0,15	4,00	6,94	134,80	197,79
<i>Cyaf</i>	21,96	4,97	8,81	0,63	0,32	0,24	11,84	9,13	529,83	469,34
<i>Cyas</i>	17,50	3,18	8,10	0,69	0,17	0,15	3,80	6,94	261,00	197,79
<i>Cyhe</i>	15,63	3,75	8,56	0,06	0,27	0,01	3,92	0,07	151,06	14,28
<i>Cyla</i>	19,90	3,18	8,50	0,69	0,28	0,15	4,00	6,94	134,80	197,79
<i>Cymi</i>	18,75	5,44	8,65	0,15	0,08	0,06	10,45	6,79	173,38	20,51
<i>Cysi</i>	15,30	3,18	8,50	0,69	0,26	0,15	3,80	6,94	203,30	197,79

Tablo 4.8 (Devam)

<i>Deel</i>	17,50	3,18	8,10	0,69	0,17	0,15	3,80	6,94	261,00	197,79
<i>Divu</i>	18,81	3,75	8,52	0,06	0,28	0,01	3,98	0,07	138,96	14,28
<i>Didi</i>	20,74	1,77	8,59	0,20	0,12	0,06	15,22	8,49	135,33	1,84
<i>Epar</i>	20,52	0,92	8,60	0,16	0,20	0,12	8,50	6,72	157,42	33,80
<i>Frbi</i>	20,92	0,21	8,58	0,11	0,11	0,15	15,87	1,77	137,90	33,30
<i>Frcr</i>	14,60	3,18	8,58	0,69	0,27	0,15	3,90	6,94	155,00	197,79
<i>Frul</i>	20,45	4,74	8,53	0,93	0,33	0,19	9,14	10,62	314,74	464,27
<i>Gein</i>	16,00	3,18	8,86	0,69	0,10	0,15	3,70	6,94	116,70	197,79
<i>Geor</i>	23,20	3,18	8,58	0,69	0,25	0,15	4,12	6,94	245,00	197,79
<i>Gool</i>	19,90	3,18	8,74	0,69	0,06	0,15	5,90	6,94	224,20	197,79
<i>Gopa</i>	18,72	4,09	8,35	0,30	0,22	0,06	3,92	0,18	234,77	51,18
<i>Megl</i>	27,00	3,18	9,42	0,69	0,58	0,15	21,00	6,94	1043,00	197,79
<i>Moar</i>	14,80	3,18	6,47	0,69	0,05	0,15	6,30	6,94	149,10	197,79
<i>Naca</i>	14,60	3,18	8,58	0,69	0,27	0,15	3,90	6,94	155,00	197,79
<i>Nacr</i>	19,90	3,18	8,50	0,69	0,28	0,15	4,00	6,94	134,80	197,79
<i>Name</i>	17,50	3,18	8,10	0,69	0,17	0,15	3,80	6,94	261,00	197,79
<i>Naop</i>	23,20	3,18	8,58	0,69	0,25	0,15	4,12	6,94	245,00	197,79
<i>Nara</i>	24,97	4,10	9,17	0,49	0,42	0,33	18,37	5,30	741,78	608,39
<i>Natr</i>	15,30	3,18	8,50	0,69	0,26	0,15	3,80	6,94	203,30	197,79
<i>Natri</i>	21,20	3,18	8,72	0,69	0,11	0,15	13,50	6,94	182,60	197,79
<i>Nidi</i>	18,82	1,77	8,94	0,33	0,07	0,02	20,75	24,25	506,48	460,89
<i>Noco</i>	17,50	3,18	8,10	0,69	0,17	0,15	3,80	6,94	261,00	197,79
<i>Oobo</i>	16,07	3,68	6,57	1,54	0,37	0,18	24,16	7,64	160,29	8,41
<i>Ooel</i>	17,40	3,18	9,21	0,69	0,09	0,15	40,20	6,94	876,00	197,79
<i>Pebo</i>	24,16	5,51	9,19	0,55	0,42	0,30	21,00	12,24	838,07	462,29
<i>Peci</i>	20,90	3,18	8,57	0,69	0,11	0,15	16,00	6,94	135,50	197,79
<i>Phec</i>	16,00	3,18	8,86	0,69	0,10	0,15	3,70	6,94	116,70	197,79
<i>Scar</i>	21,20	3,18	8,72	0,69	0,11	0,15	13,50	6,94	182,60	197,79
<i>Scco</i>	15,72	0,65	7,40	1,35	0,30	0,13	15,67	13,48	168,84	34,22
<i>Scel</i>	14,80	3,18	6,47	0,69	0,05	0,15	6,30	6,94	149,10	197,79
<i>Scob</i>	16,00	3,18	6,54	0,69	0,37	0,15	24,30	6,94	160,00	197,79
<i>Scobt</i>	17,40	3,18	9,21	0,69	0,09	0,15	40,20	6,94	876,00	197,79

Tablo 4.8 (Devam)

<i>Segr</i>	16,00	3,18	6,54	0,69	0,37	0,15	24,30	6,94	160,00	197,79
<i>Snla</i>	16,00	3,18	6,54	0,69	0,37	0,15	24,30	6,94	160,00	197,79
<i>Spfl</i>	14,60	3,18	8,58	0,69	0,27	0,15	3,90	6,94	155,00	197,79
<i>Splo</i>	17,50	3,18	8,10	0,69	0,17	0,15	3,80	6,94	261,00	197,79
<i>Spre</i>	20,90	3,18	8,57	0,69	0,11	0,15	16,00	6,94	135,50	197,79
<i>Stci</i>	21,20	3,18	8,72	0,69	0,11	0,15	13,50	6,94	182,60	197,79
<i>Stch</i>	15,30	3,18	8,50	0,69	0,26	0,15	3,80	6,94	203,30	197,79
<i>Subr</i>	16,00	0,99	6,55	1,89	0,37	0,20	24,34	11,24	161,96	122,92
<i>Suov</i>	19,90	3,18	8,50	0,69	0,28	0,15	4,00	6,94	134,80	197,79
<i>Temi</i>	16,00	3,18	6,54	0,69	0,37	0,15	24,30	6,94	160,00	197,79
<i>Teko</i>	16,00	3,18	6,54	0,69	0,37	0,15	24,30	6,94	160,00	197,79
<i>Trtr</i>	16,00	3,18	6,54	0,69	0,37	0,15	24,30	6,94	160,00	197,79
<i>Ulsu</i>	14,80	3,18	6,47	0,69	0,05	0,15	6,30	6,94	149,10	197,79
RMSE	1,84		0,15		0,09		3,21		39,02	
R ²	0,73		0,97		0,61		0,90		0,98	

4.5 Sucul Ekosistemlerin Trofik Durumu

Aras Havzası sucul ekosistemlerden üç dönem boyunca alınan toplam fosfor (TP) ve Secchi disk derinliği (SDD) değerleri Carlson (1977) trofik durum indeksi (TDİ) ve OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) değerlerine göre hesaplanmıştır. Carlson (1977) TDİ sonuçlarına göre 0–40 arası oligotrofik, 40–50 arası mezotrofik, 50-70 arası ötrofik ve 70’den büyük olduğu durumları hiperötrofik olarak değerlendirmiştir. SDD ve TP TDİ değerlerinin mevsimsel değişimi OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) sınıf aralıklarına göre hesaplanmış ve sonuçları Tablo 4.9’de verilmiştir. Buna göre göllerin trofik durumu mevsimlere göre değişkenlik göstermiştir. Carlson indeksine göre TSI_{SD} sonuçlarına bakıldığında Aktaş Gölü dışında kalan diğer istasyonlarda yaz dönemi trofik durumlarının oligotrofik karakterde olduğu görülmüştür. Sonbahar mevsimlerinde ise bu durum genellikle mezotrofik iken ilkbahar mevsimlerinde ise ötrofik özellikte görülmüştür. Carlson indeksine göre TSI_{TP} sonuçlarından elde edilen verilere göre Aygır Gölü ilkbahar dönemi dışında kalan istasyonlar tüm mevsimler boyunca hiperotrofik özellikte bulunmuştur. Göllerin SDD bakıldığında oligotrofik göllerin secchi disk değerleri ötrofik göllere göre daha düşük olmuştur. Ayrıca toplam fosfor değerlerinin ise hiperötrofik göllerde ötrofik

göllerle oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. OECD sınıflamasına göre göllerin trofik durumları ise SDD göre incelendiğinde göller genellikle ilkbahar mevsimlerinde mezotrofik yapıda iken TP sonuçlarına göre değerlendirildiğinde ise ötrofik ve hiperotrofik karakterde olduğu görülmüştür. Carlson ve OECD trofik durumlarına göre incelenen Abant Gölü'nün mezotrofik yapı gösterdiği, Gököy Gölü'nün ise mezotrofiden ötrofiye geçen bir yapıya sahip olduğunu kaydedilmiştir (Çelekli, 2016). Ceyhan Havzası'nda incelenen ekosistemlerin büyük bir kısmının ise genellikle ötrofik karakterde olduğu görülmüştür (Gümüş, 2018).

Tablo 4.9 Lentik ekosistemlerin OECD ve Carlson TDI sonuçları

		Carlson			OECD		
		TSI _{SD}	Trofi	TSI _{TP}	Trofi	SD	TP
Çıldır Gölü	yaz14	40,0	O	85,4	H	M	H
	son14	41,9	M	70,6	H	M	Ö
	ilk15	54,2	Ö	70,6	H	H	Ö
Balık Gölü	yaz14	38,3	O	70,6	H	M	Ö
	son14	44,2	M	84,9	H	Ö	H
	ilk15	34,2	O	79,8	H	M	H
Aktaş Gölü	yaz14	77,4	H	95,9	H	H	H
	son14	46,8	M	89,5	H	Ö	H
	ilk15	60,0	Ö	70,6	H	H	Ö
Aygır Gölü	yaz14	38,3	O	70,6	H	M	Ö
	son14	38,3	O	84,4	H	M	H
	ilk15	46,8	M	48,7	M	Ö	M
Deniz Gölü	yaz14	38,3	O	83,8	H	M	H
	son14	46,8	M	78,2	H	Ö	H
	ilk15	60,0	Ö	63,9	Ö	H	Ö

4.6 Sucul Ekosistemlerin Ekolojik Durumları

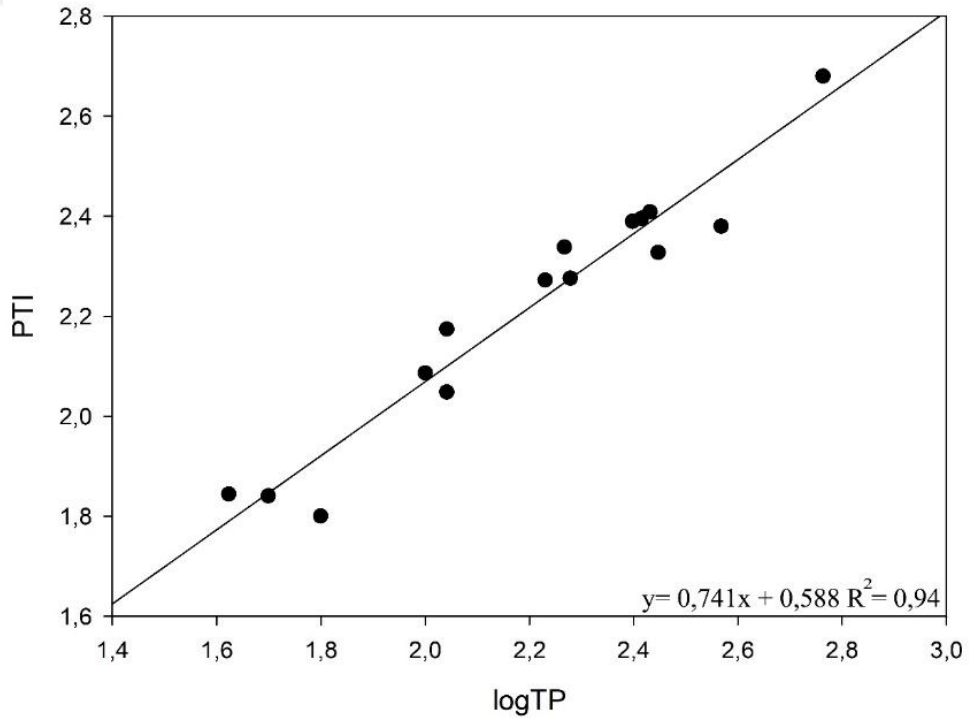
Aras Havzası'ndaki sucul ekosistemlerden elde edilen veriler çeşitli fitoplanton indeksleri yardımıyla hesaplanmış buna göre sucul ekosistemlerin ekolojik durumları değerlendirilmiştir. Avrupa Su Çerçevesi Direktifi kapsamında fitoplankton biyolojik kalite bileşeni için kullanılan çeşitli indeksler bulunmaktadır. Tez çalışmaları kapsamında modifiye fitoplankton trophik indeks (PTI) (Çelekli, 2016) ve Mediterranean phytoplankton trophic index (Med-PTI) (Marchetto vd., 2009) kullanılmıştır. Göllerin PTI ve Med-PTI indeks sonuçları ve ekolojik durumları Tablo 4.10'da gösterilmektedir. Her iki indekste birbirini destekleyen sonuçlar vermiştir. PTI ve Med-PTI sonuçlarına göre, Çıldır Gölü ÇOK İYİ ekolojik statüye sahipken, Balık

Gözü ve Aygır Gözü'nün İYİ ekolojik durumda olduğu bulunmuştur. Aktaş ve Deniz Gözü'nün ise ORTA ekolojik statüye sahip olduğu görölmüştür.

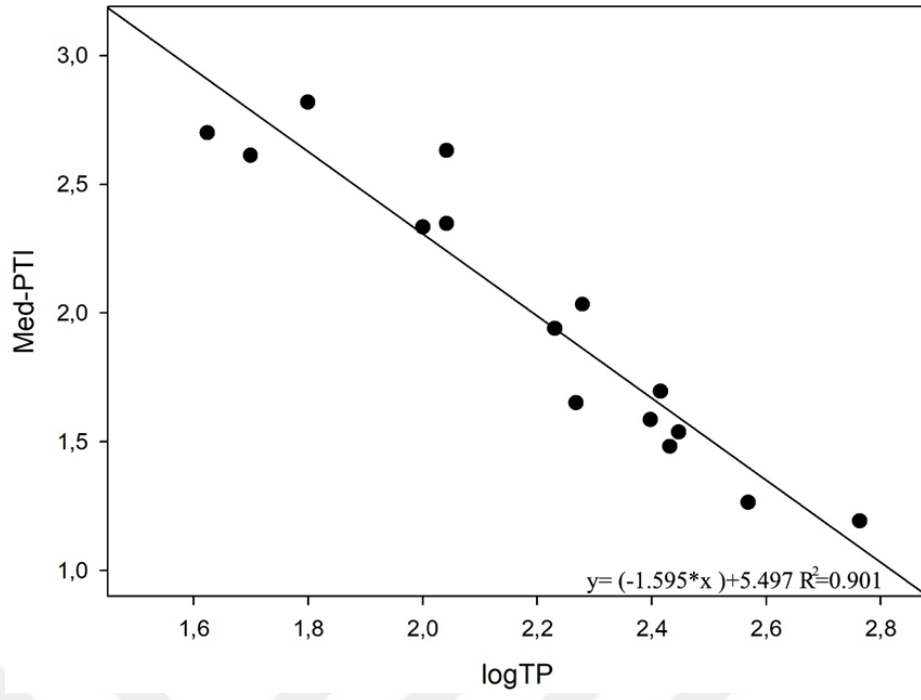
Tablo 4.10 Lentik ekosistemlerinin PTI, Med-PTI, EKO düzeyleri ve durumları

Tipoloji	Göl Adı	PTI	EKO_PTİ	Durum	Med-PTI	EKO_MedPTI	Durum
R3D2A2J2	Çıldır Gözü	2,12	0,82	Çİ	1,6	0,83	Çİ
R3D2A2J2	Balık Gözü	2,16	0,8	İ	1,28	0,74	İ
R3D2A2J2	Aktaş Gözü	2,36	0,71	O	0,89	0,64	O
R3D2A1J2	Aygır Gözü	2,06	0,78	İ	1,81	0,61	İ
R3D2A1J2	Deniz Gözü	2,15	0,74	O	1,49	0,53	O

TP ile PTI ve Med-PTI arasındaki ilişki sırasıyla Şekil 4.9 ve 4.10'da verilmiştir. İndeksler TP ile iyi uyuma sahip olmuştur. Ancak PTI $R^2 = 0,94$ ile daha yüksek korelasyon katsayısına sahip olmuştur. Ceyhan Havzasındaki lentik ekosistemlerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Gümüş, 2018).



Şekil 4.9 Toplam fosfor ile PTI ve arasındaki ilişki



Şekil 4.10 Toplam fosfor Med-PTI arasındaki ilişki

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

- Avrupa Su Çerçeve Direktifi kapsamında yürütülen ‘Ülkemize Özgü İndeksler Geliştirilmesi’ projesinde; Aras Havzası’ndaki Çıldır Gölü, Balık Gölü, Aktaş Gölü, Aygır Gölü ve Deniz Gölü fitoplankton kompozisyonu ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi ayrıca fitoplankton ilişkilerinin çok yönlü istatistiksel analizler kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır.
- Aras Havzasına ait belirlenen sucul ekosistemlerinden, yaz- sonbahar 2014 ve ilkbahar 2015 dönemlerinde alınan su örneklerinde fiziko-kimyasal değişkenler üç dönem boyunca ölçülmüştür.
- Ekosistemlerin fiziko-kimyasal yapıları incelendiğinde en yüksek sıcaklık Aktaş Gölü’nde ve en düşük sıcaklık Aygır Gölü’nde ölçülmüştür.
- En düşük rakıma sahip göl Aktaş gölü iken Balık Gölü ise en yüksek rakıma sahip olmuştur.
- En düşük pH değeri 6,5 ile Çıldır Gölü’nde ve Aktaş Gölü’nde 9,4 ile en yüksek pH değeri ölçülmüştür.
- Göllerdeki besin tuzları, organik karbon miktarı, elektirikel iletkenlik ve toplam askıda katı madde gibi çevresel değişkenlerin en yüksek değerleri Aktaş Gölü’nde ölçülmüştür.
- Çalışma yapılan istasyonlarda BOİ₅ ve KOİ sonuçlarına bakıldığında en yüksek değerleri yine Aktaş Gölü’nde ölçülmüştür.
- Aktaş Gölü civarındaki bölgede hayvancılık ve tarım faaliyetleri ile birlikte yerleşim yerleri gibi antropojenik faktörlerin etkisi altındadır.
- Çalışma süresince toplam 74 tür teşhis edilmiştir.
- *Cymbella affinis*, *Cyclotella bodanica*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria ulna*, *Pediastrum boryanum* ve *Monorophidium arcuatum* gibi fitoplankton türleri yaygın olarak görülmüştür.

- CCA'nın iki ekseni, ekosistemlerin fitoplankton türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi sırasıyla %99,7 ve %97,7 ile çok iyi açıklamıştır. Bu çok yüksek ilişkiler fitoplankton türlerinin çevresel değişkenlerden doğrudan etkilendiklerini göstermiştir.
- Çalışma süresince *Cocconeis placentula*, *Fragilaria ulna*, *Cymbella affinis* ve *Cyclotella bodanica* gibi türler CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmıştır. Çok yönlü analiz sonuçları bu türlerin çalışma periyodu süresince fiziko-kimyasal değişkenlere karşı geniş toleransının olduğunu göstermiştir.
- Parsiyel CCA sonuçlarına göre Aras Havzasındaki sucül ekosistemlerin fitoplankton türlerinin dağılımına etki eden faktörler DO, PO₄, TP, BOİ, Sıcaklık, NO₂ ve rakım olmuştur.
- *Cymbella minuta* ve *Cymbella silesiaca* gibi türler TP, PO₄, BOİ ve sıcaklık gibi faktörlerin düşük olduğu yerleri tercih etmiştir.
- *Gomphonema parvulum*, *Navicula capitatoriata*, *Fragilaria ulna*, *Treubarria triappendiculata*, *Cocconeis placentula* gibi türler ise TP ve PO₄ değerlerinin yüksek olduğu yerleri tercih etmiştir.
- Aras Havzası sucül ekosistemleri SDD ve TP değerleri Carlson (1977) trofik durum indeksi (TDİ) ve OECD (Vollenweider ve Kerekes, 1982) değerlerine göre hesaplamıştır. Göllerin trofik durumları mevsimsel olarak farklılık göstermiştir.
- Avrupa Su Çerçevesi Direktifi'ne göre PTI ve Med-PTI kullanılmıştır. PTI ve Med-PTI sonuçlarına göre ekolojik kaliteye Çıldır Gölü bulunmuştur. Balık ve Aygır Gölü İYİ kalitede, Aktaş ve Deniz Gölü ise ORTA kalitededir.

KAYNAKLAR

Akkaya, C. E. (2006). Avrupa Birliği Su ereve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. TTMOB Su Politikaları Kongresi.

Akpınar S. (2011). Çalı gölündeki fitoplankton türlerinin belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 61.s.

Aksoy A. (2012) Sera Gölü (Trabzon)fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. S.73

Algabase, (2016). <http://www.algabase.org/search/species> (23/02/2018).

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

Anonim (2016). Ülkemize zg Su Kalitesi Ekolojik Değerlendirme Sisteminin Kurulmasi Projesi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. project no: 20011K050400.

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

Baysal, A. (1990). Kırşehir Seyfe gölü fitoplanktonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.41. s.

Baysal, A. ve Obalı, O. (1995). Kırşehir Seyfe Gl Fitoplanktonu. *İ.. Su rnleri Fakültesi Su rnleri Dergisi*. 9, 1-2.

Birk, S., Bonne, W., Borja A., Brucet S., Courrat A., Poikane S., Solimini A., de Bund W.v., Zampoukas N., Hering D. (2012). Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, **18**, 31–41

Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri: http://www.unwater.org/statistics_res.html (14/01/2018).

Borja, A., Bricker, S.B., Dauer, D.M., Demetriadis, N.T., Ferreira, J.G., Forbes, A.T., Hutchings, P., Jia, X., Kenchington, R., Marques, J.C., Zhu, C. (2008). Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin* **56**, 1519–1537.

Quiblier, C., Leboulanger, C., Sane, S., Dufour, P. (2008). Phytoplankton growth control and risk of cyanobacterial blooms in the lower Senegal River delta region. *Water Research*, **42**, 1023- 1034.

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

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

CEN. European Committee for Standardization (2003). Water Quality – Guidance Standard for the Routine Sampling and Pretreatment of Benthic Diatoms from Rivers. EN 13946: 2003. Comite' European de Normalisation, Geneva.

CEN. European Committee for Standardization (2004). Water Quality – Guidance Standard for the Identification, Enumeration and Interpretation of Benthic Diatom Samples from Running Waters. EN 14407:2004. Comite' European de Normalisation, Geneva.

Coşkun, D., Ertan, Ö.O., (2016). Eğirdir Gölü (Hoyran Bölgesi) Alg Fitoplanktonik Alg Florası Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **20** (1), 16-26,

Çelekli A. (2006) Net diatom (Bacillariophyceae) flora of lake Gököy (Bolu). *Turk J Bot* **30**: 359-374.

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

Çelekli, A., Albay, M., Dügel, M. (2007a). Phytoplankton (exclusive of the Diatoms) Flora of Lake Gököy (Bolu). *Turk J Bot* **31**: 49-65.

Çelekli, A., Obalı, O., 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 (Cepni, Bolu). *Ecological Indicators*, **7**, 497–503.

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

Çelekli, A Toudjani, A. A, Kayhan, S., Lekesiz, Ö. Çetin, T. (2018). Bioassessment of Ecological Status of Three Aegean Reservoirs Based on Phytoplankton Metrics. *Turkish Journal of Water Science and Management*, **2**, 76-99.

Çevre ve Orman Bakanlığı Ardahan il Müdürlüğü, Ardahan il Çevre Durum Raporu, Ardahan, 2006.

Çevre ve Orman Bakanlığı Kars il Müdürlüğü, Kars il Çevre Durum Raporu, Kars, 2006.

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.

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.

Elmacı, A. (1995). Akşehir (Konya) Gölü fitoplanktonu ve kıyı bölgesi (Littoral bölge) alglerinin ekolojik ve floristik olarak incelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 122.s.

Ercan Ş. (2010). Sultansuyu ve Sürgü Baraj göllerinde (Malatya) su kalitesinin fitoplankton kompozisyonu ile değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 138.s

Erençin, Z., Köksal, G., (1981) (Inland Water Sciences) In Turkish, İçsular Temel Bilimleri, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları*, Sayı: 273, Ankara.

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

Food and Agriculture Organisation (FAO) AQUASTAT. 2013. Erişim: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm] (2018).

Graham L.E., Wilcox L.W. (2000). Algae. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. London. 640 pp.

Gümüş E.Y. (2018) Ceyhan Havzası'ndaki Bazı Lentik Ekosistemlerin Fitoplankton Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri. Gaziantep Üniversitesi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 67.s.

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.

Hasırcı S. (2012). Dodurga Baraj Gölü (Boyabat, Sinop) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 106. S.

Hering D, Borja A, Carstensen J, Carvalho L, Elliott M., Feld C K, Solheim A L, Heiskanen A S, Johnson R K, Moe J, Pont D, de Bund W v. (2010). The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future. *Science of the Total Environment*. **408**, 4007–4019.

Horne, A.J., Goldman, C.R. (1994). Limnology. second edition. McGraw-Hill. Newyork Huber-Pestalozzi G, Komirek J., Fott B. (1983). Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales 7.Teil, 1.Hälfte. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1043 pp.

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.

İşbakan B. (1997). Cernek Gölü (Bafra-Samsun) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerinde bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 35.s.

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 pp.

Kalin, M., Cao, Y., Smith, M., Olaveson, M.M. (2001). Development of the phytoplankton community in a pit-lake in relation to water quality changes. *Water Res. Sep*;35(13):3215-25.

Kasaka, E., (2015). Büyük Lota Gölü (Hafik/Sivas)'nün Fitoplankton Toplulukları ve Su Kalitesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi* 36 (2).

Kocataş, A., 2010, Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. 11. Baskı, E.Ü. Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 51, 597 s.

Komarek, J., Anagnostidis, K. (1998). Cyanoprokaryota Chroococcales In: *Susswasserflora 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: Achnanthaceae. 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.

Marchetto, A., Padedda, B. M., Mariani, M. A., Lugliè, A. & Sechi, N. (2009). A numerical index for evaluating phytoplankton response to changes in nutrient levels in deep Mediterranean reservoirs. *Journal of Limnology*, **68**, 106-121.

Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U. (2013). Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.

N.M. Franklin, J.L. Staube, J.S. Markich, P.L. Richard, H. (2000). Dependent Toxicity of Copper and Uranium to a Tropical Freshwater Algae (*Chlorella* sp.), *Aquatic Toxicology*, **48** 275- 289.

Ongun-Sevindik, T., Altundal, E., Küçük, F., (2015). Poyrazlar Gölü (sakarya) Fitoplanktonunun Tür Kompozisyonu *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* **19**(3), 283-290,

ORSAM. (2013). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sınıraşan Sular. Ankara: ORSAM Su Araştırmaları Programı.

Öterler B., Güher H., Kırgız T., Albay M., Çamu-Elipek B. (2016) Spatial And Temporal Distribution Of Phytoplankton In Lake Gala (Edirne, Turkey). *Trakya university Journal of Natural Sciences* **16**(2), 71-80.

Öterler, B. (2016). A short-term study on the phytoplanktonic and epilithic algae of Arda River (Edirne, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **33**(3), 299-306.

Öterler, B., Taş, M., Kırgız, T. (2012). Sazlıdere Deresi’nin (Edirne), Su Kalite Parametreleri ve Algal Florasının Mevsimsel Değişimi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* **5** (1), 49-55.

Özsoy, Seda. Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Prof. Dr. Gürhan FİŞEK, Ankara, 2009, 184 s.

- Öztürk, B. (2013). Alleben Göleti'nin Alg Kompozisyonu Ve Limno-Ekolojik Özellikleri. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 111.s.
- Özyalın, S. (2007). Kemer Baraj Gölü (Aydın) fitoplanktonunun incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 111.s
- Phillips, G., Lyche-Solheim, A., Skjelbred, B., Mischke, U., Drakare, S., Free, G., ... Poikane, S.(2013). A phytoplankton trophic index to assess the status of lakes for the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, **704**, 75–95.
- 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. *Ecol. Model.*, **78**, 129–148.
- 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 pp.
- R.J. Stevenson, M.L. Bothwell, R.L. Lowe, (1996). Algal Ecology Freshwater Benthic Ecosystems, 737, 95-51p.
- Rakocevic, J., Hollert, H. (2005). Phytoplankton community and chlorophyll-a as trophic state indices of Lake Skadar (Montenegro, Balkan). *Environ Sci. and Pollut Res.*, **12**(3), 146-152.
- Reynolds, C.S. (1987). The response of phytoplankton communities to changing lake environments. *Schweiz Z Hydrol.*, **49**, 220-236
- Reynolds, C.S. (2006). The Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Pres. Cambridge, 535 pp.
- Rott E. (1981). Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz Zürich. Hydrology*. **43**, 34–62.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. (1990). The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera. 1-747. Cambridge University Press.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163:688.

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

Sommer, U., Gliwicz, Z.M., Lampert, W., Duncan, A. (1986). The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Archives Hydrobiology*, **106**, 433–471.

Sömek H. (2011). Adıgüzel Baraj Gölü'nün (Güney-Denizli) fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 138. s.

Sömek, H., Balık, S. (2009). Karagöl'ün (Dağ Gölü, İzmir-Türkiye) Alg Florası ve Çevresel Koşullarının Mevsimsel Değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. **26**(2): 121-128

Sömek, H., Balık, S. ve Ustaoglu, M.R. (2005). Topçam Baraj Gölü (Çine-Aydın)Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimleri, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **1**(1): 26-32.

Strategy Document. (2009, Kasım). Plan for Setting up Necessary Administrative Capacities at National, Regional and Local Level and Required Financial Resources for Implementing the Environmental Acquis

Şahin, B. (2016). Küresel Bir Sorun: Su Kıtlığı ve Sanal Su Ticareti. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

Taş B. (2003). Derbent baraj gölü (Bafra, Samsun-Türkiye) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 106.s.

ter Braak, C.J.F. 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*. **191**/2, 155–167.

Ulus H. (2017). Sındırgı Karagöl'ün fitoplankton ekolojisi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 88. s.

UNESCO. 2000. Water Use in the World: Present Situation/Future Needs. Erişim:[<http://webworld.unesco.org/water/ihp/publications/waterway/webpc/pag16.html>] (2018).

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

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.

Wetzel R.G., Likens G.E. (2000). Limnological Analyses. 3rd edition. Springer, Berlin, Germany, 429 pp.

Yıldız F.F., Dişbudak, K., (2006). “AB Su Çerçeve Direktifi ve Havza Yönetimi Yaklaşımı Bağlamında AB ortak Tarım Politikasında Su Yönetimi, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı”, Türk Tarım Dergisi.

Yılmaz N. (2008). Sazlıdere Barajı (İstanbul)’nda Fitoplankton Biyoması Ve BunuEtkileyen Fiziko-kimyasal Faktörlerin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 148.s.