

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



SINDIRGI KARAGÖL'ÜN FİTOPLANKTON EKOLOJİSİ

YÜKSEK LİSANS

HALİME ULUS

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Kemal ÇELİK (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Gülendem TÜMEN

Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU

BALIKESİR, MAYIS - 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

Halime Ulus tarafından hazırlanan "SINDIRGI KARAGÖL'ÜN FİTOPLANKTON EKOLOJİSİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 15.05.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Kemal ÇELİK

.....
.....

Üye
Prof. Dr. Gülendamar TÜMEN

.....
.....

Üye
Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU

.....
.....

Üye
Prof. Dr. Zeliha ERDOĞAN

.....

Üye
Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

SINDIRGI KARAGÖL'ÜN FİTOPLANKTON EKOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HALİME ULUS
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. KEMAL ÇELİK)
BALIKESİR, MAYIS- 2017

Bu araştırmada Ağustos 2015- Mayıs 2016 tarihleri arasında Karagöl'ün fitoplanktonik türlerinin incelenmesi, divizyoların mevsimlere göre değişimlerinin belirlenmesi ve gölün bazı fizikokimyasal parametrelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Gölde Bacillariophyta (46), Chlorophyta (21), Charophyta (15), Euglenophyta (15), Cyanobacteria (6) ve Mioza (1) divizyolarına ait toplam 104 tür saptanmıştır.

Araştırma süresince Bacillariophyta divizyosunun dominant, Chlorophyta divizyosunun ise subdominant olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanında sık rastlanılan türlerin *Hantzschia amphioxys*, *Navicula radiosa*, *Desmodesmus communis*, *Fragilaria constricta* ve *Trachelomonas volvocina* olduğu tespit edilmiştir.

Karagöl'de ortalama su sıcaklığı 18.1°C, çözülmüş oksijen 8,98 mg/L, pH 8.99, Klorofil-a 43.5 µg/L, AKM 0.027 mg/L ve nitrat azotu 0,45 mg/L olup gölün elde edilen değerlerinin SKKY kriterlerine göre kıyaslanması sonucunda su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, nitrat azotu bakımından I. Sınıf, pH bakımından III. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Gölde yapılan inceleme sonucunda göl suyunun fizikokimyasal sonuçlarına bakılarak ve fitoplanktonik organizma yoğunluğunun zengin olmasına bağlı olarak gölün mezotrofik- ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Karagöl, Doğal göl, Fitoplankton, Fiziko- kimyasal parametreler, Klorofil-a, SKKY.

ABSTRACT

PHYTOPLANKTON ECOLOGY OF SINDIRGI KARAGÖL
MSC THESIS
HALIME ULUS
BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
BIOLOGY
(SUPERVISOR: PROF. DR. KEMAL ÇELİK)

BALIKESİR, MAY 2017

The goal of this study is to examine phytoplanktonic species of Karagöl, determine changes in the divisions based on seasons and to assess some physicochemical parameters between August 2015 and May 2016. A total of 104 species belonging to Bacillariophyta (46), Chlorophyta (21), Charophyta (15), Euglenophyta (15), Cyanobacteria (6) and Mioza (1) were determined in the lake.

It was determined that Bacillariophyta division was dominant and Chlorophyta division subdominant during the research period. The most common species were *Hantzschia amphioxys*, *Navicula radiosa*, *Desmodesmus communis*, *Fragilaria constricta* and *Trachelomonas volvocina*.

The average values of the measured parameters were water temperature 18.1 °C, dissolved O₂ 8.98 mg/L, pH 8.99, Chlorophyll-a 43.5 µg/L, Suspended solids 0.027 mg/L, and nitrate nitrogen 0.45 mg/L. This results of this study showed that water quality of the lake was first class based on temperature, dissolved oxygen, nitrate nitrogen and third class based on pH according to the WQCR of Turkey.

As a result of the lake survey, it was determined that the lake was mesotrophic-eutrophic based on the physicochemical parameters and the phytoplankton richness of the lake.

KEYWORDS: Karagöl, Natural lakes, Phytoplankton, Physicochemical parameters, Chlorophyll- a, WQCR.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Bilgiler.....	5
1.2 Önceki Çalışmalar.....	12
2. MATERYAL METOD.....	21
2.1 Çalışma Alanının Tanımı ve Örnekleme Bölgeleri.....	21
2.2 Örnekleme Alanında Yapılan Çalışmalar.....	22
2.3 Örneklerin Laboratuvarda Fiksasyonu.....	23
2.4 Fiziko- Kimyasal Özelliklerin Tespiti.....	23
2.4.1 Askıda Katı Madde (AKM).....	24
2.4.2 Klorofil a Miktarının Tayini.....	24
2.4.3 Örneklerin Teşhisi, Sayımı ve Biyokütle Hesabı.....	25
3. BULGULAR.....	29
3.1 Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	29
3.1.1 Sıcaklık.....	29
3.1.2 pH.....	30
3.1.3 Oksidasyon- Redüksiyon Potansiyeli (ORP).....	30
3.1.4 Turbidite.....	31
3.1.5 Alkalinite.....	32
3.1.6 Klorofil a.....	33
3.1.7 Çözünmüş Oksijen.....	33
3.1.8 Çözünmüş Oksijen Doygunluğu.....	34
3.1.9 Elektriksel İletkenlik (EC).....	35
3.1.10 Askıda Katı Madde (AKM).....	35
3.1.11 Nitrat.....	36
3.1.12 o- Fosfat.....	37
3.1.13 Toplam Organik Karbon.....	37
3.1.14 Silis.....	38
3.2 Biyolojik Parametreler.....	40
3.3 Fitoplanktonun Mevsimlere Göre Değişimi.....	45
3.3.1 Yaz 2015.....	47
3.3.2 Sonbahar 2015.....	48
3.3.3 Kış 2016.....	49
3.3.4 İlkbahar 2016.....	51
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
5. KAYNAKLAR.....	66

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Karagöl'ün uydu görüntüsü.....	21
Şekil 2.2: Örnekleme alanı fotoğrafları.	21
Şekil 2.3: Çalışma alanında çekilmiş fotoğraflar.....	22
Şekil 2.4: Mezürde çökmesi beklenen su örneği.	23
Şekil 3.1: Gölün sıcaklık değerinin (°C) mevsimsel değişimi.....	29
Şekil 3.2: Gölün pH değerinin mevsimsel değişimi.	30
Şekil 3.3: Gölün ORP değerinin mevsimsel değişimi.	31
Şekil 3.4: Gölün turbidite değerinin mevsimsel değişimi.	32
Şekil 3.5: Gölün toplam alkalinite değerinin mevsimsel değişimi.	32
Şekil 3.6: Gölün klorofil- a değerinin mevsimsel değişimi.	33
Şekil 3.7: Gölün çözünmüş oksijen değerinin mevsimsel değişimi.	34
Şekil 3.8: Gölün çözünmüş oksijen doygunluk değerinin mevsimsel değişimi.	34
Şekil 3.9: Gölün elektriksel iletkenlik (EC) değerinin mevsimsel değişimi.	35
Şekil 3.10: Gölün askıda katı madde (AKM) değerinin mevsimsel değişimi.	36
Şekil 3.11: Gölün nitrat değerinin mevsimsel değişimi.	36
Şekil 3.12: Gölün toplam organik karbon değerinin mevsimsel değişimi.....	37
Şekil 3.13: Gölün silis değerinin mevsimsel değişimi.	38
Şekil 3.14: Karagöl'ün fitoplankton kompozisyonu.....	40
Şekil 3.15: Fitoplanktonun toplam hücre yoğunluğu ve biyohacminin mevsimlere göre dağılımı.....	46
Şekil 3.16: Toplam hücre yoğunluğunun divizyolar arasında dağılımı.....	46
Şekil 3.17: Yaz mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.	47
Şekil 3.18: Yaz mevsiminde teşhis edilen taksonların divizyolar arasında dağılımı.....	48
Şekil 3.19: Sonbahar mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.	49
Şekil 3.20: Sonbahar mevsiminde teşhis edilen taksonların divizyolar arasında dağılımı.....	49
Şekil 3.21: Kış mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.	50
Şekil 3.22: Kış mevsiminde teşhis edilen türlerin divizyolar arasında dağılımı. ..	51
Şekil 3.23: İlkbahar mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.	52
Şekil 3.24: İlkbahar mevsiminde teşhis edilen taksonların divizyolar arasında dağılımı.....	52
Şekil 3.25: I. İstasyonun hücresel yoğunluğu ve biyohacminin mevsimler arasında dağılımı.	53
Şekil 3.26: II. İstasyonun hücresel yoğunluğu ve biyohacminin mevsimler arasında dağılımı.	53
Şekil 3.27: III. İstasyonun hücresel yoğunluğu ve biyohacminin mevsimler arasında dağılımı.	54

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Doğal göller ve Baraj gölleri arasındaki farklar.	2
Tablo 1.2: Fonksiyonel grupların özellikleri.....	10
Tablo 2.1: Biyohacim hesaplanması için kullanılan geometrik şekil, formüller ve örnek türler [87].....	27
Tablo 3.1: Karagöl'ün fizikokimyasal parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri.	38
Tablo 3.2: Karagöl'ün fizikokimyasal parametrelerinin mevsimsel ölçüm değerleri.....	39
Tablo 3.3: Karagöl fitoplanktonik tür listesi.	40
Tablo 4.1: Karagöl'ün SKKY kriterlerine göre kalite sınıflarının belirlenmesi. ..	60
Tablo 4.2: Karagöl'ün SKKY ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerine göre ötrofik durumunun belirlenmesi.....	61

SEMBOL LİSTESİ

µm	: Mikrometre
EC	: Elektriksel iletkenlik
L	: Litre
mg	: Miligram
AKM	: Askıda katı madde
Si	: Silisyum
O₂	: Oksijen
ORP	: Oksidasyon- Redüksiyon potansiyeli
C	: Karbon
µs/ cm	: Mikrosiemenssantimetre
mm	: Milimetre
P	: Fosfor
N	: Azot
Ca	: Kalsiyum
mg/ L	: Litrede 1 miligram
cm	: Santimetre
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
CO₂	: Karbondioksit
m	: Metre
ml	: Mililitre
Na	: Sodyum

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında engin bilgilerini ve yardımlarını sunan danışman hocam Prof. Dr. Kemal ÇELİK'e, laboratuvarında bulunan materyalleri her koşulda kullanmama izin veren Yrd. Doç. Dr. Alp ALPER hocama, su analiz sonuçlarına ulaşmamda yardımcı olan Kimya Mühendisi Hande Yavuz'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarımnda her zaman yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Feray ÖZ ve Mahide BALABAN'a, su numunelerini alabilmek amacıyla arazi alanına ulaşmımı sağlayan arkadaşım Orkan METİN'e ve eniştem Ali Bingül'e ve tez sürecimin başından bu yana desteğini ve sevgisini eksik etmeyen İdris DEMİRCAN'a çok teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca sabır ve fedakarlıklarını asla esirgemeyen, maddi manevi beni her zaman destekleyen, sevgilerini bir an olsun eksik etmeyen babam Halit Ulus'a, annem Hamide ULUS'a ve kardeşim Veysel ULUS'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Su kendisine ait özellikleriyle, dünyadaki doğal kaynakların en özgün olanını temsil eder. Canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için metabolik faaliyetlerde kullandıkları esas maddelerden biri olan su, canlının hayatının devamı açısından gereklidir. [1] Yani yeryüzünde yaşamın devam etmesi, canlıların yapısal bileşeni olan su ile mümkün olmaktadır ve suda başlamış olan hayat, susuz bir hayatın olamayacağı düşüncesiyle yine su ile devam etmektedir. [2]

Suyun canlılar açısından önemi insan vücudunun %70'nin sudan oluşmasıyla başlar. Dünyanın %71'i sularla kaplıdır ve bu suların da %99'u deniz suyudur. Geriye kalan %1'lik oranda ise tatlı su bulunmaktadır. [3] Göller ve baraj gölleri tatlı su miktarını büyük oranda sağlamasından dolayı özel ekosistemler olarak kabul edilmektedir. [4] Dünyanın 1\50'sini iç sular dediğimiz nehir, göl, gölet, yapay göl ve yer altı suları oluşturmaktadır. Aynı zamanda coğrafik özelliklerinden dolayı ülkemizde 120'den fazla doğal göl bulunmaktadır. [5]

Belirli bir havzayı kapsayan ve denizlerle doğrudan ilişkisi olmayan durgun su kütesine göl denilmektedir. Göllerin oluşumunda etkili olan faktör "buzul faaliyetleri" olarak kabul edilmiştir. [2] Buzulların erimesi ve geri çekilmesiyle yer kabuğundaki çukurluklarda su kütleleri birikmiş ve zamanla gölleri oluşturmuştur. İç (volkanik faaliyetler, yer kaymaları) ve dış (rüzgar ve yağışlar) kuvvetlerinin etkisiyle oluşan çukurluklarda suların birikmesiyle oluşan doğal göller meydana gelmiştir. Doğal göller; volkanik göller, tektonik göller, buzul göller, karstik göller ve set gölleri şeklinde sınıflandırılmıştır. [6]

Göller denizlere göre daha küçük boyutta olmalarından ve karalar içinde yer almalarından dolayı çevreden kaynaklı olan değişimlerden çok hızlı etkilenirler. Buna bağlı olarak da buldukları alana ve iklim şartlarına göre zengin tür çeşitliliği gösterirler. [4]

Ülkemizin su kaynağı açısından çok fazla potansiyele sahip olduğu söylenemediği gibi her geçen gün su kullanımını artmaktadır. [7] Bu kullanım içme suyu, evsel, endüstriyel, tarımsal, taşımacılık, balıkçılık, turizm ve rekreasyonel etkinlikler gibi çok farklı alanlarda olmaktadır. [8] Bu yüzden kirlilik oranı yükselmekte, su arıtımı yetersiz kalmakta ve kullanılabilir iç su potansiyeli de günden güne azalmaktadır. Bu nedenle hayatımızda, pek çok faaliyetimizde ihtiyaç duyulan su ve su kaynaklarının kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir. [7]

Su ortamında meydana gelen değişiklikler akarsularda yaşayan flora ve faunaları da etkisi altına almaktadır. Bu özellik sayesinde suda yaşayan canlılar kullanılarak akarsuyun kalite basamaklarının belirlenmesi mümkündür. [9]

Akarsu ortamlarının verimliliğini anlayabilmek için ilk önce plankton zenginliğine, daha sonra planktonların nitel ve nicel kompozisyonlarına bakılması gerekmektedir. [10]

Doğal göller, baraj gölleri ile bazı benzer özellikler gösterebilir de fiziksel, kimyasal ya da biyolojik özellikler açısından kendilerine ait özellikleri de olan sucul sistemlerdir. [11] Baraj gölleri sulama yapmak, içme suyu sağlamak, elektrik enerjisi üretmek ve taşkınları önlemek amacıyla nehirlerin dar olan kısımlarında setler yaparak inşa edilirken; Doğal göllerin oluşumunda buzul çağında görülen 'buzul faaliyetleri' ve iklim etkili olmaktadır. [2] Aşağıdaki tablo 1.1' de Doğal göl ve baraj gölü ekosistemlerinin farklılıkları verilmiştir. [12]

Tablo 1.1: Doğal göller ve Baraj gölleri arasındaki farklar.

Özellikler	Baraj Gölleri	Doğal Göller
Coğrafik Dağılım	Genellikle Güney yarıkürede ve buzul alanlarından uzak yerlerde bulunur.	Sıklıkla Kuzey yarıkürede ve buzul alanlarına yakın yerlerde bulunur.
İklim	Yağış seviyesi genellikle düşük miktarda, buharlaşma seviyesi yüksek ya da yağış seviyesinden yüksektir.	Yağış seviyesi genellikle buharlaşma kaybından fazladır.
Drenaj havzaları	Göl sahası drenaj havza sahasına göre dardır. (100:1-300:1)	Göl sahası drenaj havza sahasına göre geniştir. (10:1)

Tablo 1.1: (Devam).

Kıyasal gelişim	Büyük, karasızdır.	Kısmen az, kararlıdır.
Su seviyesindeki dalgalanmalar	Fazla, düzensizdir.	Seyrek, kararlıdır.
Termal tabakalaşma	Değişebilir, sistemsiz; geçiş alanları genellikle sığ yapıdadır.	Doğal rejime uygundur, çoğunlukla monomiktik ya da dimiktiktir.
İçeriye akış	Giriş çoğunlukla nehir kolları sayesinde olur. Eski nehir yatağınca akış işlemi olur. Durgun haldeki suya girişim komplektir.	Giriş küçük nehir kolları sayesinde gerçekleşir. Durgun suya girişim az ve düzensizdir.
Dışarıya akış	Su kullanıldığı için çok düzensizdir. Boşaltma işlemi yüzey ya da hipolimniyon tabakasından olur.	Nispeten düzenli ve yüzey dendir.
Sediment girişi	Drenaj havza sahasından dolayı yüksektir, delta alanları büyük ve geçiş hızı fazladır.	Oldukça düşüktür, deltalar küçük, geçiş ise yavaştır.
Su sıcaklıkları	Güney iklim bölgelerinde daha fazla olmasına rağmen baraj göllerinde de biraz yüksektir.	Kuzey iklimlerinde yoğun olmasına rağmen çoğunlukla düşük seviyelerdedir.
Çözünmüş oksijen	Sıcaklığın yüksek seviyelere ulaştığı dönemlerde genellikle daha düşük seviyelerdedir. Su giriş çıkışından dolayı yatay değişkenlik olabildiğince fazladır; metalimnetik oksijen azalmaları, artışlarından yaygındır.	Sıcaklığın düşük seviyelere ulaştığı zamanlarda yüksek seviyelerdedir, yatay yönde değişkenlik az olup metalimnetik oksijen artışları yaygındır.
Dış kaynaklı besin girişi	Geniş drenaj sahası, pek çok insan faaliyetleri ve fazla su seviyesi değişimlerinden dolayı çoğunlukla daha yüksek, değişebilir ve genellikle öngörülemez.	Değişebilir ancak kısmen öngörülebilir, besin girişleri littoral bölgedeki biyojeokimyasal etkileşimler sonucunda olur.
Fitoplankton	Belirgin bir yatay derecelenme olup hacimsel primer üretim üst bölgelerden baraj yönüne doğru ilerler, bölgesel primer üretim kısmen yatay şekilde sabit olup ışık ve inorganik besin sınırlaması baskındır.	Dikey ve mevsime bağlı derecelenme hakim olup yatay derecelenme az, ışık ve inorganik besin sınırlaması baskındır.

Su kaynakları yalnızca yaşamsal faaliyetler için kullanılmaz, aynı zamanda canlıların birçoğuna da ev sahipliği yapar. Deniz ve göl ortamındaki canlıların bir kısmı hayatlarına bir plankton olarak başlayıp daha sonra larva veya ergin olarak planktonik gruplar içerisinde yer alırlar. [13]

Plankton yunanca “gezen, dolaşan, sürüklenen” anlamına gelen planktos kelimesinden köken almış olup ilk defa Oseanograf Victor Hensen tarafından kullanılmıştır. 1887 yılında Hensen planktonu deniz suyunda dalga veya diğer akıntılar sayesinde yer değiştiren çok küçük cansız maddelerle, mikroskobik bitki ve hayvanlardan oluşan bir topluluk olarak tanımlamıştır. Ancak bugün bu tanım seston olarak adlandırılmıştır. Sestonun; mikroskobik bitki ve hayvanlardan oluşan kısmına plankton, cansız parçacıklardan oluşan kısmına tripton denilmektedir. [5]

Günümüzde plankton; pelajik bölgede yaşayan, hareket organları olsa dahi kısıtlı şekilde yüzen, suda pasif olarak sürüklenen ya da askıda kalan çok küçük bitkisel ya da hayvansal organizmalar şeklinde tanımlanmaktadır. Planktonların çok küçük ve tek hücreli olarak bilinmelerine rağmen bazı hayvanların larvaları, denizanaları hatta kopmuş olan yosunlar bile plankton olarak kabul edilmektedir.

Plankton, boyutlarına, popülasyonu oluşturan türlerin birey sayılarına, ışık sevmeye özelliklerine, şekillerine, biyolojik ve topografik özelliklerine, yaşadığı ortama, kökenine, vertikal veya horizontal dağılımlarına göre sınıflandırılır.

Boyutlarına göre; Pikoplankton ($<2\mu\text{m}$), Ultraplankton ($2-5\mu\text{m}$), Nanoplankton ($5-20\mu\text{m}$), Mikropilankton ($20\mu\text{m}-2\text{mm}$), Makropilankton ($2\text{mm}-2\text{cm}$), Micronekton ($>2\text{cm}$) olarak altı gruba ayrılır. Türlerin birey sayılarına göre; Monotonus plankton, Privalent plankton, Polimiktik plankton, Pantomiktik plankton olarak dört gruba ayrılır. Işık sevmeye özelliklerine göre; Faeoplankton, Knefoplankton ve skataplankton olarak üç'e ayrılır. Şekillerine göre; Diskoplankton, Rabdoplankton, Fizoplankton ve Ketoplankton olarak dört'e ayrılır. Biyolojik özelliklerine göre; Fitoplankton (bitkisel) ve Zooplankton (hayvansal) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Topografik özelliklerine göre; Neritik plankton ve Oseanik plankton olarak ikiye ayrılırlar. [2] Yaşadığı ortama göre; Limnoplankton, Potamoplankton, Heleoplankton, Haliplankton, Hypalmiyooplankton olarak beş gruba ayrılır. Kökenine göre; otojenik, allojenik, öplankton, pseudoplankton, Holoplankton, Metaplankton olarak altı gruba ayrılır. [5] Plankton için tüm bu sınıflandırmalar kullanılmasına rağmen en sık biyolojik özellikleri ve büyüklükleri kullanılmaktadır.

1.1 Genel Bilgiler

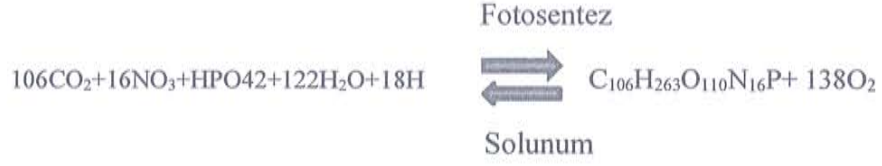
Karasal ortamda primer üretimi gerçekleştiren organizmalar klorofil maddesi içeren büyük yapıdaki bitkiler iken, bu görevi sucul ortamlarda fitoplankton üstlenir. [13] Fitoplankton pelajik bölgede yaşamını sürdüren bitkisel canlıların oluşturduğu topluluktur. Fitoplanktonun büyük bir kısmını tek hücreli ve bazı çok hücreli algler oluşturur. [14]

Alg'ler, göl ekosistemlerinin üyeleri içerisinde zengin biyolojik çeşitliliğe sahip en önemli sınıfı temsil etmektedirler. Bunun sebebi, Alg'lerin mikroskobik boyuttaki organizmalardan balıklara ve oradan da insana kadar uzanan besin zincirinde ilk sırada yer almasıdır. Yerküre üzerinde suların kapladığı alan gözönüne alınır, belki de bu özellikleri ile Alg'ler dünya çapındaki toplam primer üretimin yarısından fazlasını karşılamakta olup, sucul canlıların büyük bir kısmı bu üretime bağımlıdır. [15] Dolayısıyla, besin zincirindeki organizmaların miktar ya da çeşit yönünden değişikliğe uğraması, piramidin üst basamağındaki canlı gruplarını etkiler. [16]

Göl sisteminde besin zincirinin birincil halkasını fitoplanktonik organizmalar, ikincil halkasını zooplanktonik organizmalar oluşturur. [17] Fitoplankton besin zincirinin birincil halkası olması nedeniyle sistemde kilit rol oynamaktadır. [7,18]

Bütün fitoplanktonik organizmalar klorofil ve karoten pigmentlerini içerirler. Bu sayede fotosentez işlemini gerçekleştirirler. Bazı fitoplanktonik canlılar başlıca dinoflagellatlar gibi, geçici olarak heterotroftir. Bunlar organik partikülleri çözülmüş organik maddelerden üretirler. [19] Fitoplanktonik canlılar besin zincirinde inorganik maddeden organik maddeyi üreten primer üreticilerdir. Fotosentez sırasında H_2O ve CO_2 den organik maddeyi üretmek için ışıktan gelen enerjiyi kullanırlar. Daha sonra su moleküllerinin parçalanmasıyla son ürün olan O_2 serbest hale geçer. Organik maddenin oluşumu dolaylı yoldan diğer plankterler için besin tabanını meydana getirir ve O_2 'nin serbest kalmasıyla da diğer canlıların solunum ihtiyacını karşılarlar. [20] Böylece su ortamındaki besin değerinin ve çözülmüş oksijen oranının artmasını sağlarlar. [21]

Genel fotosentez ve solunum denklemi:



Fitoplanktonun besin zincirindeki temel rolü, primer tüketicilerden olan zooplanktona protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineral tuzları sağlamaktır. [22]

Algler, primer üretim gerçekleştirmelerinden dolayı dünyadaki toplam karbon fiksasyonunda büyük öneme sahiptir. Denizlerde oluşan fotosentez dünyadaki toplam karbon fiksasyonuna %35, göller ve akarsularda oluşan fotosentez ise %8 oranında katkıda bulunmaktadır. Ayrıca serbest azotun tespit edilmesinde heterosist yapısındaki mavi-yeşil alg türleri rol oynamaktadır. Atmosferdeki karbondioksit miktarının kontrolünde fitoplanktonlar rol oynarlar. Aynı zamanda atmosferin oksijeninin %50'sinden fazlası algler tarafından üretilmektedir. [21]

Dünyada çok fazla alan kaplayan okyanus ve denizlerde bulunan fitoplanktonik organizmalar, denizel primer üretimin %95'ini oluşturur. Dünyada okyanuslardaki fitoplanktondan kaynaklanan primer üretimin yaklaşık 20×10^9 ton/yıl olduğu ve bu üretimin %25'inin diatomlar tarafından üretildiği tahmin edilmektedir. [23] Fitoplankton tüm dünya ki fotosentezin %40-55'ini gerçekleştirir. [24]

Besin zincirinin en alt basamağını oluşturan fitoplankton, sucul ekosistemdeki rolleri ve üst düzeyde diğer canlılar ile ilişkileri açısından büyük önem taşımaktadırlar. [24] Bu nedenle akuatik sistemlerde herhangi bir değişim meydana geldiğinde hızlı tepki vermeleri ve fazla etkilenmelerinden dolayı kirliliğin ya da trofik seviyelerin belirlenmesinde kriter olmaktadır. [16, 25, 26] Fitoplankton kompozisyonu birçok araştırmacı tarafından göllerin trofik durumu, verimlilik oranı, besin düzeyi, su kalitesi ve su kirliliği tespiti için indikatör olarak kullanılır. [25, 27]

Fitoplankton genellikle küçük boyutta olmalarından dolayı mikroalg olarak isimlendirilir. Mikroalglerin bazı fitoplanktonik türleri uygun şartlar altında suda

patlama yaşarlar. Bu mikroalgler toksik maddeler üreterek suyun kalitesini düşürür. Sonuç olarak suda yaşayan omurgasızların ve balıkların ölümüne ve akuatik ekosistemdeki enerji akışında bir düşüşe sebep olur. Mikroalg türleri tarafından üretilen biyotik maddeler özellikle içme suyu rezervlerinde bulunursa insan sağlığına da zarar verir. [28]

Algler sistematik olarak kara yosunları, eğrelti otları, liken ve mantar ile birlikte tohumuz (çiçeksiz) bitkiler olarak isimlendirilen Kriptogamae sınıfında yer alırlar. [29] Çiçeksiz bitkilerin geniş bir sınıfını temsil eden algler, gerçek kök, gövde, yaprak gibi organlar şeklinde özelleşmemiş "tallus" adı verilen vücut kısımlarına sahip, yapısında klorofil bulunduran, sporlu bitkilerdir. Algler fotosentetik canlı olmaları sebebiyle su katmanının daha çok ışığı iyi aldığı üst taraflarında dağılım gösterirler. [30]

Bilim insanları fitoplanktonun hücre yapılarını, hayat döngülerini ve biyokimyasını dikkate alarak sınıflandırmıştır. Fitoplanktonun teşhis edilmesinde karakteristik olan özellikleri yani hücre çeperi, müsülaj katmanlar, kloroplast, depo materyali, flagella, hücre kofulları ve hücre şekilleri kullanılmaktadır. [31] Fitoplanktonik organizmalar; diatom (Bacillariophyceae), yeşil alger (Chlorophyceae), silikoflagellatlar (Chrysophyceae), dinoflagellatlar (Dinophyceae), euglenoid flagellatlar (Euglenophyceae), mavi-yeşil alger (Cyanophyceae) ve coccolithophor (Prymnesiophyceae) sınıflarından oluşur. [13]

Algler morfolojik olarak da çok çeşitlilik göstermektedir. Bir hücreli ya da kolonial formlardan ipliksi, sifonuzsu tallus yapısı gösteren ya da parankimatik dokulu formlara kadar pek çok biçimde olabilirler. [29, 32] Sucul ortamda serbest halde bulunabildikleri gibi, epifitik, epizoik ve epilitik şekilde bitkilere, hayvanlara ve kayalara tutunur vaziyette veya epipelik, episammik olarak kum ve silt gibi tortu ile birlikte bulunabilirler. [15]

Alglerde prokaryotik ve eukaryotik olmak üzere iki tip hücre yapısı bulunmaktadır. Prokaryotik yapıları alglerde hücrenin çekirdeği bulunmaz ve çekirdek materyali sitoplazmaya yayılmıştır. Eukaryotik yapıları alglerde ise hücrenin çekirdeği düzenli ve belirgin şekildedir. [14]

Çekirdek zarla çevrilmiş nükleoplazma, kromozom ve nükleustan oluşan genetik bir organeldir. İçerisinde kalıtım materyali olan DNA'yı bulundurur. Alglerin hücreleri genellikle 1 nükleuslu olmasına rağmen bazı çok hücreli olanlarında 5 ya da daha fazla nükleus bulunur. Çekirdek şekil, pozisyon ve büyüklük açısından değişiklik gösterir. [14, 29]

Hücre duvarı hücrenin sitoplazmasını saran yapıdır. Saf ya da karışık karbonhidratlar olan selüloz ya da pektinden oluşur. Hücre duvarı bazı gruplarda ise tamamen silisleşmiştir. Yapısında mineral madde olarak $CaCO_3$, Fe ve kitin bulunabilir. Çeper genellikle iki tabakadan oluşur. [14, 29]

Sitoplazma plazma zarı ile çekirdek arasında bulunan renksiz, yarı sıvı ve diğer organellere yastık görevi gören canlı bir maddedir. Canlılık için gerekli olan tüm faaliyetler bu organelde meydana gelir. [14, 29]

Plastid çift zarlı bir organel olmasından dolayı sadece eukaryotik yapıdaki alglerde bulunur. Lökoplast, kromoplast ve kloroplast olmak üzere üç çeşidi vardır. [14, 29]

Fitoplanktonik organizmaların birçoğunda aktif hareket etmek için özelleşmiş olan flagella (kamçı) bulunur. Morfolojik olarak alglerde akronematik (düz kamçı) ve pantonematik (süslü kamçı) olmak üzere iki tip kamçı vardır. Kamçıların şekli, sayısı ve hücreden çıkış yeri türün özelliğine göre değişir. [14, 29]

Üreme bireylerin yaşamının sona ermesine rağmen türün devamını garanti altına alan biyolojik bir olaydır. Üreme canlıların çeşitli yollarla sayılarını arttırmasını sağlar. Organizasyon düzeyi ilerledikçe üremeden sorumlu olan özel hücreler veya organlar ortaya çıkar. Bu farklılaşma, canlının yaşamını sürdürdüğü ortama ve organizasyon düzeyine göre çeşitli döllenme biçimleri ve üreme sistemlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Alglerde eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki çeşit üreme görülür. [29] Eşeysiz üreme kendi içerisinde de farklı gruplara ayrılır. Hücre uygun büyüklüğe ulaştığında mitoz bölünme sonucu ikiye ayrılır ve yeni oluşan hücreler yeni bir birey gibi davranır. Aynı zamanda özel üreme hücreleri olan sporlar ile gerçekleşmektedir. Sporlar zor ortam şartlarında oldukça dayanıklı yapıya sahiptir. Uygun koşullar oluştuğunda açılır ve yeni bireyler olarak gelişim gösterirler. [14]

Ana gövdeden bir parçanın kopmasıyla yeni bireylerin meydana gelmesi ise vejetatif çoğalma ile meydana gelir ve bu çoğalma algler arasında çok yaygın olup gruplara göre değişik yollarla olur. [29, 32]

Fitoplanktonun mevsimsel olarak değişim göstermesi iyi araştırılmış olan bir olgudur ve bu mekanizmayı tamamlayan birçok araştırma bulunmaktadır. [30] Buna bağlı olarak fitoplankton kompozisyonları her yıl önemli değişimlerin etkisi altındadır. [33] Farklı mevsimlerde hangi faktörlerin mevsimsel değişimde etkili olduğunun bilinebilmesi amacıyla araştırma alanının uzun süre incelenmesi gerekir. [34]

Fitoplankton toplulukları ışık, sıcaklık, su karışımları, herbivor ve besleyici element gibi biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisi altındadır. [33, 35] Maksimum fitoplanktona ulaşabilmek için optimum ışık, optimum sıcaklık değerleri ve azot, fosfor, silis gibi ana besin tuzlarının yeterli olması gerekir. [30] Göllerde fosfor ve azot gerekli uygun miktarlarda olduğunda verimliliği artırırken, belirli düzeyin üzerine çıktığında ötrofikasyona sebep olup zararlı etkilere yol açar. [33, 36] Ötrofikasyon olayı sucul ekosistemin bozulmasını hızlandıran, fitoplankton ve makrofit biyokütlesini artıran son zamanların en önemli su kalitesi sorunları içerisinde yer almaktadır. [37] Ötrofikasyon bir kez başladıktan sonra gölde bulunan besin elementlerinin girişi tamamen engellense dahi ötrofikasyonun olumsuz sonuçları (bulanıklığın artması, dip kısımda gazların açığa çıkması, alg patlaması vb.) uzun süre devam eder. [38] Bu durum ekosistemi ve antropojenik su kullanımını etkiler. [39] Aşırı fitoplankton üremeleri son yıllarda daha yaygın bir şekilde araştırılıp rapor edilmektedir. İlginç olan kısım, 5000'e yakın fitoplankton türünden yalnızca %2'sinin zehirli ya da zararlı olmasına rağmen, ekosistem üzerinde fazla etkili olabilmeleridir. [40]

Fitoplankton ile ilgili yapılan sistematik düzenlemelerde fonksiyonel gruplar, bu grupların habitatları, toleransları, hassasiyetleri ve tipik temsilcileri belirlenmiştir. [41]

Tablo 1.2: Fonksiyonel grupların özellikleri.

GRUP	HABİTAT	TEMSİLCİLERİ	TOLERANS	HASSASİYET
A	Temiz, genellikle iyi karışmış, dip kısmı fakir göller	<i>Urosolenia</i> <i>Cyclotella glomerata</i>	Besin azlığı	pH yükselişi
B	Dikey şekilde karışan, mezotrofik küçük-orta göller	<i>Aulacoseira islandica</i>	Işık azlığı	pH yükselişi, Silisyum yetersizliği
C	Karışan, ötrofik Küçük -orta göller	<i>Asterionella formosa</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Stephanodiscus rotula</i>	Işık ve C azlığı	Silisyum yetersizliği
D	Derinliği az, turbiditeli sular ve nehirler	<i>Synedra acus</i> <i>Nitzschia spp.</i> <i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Taşkın	Besin azlığı
N	Mezotrofik epilimniyon	<i>Tabellaria spp.</i> <i>Cosmarium</i> <i>Staurodesmus</i>	Besin eksikliği	pH yükselişi ve katmanlaşma
P	Ötrofik epilimniyon	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Aulocoseira granulata</i> <i>Closterium aciculare</i>	Az ışık ve C yetersizliği, Optimum besin değeri altında	Katmanlaşma ve Silisyum azlığı
T	Derin, iyi karışmış epilimniyon	<i>Binuclearia</i> <i>Mougeotia</i> <i>Tribonema</i>	Işık azlığı	Besin eksikliği
S1	Turbiditeye sahip karışan katmanlar	<i>Planktothrix agardii</i> <i>Limnithrix redekei</i> <i>Pseudoanabaena</i>	Yüksek ışık azlığı	Taşkın
S2	Derinliği az, turbiditeye sahip karışan katmanlar	<i>Spirulina</i> <i>Arthrospira</i> <i>Raphidiopsis</i>	Işık azlığı	Taşkın
S _N	Sıcak ve birbirine karışabilen sular	<i>Cylindrospermopsis</i> <i>Anabaena minutissima</i> <i>Synechococcus</i>	Işık ve azot yetersizliği	Taşkın
Z	Temiz, karışan katmanlar	<i>Synechococcus</i> Prokaryotik pikoplankton	Az besin	Işık azlığı
X3	Derinliği az, temiz, iyi karışmış tabakalar	<i>Chrysococcus</i> Ökaryotik pikoplankton	Düşük tabanlı durumlar	Düzensiz

Tablo 1.2: (Devam).

X2	Mezotrofik göllerde derinliği düşük, iyi karışan katmanlar	<i>Plagioselmis</i> <i>Chrysochromulina</i>	Katmanlaşma	Düzensiz, Filtre beslenme
X1	Verimli şartlarda derinliği az karışmış katmanlar	<i>Chlorella</i> <i>Ankyra</i> <i>Monoraphidium</i>	Katmanlaşma	Besin eksikliği, Filtre beslenme
Y	Çoğunlukla küçük verimli göller	<i>Cryptomonas</i>	Az ışık	Fagotrof
E	Çoğunlukla heterotrofik ve oligotrofik tabanlı göller	<i>Dinobryon</i> <i>Synura</i>	Besin azlığı	Karbondioksit yetersizliği
F	Temiz epilimnion	Kolonial <i>Chlorophyta</i> <i>Botryococcus</i> <i>Pseudosphaerocystis</i> <i>Coenochloris</i> <i>Oocystis lacustris</i>	Besin azlığı, Fazla bulanıklık	Karbondioksit eksikliği
G	Kısa, besin yönünden verimli su kolonları	<i>Eudorina</i> <i>Volvox</i>	Fazla ışık	Besin yetersizliği
J	Derinliği az, verimli göller, havuz ve nehirler	<i>Pediastrum</i> <i>Coelastrum</i> <i>Scenedesmus</i>	-	Düşük ışıkta yerleşim gösterme
K	Kısa, besin yönünden verimli su kolonları	<i>Aphanothece</i> <i>Aphanocapsa</i>	-	Derin karışma
H1	Dinitrojen fikse eden	<i>Anabaena flos-aquae</i> <i>Aphanizomenon</i>	Az ışık, Az N, Az C	Karışma, Zayıf ışık, Düşük fosfor
H2	Mezotrofik yapıdaki büyük göl sistemlerinde dinitrojen sabitleyen	<i>Anabaena lemmermanni</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i>	Az seviyede N	Karışma, Yetersiz ışık
U	Yaz epilimniyonu	<i>Uroglena</i>	Besin azlığı	CO ₂ eksikliği
Lo	Mezotrofik yapıdaki göllerde yaz epilimniyonu	<i>Peridinium</i> <i>Woronichinia</i> <i>Merismopedia</i>	Ayrılmış besinler	Taban karışımı

Tablo 1.2: (Devam).

L_M	Ötrofik yapıdaki göllerde yaz epilimniyonu	<i>Ceratium</i> <i>Microcystis</i>	Çok az seviyede C	Düzensiz, Düşük katmanlaşma
M	Başlangıç seviyesine yakın enlemdaki küçük ötrofik göllerin karışan katmanları	<i>Microcystis</i> <i>Sphaerocavum</i>	Şiddetli güneş süresi	Taşkın, az ışık
R	Mezotrofik katmanlaşmış göllerin metalimniyonu	<i>Planktothrix rubescens</i> <i>Planktothrix mougeotii</i>	Az ışık, Yüksek ayırım	Kararsızlık
V	Ötrofik tabakalaşmış göllerin metalimniyonu	<i>Chromatium</i> <i>Chlorobium</i>	Çok az ışık, Yüksek ayırım	Düzensiz
W₁	Küçük organik göller	<i>Euglenoids</i> <i>Synura</i> <i>Gonium</i>	Yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı	Grazing
W₂	Derinliği az mezotrofik göl sistemleri	<i>Trachelomonas</i>	-	-
Q	Humik yapısında küçük göller	<i>Gonyostomum</i>	-	-

Planktonik canlıların biyolojileri ve ekolojilerinin dışında yetiştiriciliği üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artmasından dolayı besin ihtiyacını karşılamak ve protein eksikliğini gidermek için deniz ve tatlı sulardaki su ürünleri fazla miktarlarda avlanmaktadır. Mevcut besin kaynağının su içinde fazla oranda bulunması sucul canlıların önemini daha da artırmıştır. [13]

1.2 Önceki Çalışmalar

Çelekli, Obalı ve Külköylüoğlu [42], iki vertikal ve üç kıyasal istasyondan almış oldukları örnekler sonucunda toplamda 162 fitoplankton türünü Abant

Gölü'nde (Bolu-Türkiye) tespit etmişlerdir. Tespit edilen türlerden *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg, *Cryptomonas ovata* Ehrenberg ve *Ceratium hirundinella* (Müller) Dujardin tüm istasyonlarda her ay sıklıkla görülürken, geri kalan türler özel mevsimsellik göstermiştir. Gölün fitoplankton zenginliğinin %58,6'sı Chlorophyta divizyonuna aittir. Türkiye algal florası için Abant Gölü fitoplankton kompozisyonu çok sayıda yeni takson içermiştir.

Çelekli ve Külköylüoğlu [43], Abant Gölü diyatome florasını belirlemek amacıyla aylık olarak iki vertikal ve üç kıyasal istasyondan örnekler almış olup toplam 123 diyatome taksonunu tanımlamıştır. *Asterionella formosa* Hassall, *Cymbella silesiaca* Bleisch, *C. cistula* Kirchner, *Fragilaria biceps* (Kützing) Lange-Bertalot, *F. dilata* (Brebisson) Lange-Bertalot, *Navicula radiosa* Kützing ve *Rhopalodia gibba* Müller gibi türler her ay tüm istasyonlarda görülmüş olup aylık diyatome tür sayısı da değişkenlik göstermiştir.

Şahin [44], Aygır ve Balıklı göllerinde alg florasını kalitatif olarak incelemiştir. Balıklı gölü florasında Bacillariophyta (34), Cyanobacteria (7), Euglenophyta (1) ve Chlorophyta (29)'ya ait olmak üzere toplam 71 tür tespit edilmiş olup bu sayı Aygır gölünde Bacillariophyta (26), Cyanobacteria (4), Euglenophyta (1) ve Chlorophyta (17) olmak üzere toplam 48 tür olmuştur. Her iki gölün tür kompozisyonu birbirine benzemekte olup floranın ana türleri Desmidiiales üyeleridir.

Aysel ve diğ. [45], Barutçu Gölü'nün (Selçuk, İzmir) makro- ve mikro-algleri üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırmada Bacillariophyta (86 taxa; 12'si yeni kayıt), Chlorophyta (58 takson; 13'ü yeni kayıt), Cyanobacteria (23 taxa; biri yeni kayıt), Euglenophyta (12 taxa; 5'i yeni kayıt), Xanthophyta (5 taxa; 3'ü yeni kayıt), Chrysophyta (2 taxa; 1'i yeni kayıt), Dinophyta (2 taxa; 1'i yeni kayıt) ve Cryptophyta (1 taxa)'ya ait 189 taxa tespit edilmiştir. Türkiye tatlı su algleri için toplam 36 takson ilk kez verilmiştir.

Kolaylı ve Şahin [46], Karagöl'ün bentik alg kompozisyonundaki mevsimsel değişimleri incelemiştir. Alg florası Cyanobacteria, Euglenophyta, Chrysophyta ve Chlorophyta divizyonlarına ait toplam 38 taksondan oluşmuştur. Araştırma boyunca Chlorophyta yoğunluk ve tür sayısı bakımından baskın olmuştur. Örnekleme istasyonlarındaki alglerin kompozisyonunun mevsimsel olarak dağılım oranlarının ve baskın türlerin birbirinden farklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Kasaka [47], Büyük Lota Gölü'nün su kalitesini ve fitoplankton topluluklarını incelemiştir. Bu araştırmalarda 29 tanesi Chlorophyta (%37,2), 28 tanesi Bacillariophyta (%35,9), 13 tanesi Cyanobacteria (%16,7), 3 tanesi Pyrrophyta (%3,8), 1 tanesi Euglenophyta (%1,3) ve 1 tanesi Xanthophyta (%1,3) divizyonlarına ait toplam 78 takson tespit etmiştir. Büyük Lota Gölü biyolojik ve kimyasal özellikleri bakımından oligo-mezotrofik karakter göstermiştir.

Aktan ve diğ. [48], Büyükçekmece Gölü'ndeki fitoplankton türlerinin yoğunluklarında ve boyutlarında meydana gelen mevsimsel değişimi ve bu değişimde etkili olan çevresel faktörleri açığa çıkarmışlardır. İncelemeler sonucunda sekiz farklı divizyona ait toplam 78 taxa belirlemişlerdir. Bacillariophyta ve Chlorophyta en çok tür sayısına sahip divizyonlar olarak bulunmuş olup, Cryptophyta divizyonundan *Plagioselmis nannoplanctica* (Skuja) Novarino, Lucas et Morrall ve *Cryptomonas sp.* yoğunluk ve biyokütle bakımından oldukça yüksek değerlere ulaşmışlardır. *P. nannoplanctica* toplam fitoplankton biyokütlesine katkıda bulunan başlıca tür olarak kaydedilmiştir.

Akbulut ve Yıldız [49], araştırmalarında Çıldır Gölü'nün planktonik diyatom florasını belirlemiştir. Florada 94 takson teşhis edilmiş olup *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Aulacoseria granulata* (Ehrenb.) Simosen, *Melosira varians* C. Agardh ve *Navicula Bory* spp. taksonları baskın ve bol olarak bulunmuştur. Gölün diyatom florası tür zenginliği açısından çeşitlilik göstermiştir.

Şahin [50], Dağbaşı Gölü'nün epipelik ve epilitik alg florasını kalitatif olarak incelemiştir. Alg florasında Bacillariophyta (53), Chlorophyta (31), Cyanobacteria (15) ve Euglenophyta (4) divizyonlarına ait toplamda 103 tür teşhis etmiştir.

Coşkun ve Ertan [8], Eğirdir gölünün fiziko-kimyasal özelliklerini ve fitoplanktonik organizmaların aylık olarak dağılımlarını araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda Bacillariophyta (43), Chlorophyta (20), Charophyta (18), Cyanobacteria (13), Dinophyta (5), Euglenozoa (3) ve Ochrophyta (2)'dan toplam 104 takson belirlemişlerdir. Fitoplankton florasının divizyona göre dağılımını %41 Bacillariophyta, %19 Chlorophyta, %13 Cyanobacteria, %17 Charophyta, %5 Dinophyta, %3 Euglenozoa ve %2 Ochrophyta olarak bulmuşlardır. Bacillariophyta divizyonunu takson ve birey sayısı bakımından daha baskın olduğunu belirlemişlerdir.

Çağlar ve Pala [51], Araştırma boyunca epifitik diyatomelere ait 14 takson, episammik diyatomelere ait toplam 24 takson teşhis etmişlerdir. Epifitik diyatomeler içerisinde dikkat çeken türler *Amphora ovalis*, *Diatoma vulgare* ve *Ulnaria ulna* iken; episammik diyatomelerde dikkat çeken türler *Navicula salinarum*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia linearis* ve *Cyclotella comta* olarak bulmuşlardır. Ayrıca epifitik ve episammik diyatomeler arasındaki benzerlik oranını %26 ve %30 gibi değerler olduğunu görmüşlerdir.

Öterler ve diğ. [52], Gala Gölü'nden alınan örneklerde fitoplanktonun belirlenmesiyle birlikte bazı fiziksel ve kimyasal analizleri de belirlemişlerdir. Araştırma boyunca 5 bölüme ait toplam 112 taxa gözlemlemişlerdir. En fazla tür sayısının Chlorophyta (47) divizyonuna ait olduğunu ve en çok hücre sayısına sahip grubun Diatomlar olduğunu belirlemişlerdir. Mevsimsel süksesyonlarda hangi divizyonların hakim olduğunu tespit etmişlerdir.

Taş ve Çetin [53], Gököl'ün bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir ve bunun sonucunda asidik özellikte, çözünmüş oksijen içeriği az, iletkenliği yüksek, çok sert su özelliğine sahip, mineral ve besleyici element konsantrasyonları yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Çelekli ve diğ. [54], Gököl Gölü'nde fitoplankton kompozisyonunu incelemişlerdir ve 152 takson tanımlamışlardır. Bu taksonların %61,8'i Chlorophyta, %12,5'i Euglenophyta, %10,5'i Cyanoprokaryota, %5,3'ü Pyrrophyta, %4,6'sı Chrysophyta, %3,9'u Cryptophyta, %0,7'si Xanthophyta ve %0,7'si Prasinophyta bölümlerine aittir. Tür zenginliği fazla olan cinsler Spirogyra ve Scenedesmus olduğunu belirlemişlerdir. *Gonium pectorale* Müller, *Polytoma cylindraceum* Pasher 1927, *Provasoliella ovata* (Jacobsen) Loeblich ve *Anabaena crassa* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg) gibi bazı türler Bolu bölgesi için yeni teşhis edilmiştir.

Çelekli [55], Gököl Gölü'nün net diatom florasını belirlemek için çalışmalar yapmıştır. Çalışmalar boyunca Naviculaceae (%48,7), Fragilariceae (%16,8), Surirellaceae (%11,8) ve Bacillariaceae (%6,7) sınıflarına ait toplam 119 diyatome belirlemiştir. *Asterionella formosa* Hassall, *Aulacoseria granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Cyclotella praetermis* Lund, *Cymbella cistula* Kirchner, *Fragilaria biceps* (Kützinger) Lange-Bertalot, *F. crotonensis* Kitton, *F. dilata* (Brebisson) Lange-

Bertalot, *Navicula radiosa* Kützing ve *Nitzschia sigmoidae* (Nitzsch) Smith gibi bazı türleri her ay tüm istasyonlarda görmüştür.

Kılınç [56], Hafik Gölü'nün Fitoplankton kompozisyonundaki mevsimsel değişimleri araştırmıştır. Gölde en fazla bulunan alg grupları olarak Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanobacteria'yı bulmuştur. Chrysophyta, Cryptophyta, Dinophyta ve Euglenophyta divizyolarını daha az sayılarda bulmuştur. Diğer diyatomelere göre *Cyclotella meneghiniana* Kuetz ve *Cyclotella ocelata* Pant. daha fazla bulmuştur. Diyatomelerden sonra en fazla bulunan grubun Chlorophyta olduğunu ve *Chlamydomonas*, *Oocystis* ve *Scenedesmus*'un bu divizyoyu temsil eden başlıca türler olduklarını saptamıştır.

Kılınç ve Sıvacı [57], Tödürge ve Hafik Gölü'nün diatome florasını kalitatif olarak araştırmışlardır. Hafik gölünde 25 cins'e ait 94 taxa, Tödürge Gölü'nde 21 cins'e ait 53 taxa tespit etmişlerdir. İki gölde de *Cymbella* Agardh, *Navicula* Bory ve *Nitzschia* Hassall cinslerinin en zengin tür sayısına sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Gezerler- Şipal ve diğ. [58], İkizgöl'ün mikro ve makro algleri üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırmada Cyanobacteria (17), Euglenophyta (8), Chlorophyta (34), Xanthophyta (1), Dinophyta (2), Bacillariophyta (46) ve Chrysophyta (2)'ya ait toplam 110 takson tespit edilmiştir.

Kalyoncu [9], araştırmada Isparta deresinin fiziko-kimyasal analiz sonuçları ve epilitik diyatomeleri belirlemiştir. Çalışmalar sonucunda toplamda 87 takson tespit etmiştir.

Metin ve Cirik [59], İzmir körfezindeki fitoplankton kompozisyonunu kantitatif olarak değişimlerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda tüm istasyonlarda diatomun baskın olduğunu gözlemlemiş olup *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve'un çoğaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Dinoflagellata'dan *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid türünü yeni kayıt olarak tayin etmişlerdir.

Kıvrak [37], Karamuk gölü fitoplankton komunitesi ve fitoplankton kompozisyonunun mevsimsel değişimini etkileyen çevresel faktörleri incelemiştir. Araştırma sürecinde Cyanobacteria, Myzozoa, Ochrophyta, Euglenophyta, Chlorophyta ve Charophyta bölümlerine ait toplam 89 takson belirlemiştir. Ötrofik

ve hipertrofik göllerin karakteristik özelliği olan Cyanobacteria'nın aşırı çoğalmasını gözlemlemiştir.

Kasaka [60], Küçük Lota Gölü'nün fitoplankton kompozisyonunu ve fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek için bu çalışmayı yapmıştır. Çalışma sürecinde toplam 119 takson teşhis etmiş olup bunların 41 tanesini Bacillariophyta (%34,6), 38 tanesini Chlorophyta (%32,7), 23 tanesini Cyanobacteria (%19,3), 7 tanesini Pyrrophyta (%5,9), 4 tanesini Cryptophyta (%3,4), 4 tanesini Euglenophyta (%3,4) ve 2 tanesini Xanthophyta (%1,7) grupları oluşturmuştur. Gölün yıllık ortalama sıcaklığını 16,9 °C, çözünmüş oksijenini 6,8 mg/l, pH'ını 8,4, toplam fosfat değerini 56,2 µg/l ve klorofil a değerini 1,3 µg/l olarak tespit etmiştir.

Aysel ve diğ. [61], Bu çalışmada Laka Deresi'nin makro ve mikro algleri üzerine çalışma yapmışlardır. Toplam da 67 takson tespit etmişlerdir ve Bacillariophyta (25), Chlorophyta (20), Cyanobacteria (17) ve Euglenophyta (5) şeklinde dağılım gösterdiğini belirlemişlerdir.

Yerli ve diğ. [62], Mogan Gölü'nün fiziko- kimyasal özellikleri, klorofil a değerleri ve fitoplankton komunitası bakımından araştırma yapmışlardır. Gölün fitoplankton komunitasında Chlorophyta ve Cyanobacteria'nın birlikte baskın olduğunu belirlemişlerdir. *Merismopedia minima*, *Microcystis aeruginosa*, *Sphaerocystis Schroeteri* ve *Dictyosphaerium pulchellum* gibi bazı türlerin sıcak dönemde baskın olduğunu görmüşlerdir.

Gürbüz ve Altınar [63], Palandöken Göleti'nin fitoplankton kompozisyonunu nitel ve nicel olarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda 99 takson tespit etmişlerdir. Bu tespitlerde Bacillariophyta (%79), Chlorophyta (%10), Cyanophyta (%6), Euglenophyta (%5)'yi oranında bulmuşlardır.

Gürbüz ve diğ. [64], Bu çalışmada Porsuk Göleti'nin bentik alglerinin kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimleri incelemişlerdir. Göletin bentik alg kompozisyonunda Bacillariophyta diviziyosuna ait alglerin baskın olduğunu belirlemişlerdir. Alg topluluğunda toplam 109 taxa belirlenmiş olup %61'ini Bacillariophyta, %22'ni Chlorophyta, %11'ini Cyanobacteria ve %6'sını Euglenophyta üyelerinin oluşturduğunu belirlemişlerdir. Toplulukta, *Navicula*

salinarum Grun., *Cymbella ventricosa* Kütz., *Synedra demerarae* Grun., *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Smith gibi bazı türlere bol olarak rastlamışlardır.

Gürbüz ve diğ. [65], Porsuk Göleti'nin fitoplankton kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Bu araştırma sürecinde Bacillariophyta %81, Chlorophyta %19, Cyanobacteria %6 ve Euglenophyta %4 divizyolarını belirlemiş olup toplam 87 taxa tespit etmişlerdir. Fitoplankton kompozisyonunda *Melosira granulata* var. *angustissima* Müll., *Cyclotella ocellata* Pant., *Fragilaria vaucheria* (Kütz.) Baye Peter, *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith, *Synedra ulna* (Nitzsc.) Ehr. ve *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg gibi türleri dominant olarak bulmuşlardır.

Ongun- Sevindik ve diğ. [66], bu çalışmalarında Poyrazlar Gölü fitoplanktonunu tespit etmeye çalışmışlardır. Araştırma boyunca, 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 tespit etmişlerdir. Tür çeşitliliği bakımından Chlorophyta ve Ochrophyta divizyolarının baskın çıktığını görmüşlerdir.

Şahin ve diğ. [67], Balık Gölü'nün epipelik alglerinin kompozisyonunu ve çeşitliliğini araştırmışlardır. Toplam da 39 takson tespit etmişlerdir ve epipelik alg florasında göze en çok çarpan türlerin *Cyclotella meneghiniana*, *Craticula cuspidata*, *Closterium strigosum*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* ve *Amphora ovalis* olduklarını belirlemişlerdir.

Kıvrak ve Gürbüz [68], Tortum Gölü'nün bentik alglerinin kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimlerini incelemişlerdir. Bu araştırmada *Navicula capitata* var. *hungarica* (Grunow) Ross, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Cymbella affinis* Kütz., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow, *Nitzschia sublinearis* Hust, *Cyclotella krammeri* Håk., *Merismopedia elegans* A. Braun gibi bazı epipelik türleri alg florasında baskın olarak belirlemişlerdir. Yaz başında ve sonbaharda epipelik florada artış gözlemlemişlerdir.

Sıvacı ve diğ. [69], Tödürge Gölü'nün epilitik diyatome florasının kompozisyonunu ve yoğunluğunun mevsimsel değişimini incelemişler ve karşılaştırmışlardır. Tödürge gölündeki florayı öncelikle *Cymbella*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Achnanthes* ve *Fragilaria* genusuna ait türlerin oluşturduğunu bulmuşlardır. Çalışma sürecinde tüm istasyonlarda baskın olarak *Cymbella affinis* Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* Ehr., *Achnanthidium minutissimum* Kütz. Czar., *Amphora commutata* Grunow, *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Bréb., *Mastogloia braunii* Grunow gibi türleri tespit etmişlerdir.

Karacaoğlu ve diğ. [70], Uluabat Gölü'nde bulunan fitoplanktonik alg florasını incelemişlerdir. İncelemeler sonucunda Uluabat Gölü fitoplanktonunda 152'si Bacillariophyta, 89'u Chlorophyta 42'si Cyanobacteria, 31'i Euglenophyta, 11'i Dinophyta, 4'ü Cryptophyta ve 2'si Chrysophyta divizyonlarına ait 331 takson tespit etmişlerdir. Tespit ettikleri taksonların büyük bir kısmının geniş coğrafik yayılış gösterdiğini ancak bazı taksonların Türkiye'de nadir tespit edilen taksonlar olduğunu belirlemişlerdir.

Şahin [71], Uzungöl'ün bentik alg topluluklarının kompozisyonunu ve epipelik alglerin mevsimsel değişimini incelemiştir. Araştırma sonucunda bentik alg florasında baskın olan alg grubunu Bacillariophyta olarak belirlemiştir. En yaygın epipelik taksonlar ise *Amphora ovalis* Kütz. (Cymbellaceae), *Ceratoneis arcus* Kütz. (Fragilariaceae), *Cymbella minuta* Hilse ex Rabh. (Cymbellaceae), *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Grun. ve *N. radiosa* Kütz. (Naviculaceae) olarak teşhis etmiştir.

Sömek ve Ustaoglu [72], Batı Anadolu'nun dağlık alanlarında yer alan Saklıgöl, Karagöl, Gökçeova Göleti, Kartal Gölü olmak üzere 4 gölden fitoplankton örneklemeleri yapmışlardır. Yapılan incelemeler sonucunda, Cyanobacteria (5), Bacillariophyta (22), Ochrophyta (3), Chlorophyta (16), Charophyta (6), Miozoa (3) ve Euglenophyta (4) divizyonlarına dahil 59 takson teşhis etmişlerdir. Saklıgöl'den 23, Gökçeova Göleti'nden 26, Kartal Göl'ünden 21 ve Karagöl'den 24 fitoplankton taksonu saptamışlardır.

Atıcı ve Obalı [73], Benzer özellikler taşıyan Yedigöller ve Abant gölü fitoplanktonunu oluşturan alg gruplarının mevsimsel değişimini ve klorofil-a değerlerini incelemişlerdir. Yedigöller'de toplam 62 taxa, Abant gölünde ise 68 taxa

teşhis etmişlerdir. Her iki çalışma alanında da Bacillariophyta üyelerinin genel olarak baskın olduğunu belirlemişlerdir. Klorofil-a değerlerinin mevsimsel değişimlerinin her iki ortamda da aynı dönemlerde benzerlik gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Yılmaz ve Aykulu [25], Sapanca Gölü'nde yaptıkları araştırmada Bacillariophyta (30), Chlorophyta (12), Cyanobacteria (5), Euglenophyta (3), Dinophyta (2), Chrysophyta (1) ve Cryptophyta (1) divizyonlarına ait toplam 54 fitoplankton türü tespit etmişlerdir.

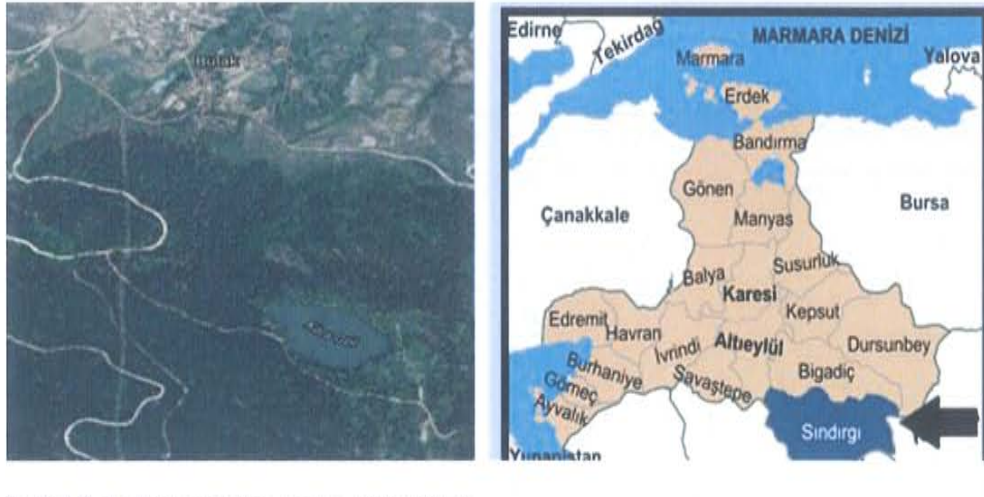
Koçer ve Şen [74], Hazar Gölü'nde yapılan çalışmada yüksek sıcaklık değerinin görüldüğü Mayıs ve Eylül aylarında *Epithemia*, *Rhopalodia*, *Cocconeis* ve *Cyclotella* cinslerini, erken ilkbahar ve geç sonbahar dönemlerinde sıcaklık ve pH ile olan ilişkisinden dolayı *Cymbella* cinsini baskın olarak tespit etmişlerdir.

Yapılan tüm bu araştırmalara bakılacak olunursa ülkemizde pek çok doğal gölde fitoplanktonik organizmalar üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma, Balıkesir ili Sındırgı ilçesine bağlı olan Karagöl'ün fitoplankton ekolojisi ve genel limnolojik durumu hakkında bilgi edinebilmeyi ve karşılaştırma yapmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın doğal göllerdeki planktonik alg florasının tespit edilmesine, ekolojisinin belirlenmesine ve Türkiye alg florasını belirleme çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. "Karagöl'ün Fitoplankton Ekolojisi" konulu tez çalışması gölde mevcut olan fitoplankton topluluğunu tespit etmek ve fitoplanktonu etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörleri belirlemek amacıyla yapılan daha önce hiç çalışılmamış özgün bir araştırma konusudur.

2. MATERYAL METOD

2.1 Çalışma Alanının Tanımı ve Örneklemeye Bölgeleri

Çalışma alanını oluşturan Karagöl, Balıkesir ili Sındırgı ilçesine 45 km uzaklıkta Bulak mahallesinde yer almaktadır (39°09'518" Kuzey ve 28°30'646" Doğu). Rakım 581 metre olup gölün çapı 297 m ve 231 m olan elips şekline sahiptir. Maksimum derinlik 4 metredir ve gölün zemini büyük taşlardan ve çamurdan meydana gelmiştir.



Şekil 2.1: Karagöl'ün uydu görüntüsü.



Şekil 2.2: Örneklemeye alanı fotoğrafları.

2.2 Örnekleme Alanında Yapılan alışmalar

Ağustos 2015 ile Mayıs 2016 tarihleri arasında, bir yıl süreyle yürütülen örnekleme dönemi boyunca her mevsim olmak üzere toplam 4 kez örnekleme yapılmıştır. Her rnekleme döneminde gl üzerinde belirlenmiş olan 3 ayrı istasyonda suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri olan pH, znms oksijen, sıcaklık, % oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik (EC), bulanıklık ve oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) inceleme alanında llmştir. Fitoplanktonun teşhisi için ihtiyaç duyulan su örnekleri plankton kepçesi yardımı ile horizontal çekim yöntemiyle toplanmıştır. Toplanan su örnekleri ağzı kapalı şişelere konularak içerisine %4 formaldehit damlatılıp laboratuvara getirilmiştir. rneklemeler fitoplankton yoğunluğunun çok olduğu nispeten yüksek sıcaklık değerine ulaşılan Ağustos, Kasım, Ocak ve Mayıs aylarında yapılmıştır.



şekil 2.3: Çalışma alanında çekilmiş fotoğraflar.

2.3 Örneklerin Laboratuvarında Fiksasyonu

Şişelere alınan örneklerdeki organizmaların homojen dağılımının sağlanabilmesi için şişeler çalkalanıp 50 ml'si dereceli mezürlere konulmuştur. Su mezür içerisinde 24 saat çökme işleminin gerçekleşmesi için bekletilmiştir. Çökme işlemi olduktan sonra mezür içerisindeki ihtiyaç duyulmayan 45 ml su pipet yardımıyla ortamdaki uzaklaştırılmış ve geriye kalan 5 ml su ise mikroskobik incelemeler için küçük şişelere konulmuştur.



Şekil 2.4: Mezürde çökmesi beklenen su örneği.

2.4 Fiziko- Kimyasal Özelliklerin Tespiti

Sıcaklık ve oksijen doygunluğu Hach HQ40d 2100P model portatif ölçüm cihazı ile pH, elektrik iletkenlik değeri, oksidasyon – redüksiyon potansiyeli ve turbidite YSI 650 MDS model çok sensörlü cihaz ile örnek alma esnasında ölçülmüştür.

2.4.1 Askıda Katı Madde (AKM)

Dönemsel olarak her istasyondan alınan su örneklerinin askıda katı madde yoğunlukları ölçülmüştür. Örnek sulardan iyi karıştırılmış şekilde alınan 1000 ml su daha önce etüvde kurutulmuş ve ağırlığı bilinen filtreden süzme aparatı yardımı ile süzdürülmüştür. Filtrenin üst kısmında kalan çökelti, 103°C'de 24 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra filtre kağıdı tekrar tartılmıştır ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilen formüle uygulanarak askıda katı madde konsantrasyonu belirlenmiştir.

$$\text{Askıda Katı Madde (AKM) mg/L: } \frac{(A-B) \times 1000}{V (ml)}$$

A: Filtre kâğıdı + kuru kalıntının tartımı (mg),

B: Filtre kâğıdının tartımı (mg),

V: Numune hacmi (ml).

2.4.2 Klorofil a Miktarının Tayini

Klorofiller, fotosentez yapan organizmaların kloroplastlarında var olan yeşil pigmentlerdir. Klorofil a, bütün bitkilerde ana pigment maddesi olarak mevcut bulunmaktadır. Tüm planktonik alglerdeki kuru maddelerin ağırlık olarak %1-2'sini klorofil a oluşturduğundan, alg biyoması tahminlerinde bir gösterge olarak kullanılır. Klorofil a derişimi ışık geçirgenliğiyle ilgili olarak bir göldeki trofik seviyeyi gösteren önemli bir indeks olup bu indeks biyoması ifade etmekte kullanılmaktadır. [76]

Fitoplanktonu etkileyen çevresel faktörler bu canlılardaki klorofil a miktarını da etkilemektedir. Etkilenmeye sebep olan faktörler sıcaklık, ışık ve besleyici elementlerin miktarıdır. Yapılan birçok çalışma fitoplankton yoğunluğunu ve dolaylı

olarak klorofil a ve primer üretim seviyelerini en fazla etkileyen faktörün sıcaklık olduğunu ortaya çıkarmıştır. [77]

Klorofil a tayini, bir litrelik su örneklerinin süzüldeğü filtre kağıtlarının kavanoz içerisine konulup içerisine 10 ml %90'lık aseton koyulup 1 gece bekletilmesiyle başlar. Daha sonra pipet yardımıyla ektrat alınarak spektrofotometre küvetine aktarılır. Asit damlatılmadan önce 663, 665, 750 nm dalga boylarında, Hach Lange DR6000 model spektrofotometre cihazında absorbans değeri ölçülür. Küvet içerisine 0.01 ml hidroklorik asit (HCl) damlatılarak tekrar 663, 665, 750 nm dalga boylarında absorbansları belirlenir. Absorbans değeri kullanılarak mg/L'deki klorofil a (Ca) konsantrasyonu aşğıdaki formülden hesaplanmıştır. [78]

$$Ca = 11.6 D_{663} - 1.31 D_{665} - 0.14 D_{750}$$

Pigment konsantrasyonu (mg/m³) aşğıda bulunan eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil a (mg/m}^3\text{)} = (C) \cdot (Va) / (Vc)$$

(Va) : Aseton çözeltisi miktarı

(C) : Birinci eşitlikten elde edilen değeri

(Vc) : Suyun orijinal hacmi

2.4.3 Örneklerin Teşhisi, Sayımı ve Biyokütle Hesabı

Fitoplanktonun teşhisi ve sayımı su immersiyon objektifine ve faz kontrast sistemine sahip Olympus BX51 marka mikroskopta Palmer- Maloney plankton sayım kamerasının yardımıyla yapılmıştır. Fitoplanktonun teşhisi için Husted [79], Geitler [80], Huber- Pestalozzi [81,82], Bourrelly [83,84], Jensen [85] teşhis anahtarlarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sayılan organizmaların ml'deki yoğunluğunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Fitoplankton sayısı (adet/ ml)} = \frac{(C) \times (KA)}{(A) \times (D) \times (F)}$$

C = Sayım sonucu belirlenen organizma sayısı (adet),

KA = Sayım hücresinin dip alanı (mm²),

F = Sayım yapılan saha sayısı (adet),

A = Mikroskop görüş sahasının alanı (mm²),

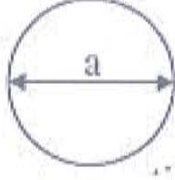
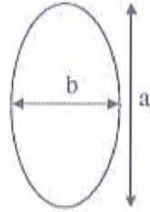
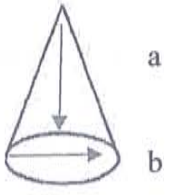
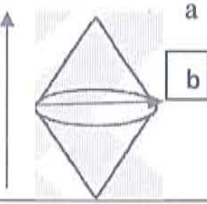
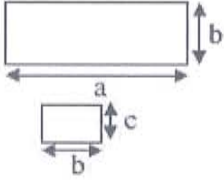
V = Çöktürülen örnek hacmi (ml)'dir.

Farklı türlerden hatta aynı türün farklı gelişim koşullarından dolayı mevsimlik değişimlerden kaynaklanan farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle hücresel biyokütle değerlendirmesi, hücresel biyohacim (biyovolüm) kullanılarak hesaplanıp daha sonra biyokütleyle çevrilmiştir. [86]

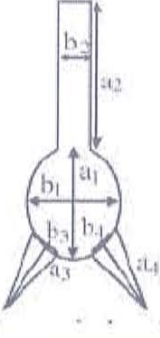
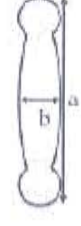
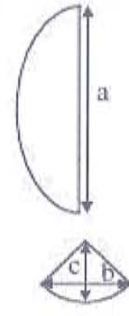
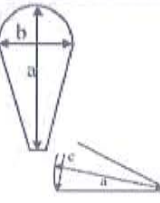
Hücre hacimlerinin belirlenmesinde geometrik şekiller hücre şekillerine benzetilerek hesaplanmıştır. Geometrik şekilden hesaplanan hacim ile mililitredeki yoğunluk çarpılarak her türün biyohacmi hesaplanmış sonra da türün litrede biyohacmi bulunmuştur.

Biyokütle, her türün yoğunluğu 1 kabul edilerek ve $10^6 \mu\text{m}^3/\text{L} = 1 \mu\text{g}/\text{L}$ eşitliği uygulanarak biyovolümden hesaplanmıştır. [87]

Tablo 2.1: Biyohacim hesaplanması için kullanılan geometrik şekil, formüller ve örnek türler [87].

Şekil adı	Geometrik şekil	Hacim formülü	Örnek Türler
Küre		$V = \frac{\pi}{6} \times a^3$	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Crucigeniella apiculata</i> ✓ <i>Gomphosphaeria</i> sp. ✓ <i>Anabeana</i> sp.
Ellipsoid		$V = \frac{\pi}{6} \times b^2 \times a$	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Trachelomonas caudata</i> ✓ <i>Peridinium</i> sp. ✓ <i>Botryococcus braunii</i> ✓ <i>Cocconeis placentula</i> ✓ <i>Phacus tortus</i>
Koni		$V = \frac{\pi}{12} \times a \times b^2$	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Monoraphidium contortum</i> ✓ <i>Actinastrum hantzschii</i>
Çiftli Koni		$V = \frac{\pi}{12} \times a \times b^2$	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Spiraulax</i> sp
Dikdörtgen		$V = a \times b \times c$	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Asterionella</i> sp. ✓ <i>Synedra</i> sp. ✓ <i>Merismopedia</i> sp. ✓ <i>Epithemia zebra</i> var. <i>saxonica</i>

Tablo 2.1: (Devam).

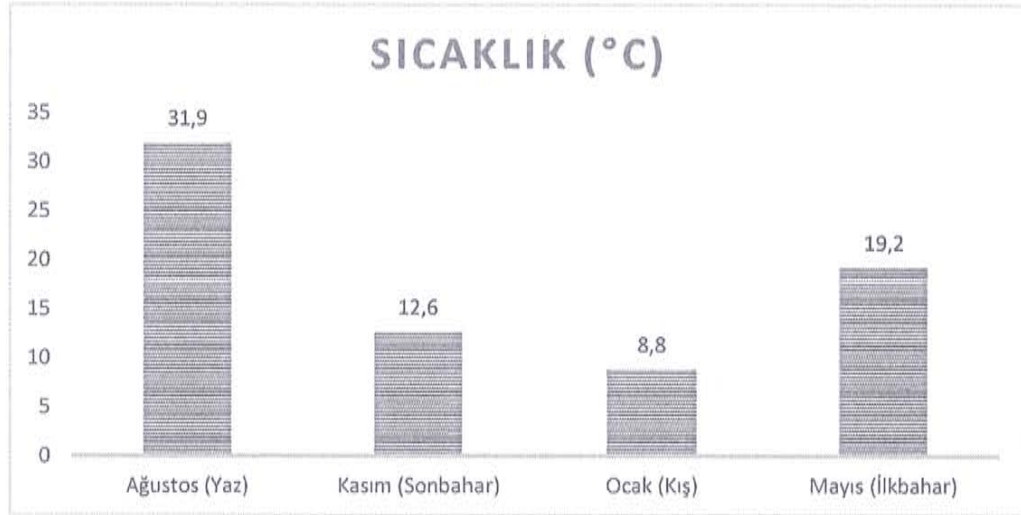
<p>Silindir Çift Tabanlı Elipsoit</p>		$V = \frac{\pi}{4} \times a_2 \times b_2^2 + \frac{\pi(a_3 + a_4)b_2^2}{12} + \frac{\pi \times a_1 \times b_1 \times b_2}{6}$	<p>✓ Staurastrum sp.</p>
<p>İki Ucu Elipsli Silindir</p>		$V = \frac{\pi}{4} \times a \times b \times c$	<p>✓ Caloneis sp.</p>
<p>Cymbelloid</p>		$V = \frac{2}{3} \cdot a \cdot c^2 \cdot a \sin\left(\frac{b}{2c}\right)$	<p>✓ Cymbella sp. ✓ Amphora ovalis ✓ Epithemia sp. ✓ Rhopalodia gibba</p>
<p>Gomphonemoid</p>		$V \approx \frac{a \times b}{4} \times \left[a + \left(\frac{\pi}{4} - 1 \right) \times b \right] \times a \sin\left(\frac{c}{2a}\right)$	<p>✓ Gomphonem a constrictum</p>

3. BULGULAR

3.1 Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

3.1.1 Sıcaklık

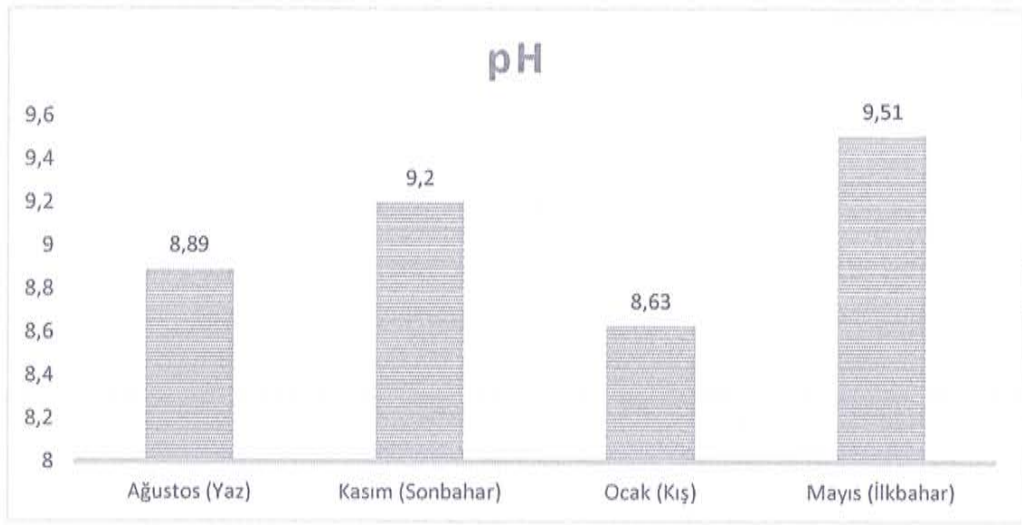
Suların ısınması, yüzeyden esen rüzgarların sebep olduğu kinetik enerjinin ısı haline dönüşmesine, güneşten gelen birçok radyasyonun sular tarafından absorbe edilmesine ve rakıma bağlıdır. [75] Gölde araştırma boyunca en yüksek su sıcaklığı Ağustos 2015 tarihinde 31,9°C, en düşük su sıcaklığı Ocak 2016 tarihinde 8,8°C olarak ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklığı 18,1°C olmuştur. İlkbahar- Yaz döneminde artan su sıcaklığı sonbahar dönemiyle azalmaya başlamıştır.



Şekil 3.1: Gölün sıcaklık değerinin (°C) mevsimsel değişimi.

3.1.2 pH

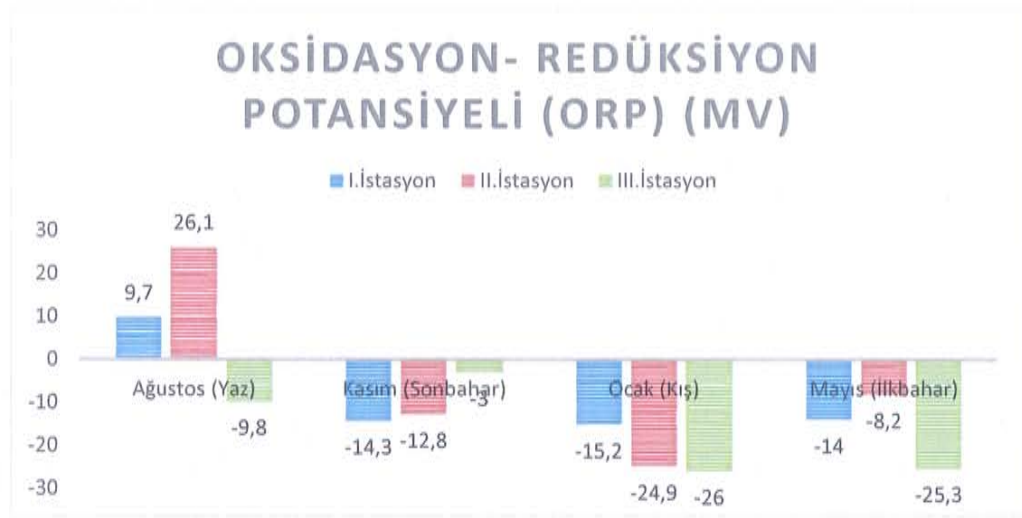
Karagöl'de çalışma süresince en yüksek pH değeri Mayıs 2016 tarihinde 9,51, en düşük pH değeri Ocak 2016 tarihinde 8,63 olduğu belirlenmiştir. Yıl boyunca ortalama pH değeri 8,99 olarak belirlenmiştir. Ağustos ile Kasım arasında pH değerinde artış meydana gelirken Ocak ayında azalma olup Mayıs ayında tekrar artış olmaya başlamıştır.



Şekil 3.2: Gölün pH değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.3 Oksidasyon- Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

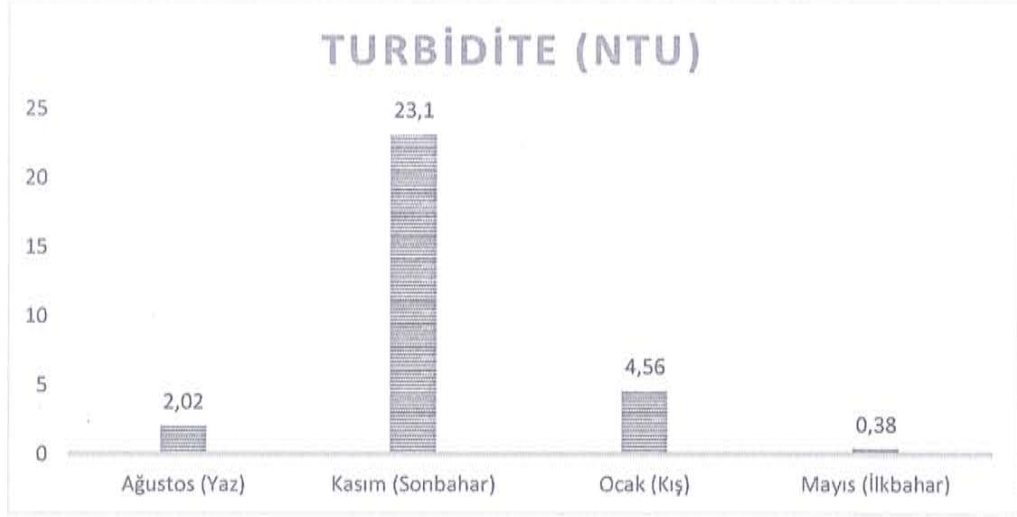
Karagöl'de çalışma boyunca ölçülen en yüksek ORP değerinin Ağustos 2015 tarihinde 26,1 mV ile ikinci istasyonda, en düşük ORP değerinin ise Ocak 2016 tarihinde -26,0 mV ile üçüncü istasyonda olduğu belirlenmiştir. Gölün Ağustos 2015-Mayıs 2016 tarihleri arasında ortalama ORP değerinin -9,80 mV olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.3: Gölün ORP değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.4 Turbidite

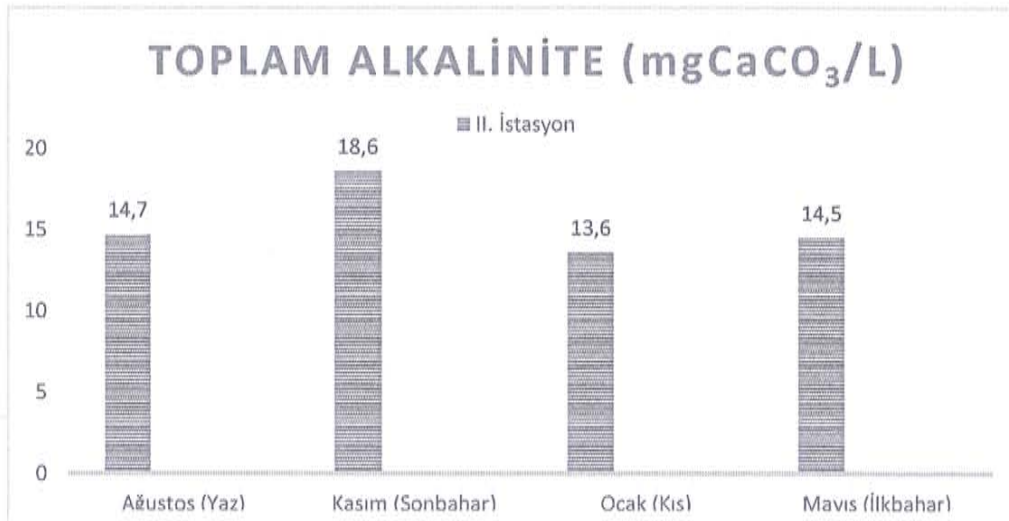
Süspansiyon halde madde bulunduran sular bulanıktır. Turbidite optik özellik (ışık) şiddetinin azalmasına neden olur. Böylece ototrof bitkilerin produktivitesini düşürmek ile birlikte ışık olmadan yaşamını sürdüremeyen organizmaların da ölümüne neden olur. [75] Karagöl’de araştırma boyunca en yüksek turbidite değeri Kasım 2015 tarihinde 23,10 NTU, en düşük turbidite değeri ise Mayıs 2016 tarihinde 0,38 NTU olarak belirlenmiştir. Ortalama turbidite değeri 7,5 NTU olarak bulunmuştur.



Şekil 3.4: Gölün turbidite değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.5 Alkalinite

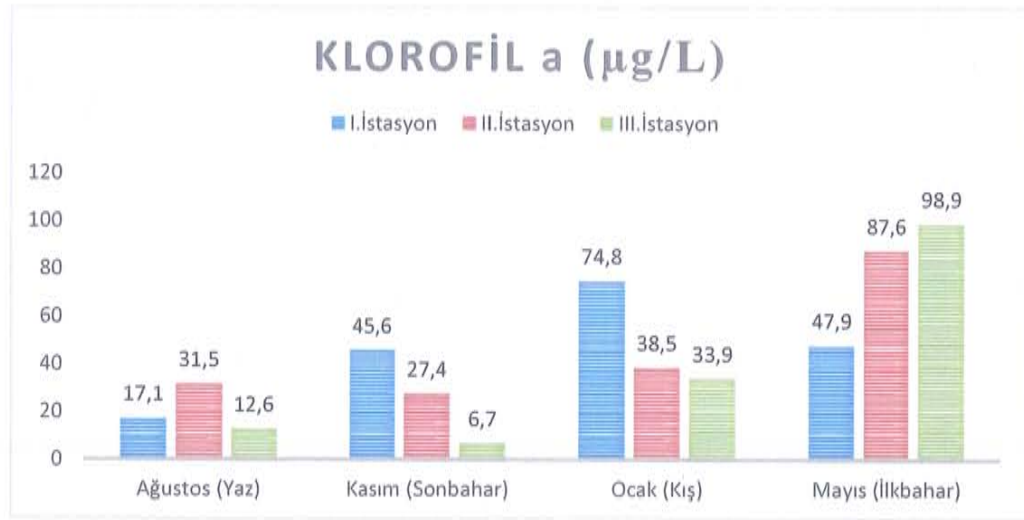
Suyun yapısında bulunan bileşiklerin yoğunluğunu ve suyun asit kabul etme kapasitesini ifade etmektedir. Düşük alkalinite değerine sahip olan sularda düşük tampon kapasitesi görülmektedir. Böylece bu sular pH'da meydana gelen değişimlere karşı hassaslaşır. Araştırma alanında en yüksek alkalinite Kasım 2015 tarihinde, en düşük alkalinite Ocak 2016 tarihinde ölçülmüştür. Ortalama alkalinite değeri $15,35 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 3.5: Gölün toplam alkalinite değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.6 Klorofil a

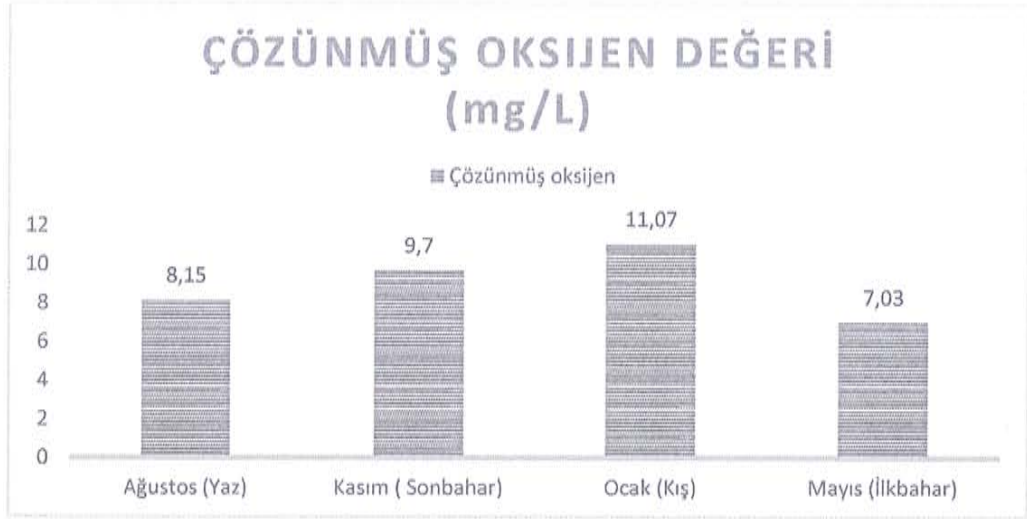
Araştırma boyunca Karagöl'de en yüksek Klorofil a değeri Mayıs 2016 tarihinde 98,9 $\mu\text{g/L}$ ile üçüncü istasyonda, en düşük klorofil a değeri Kasım 2015 tarihinde 6,7 $\mu\text{g/L}$ ile üçüncü istasyonda ölçülmüştür. Ağustos 2015- Mayıs 2016 tarihleri arasında belirlenen ortalama klorofil a değeri ise 43,5 $\mu\text{g/L}$ 'dir.



Şekil 3.6: Gölün klorofil- a değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.7 Çözünmüş Oksijen

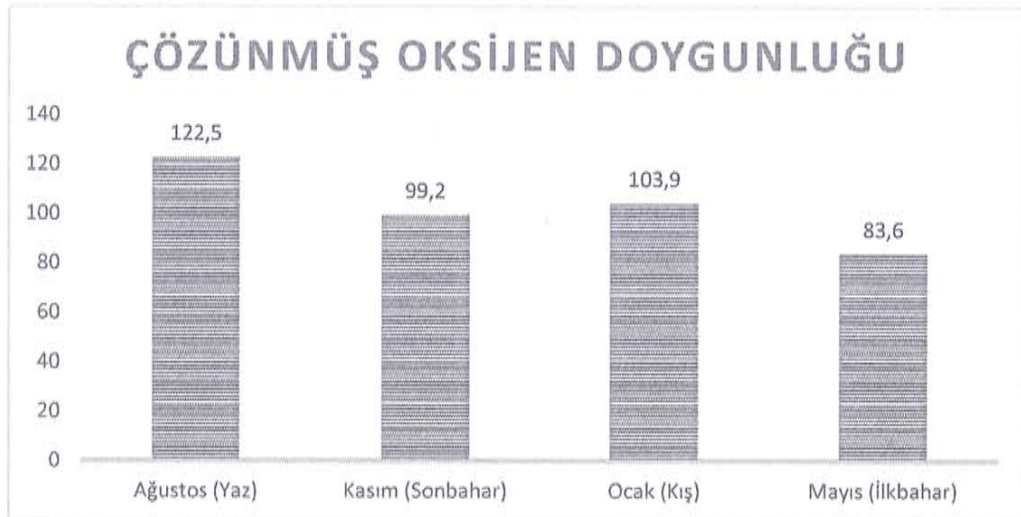
Belirlenen en yüksek çözünmüş oksijen değeri 11,07 mg/L ile Ocak 2016 tarihinde, en düşük çözünmüş oksijen değeri ise 7,03 mg/L ile Mayıs 2016 tarihinde ölçülmüştür. Ağustos 2015- Mayıs 2016 tarihleri arasında ortalama çözünmüş oksijen değeri 8,98 mg/L olarak bulunmuştur.



Şekil 3.7: Gölün çözünmüş oksijen değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.8 Çözünmüş Oksijen Doygunluğu

Karagöl'de ölçülen en yüksek çözünmüş oksijen doygunluğu Ağustos 2015 tarihinde %122,5, en düşük çözünmüş oksijen doygunluğu ise Mayıs 2016 tarihinde %83,6 olarak bulunmuştur. Gölün ortalama çözünmüş oksijen doygunluğu ise %102,3 olarak bulunmuştur.



Şekil 3.8: Gölün çözünmüş oksijen doygunluk değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.9 Elektriksel İletkenlik (EC)

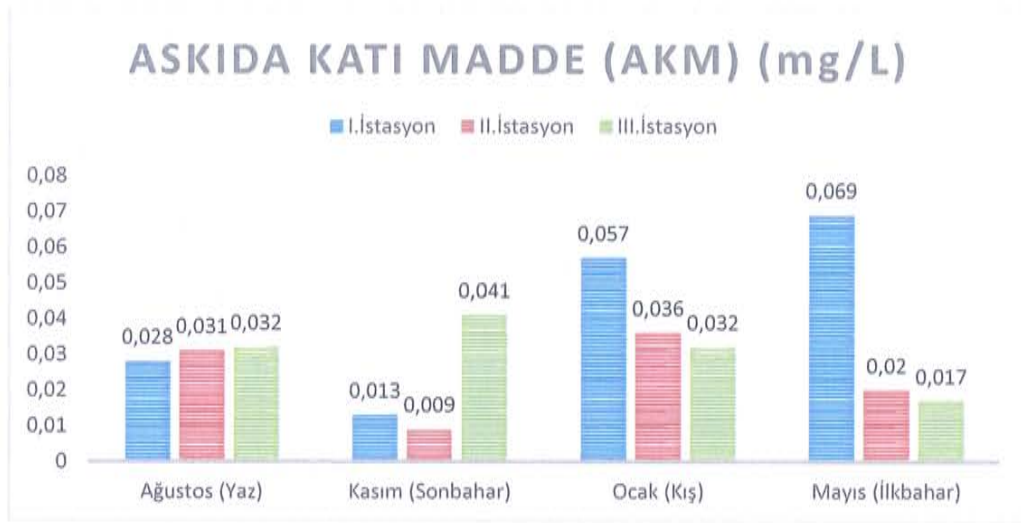
Karagöl'de yapılan araştırma süresince en yüksek elektriksel iletkenlik değerinin Mayıs 2016 tarihinde 0,061 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile birinci istasyonda, en düşük elektriksel iletkenlik değerinin ise Ocak 2016 tarihinde 0,032 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile birinci istasyonda olduğu belirlenmiştir. Ağustos 2015 ile Mayıs 2016 tarihleri arasında ortalama EC değeri 0,043 $\mu\text{s}/\text{cm}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.9: Gölün elektriksel iletkenlik (EC) değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.10 Askıda Katı Madde (AKM)

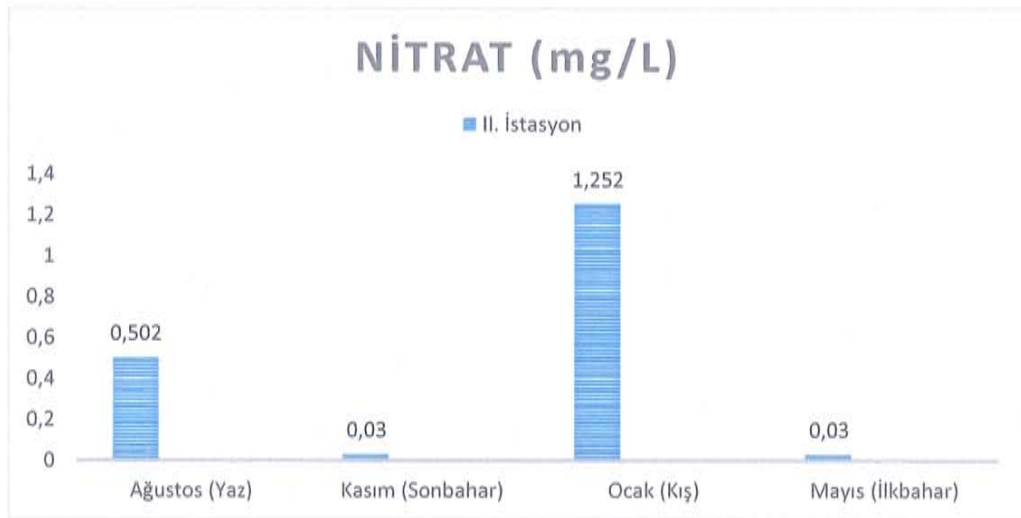
Araştırma boyunca Karagöl'de kaydedilen en yüksek askıda katı madde değeri Mayıs 2016 tarihinde 0,069 mg/L olarak I. istasyonda, en düşük askıda katı madde değeri ise Kasım 2015 tarihinde 0,009 mg/L olarak II. istasyonda bulunmuştur. Gölün ortalama AKM değeri 0,027 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.10: Gölün askıda katı madde (AKM) değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.11 Nitrat

Çalışma boyunca Karagöl'de belirlenen en yüksek nitrat değeri Ocak 2016 tarihinde 1,252 mg/L, en düşük nitrat değeri Kasım 2015 ve Mayıs 2016 tarihlerinde 0,030 mg/L değerinden düşük olarak bulunmuştur.



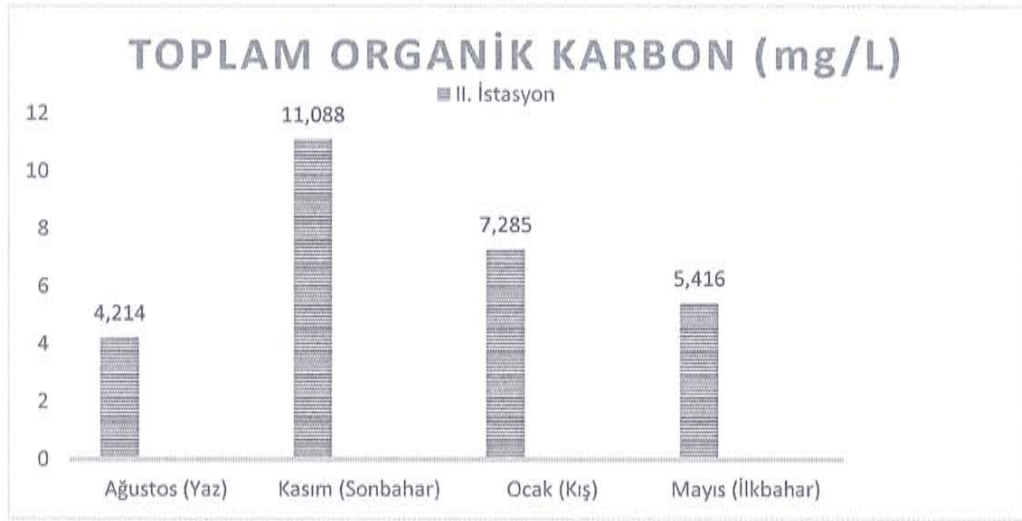
Şekil 3.11: Gölün nitrat değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.12 o- Fosfat

o- Fosfat değeri ve bazı parametrelerin ölçümleri DSİ tarafından analiz edilmiş olup o- Fosfat değerinin Karagöl'den her mevsim alınan su örneklerinde <0,150 mg/L değerinden düşük olduğu belirlenmiştir.

3.1.13 Toplam Organik Karbon

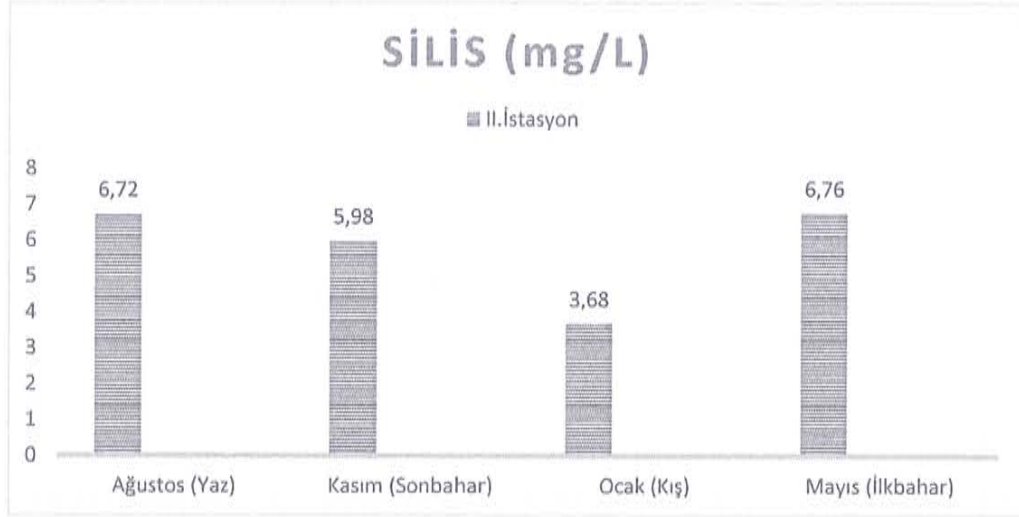
Karagöl'de yapılan araştırma süresince en yüksek toplam organik karbon değeri Kasım 2015 tarihinde 11,088 mg/L, en düşük toplam organik karbon değeri Ağustos 2015 tarihinde 4,214 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12: Gölün toplam organik karbon değerinin mevsimsel değişimi.

3.1.14 Silis

Araştırma boyunca Karagöl'de belirlenen yüksek Silis değeri Mayıs 2016 tarihinde 6,76 mg/L, en düşük Silis değeri Ocak 2016 tarihinde 3,68 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.13: Gölün silis değerinin mevsimsel değişimi.

Tablo 3.1: Karagöl'ün fizikokimyasal parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri.

Göl adı:	Karagöl		
	Minimum	Maximum	Ortalama
Parametreler			
Sıcaklık	8,8°C	31,9°C	18,1°C
pH	8,63	9,51	8,99
Elektriksel iletkenlik	0,032 µs/cm	0,061 µs/cm	0,043 µs/cm
Çözünmüş Oksijen	7,32 mg/L	11,07 mg/L	8,98 mg/L
Çözünmüş Oksijen Doygunluğu	%83,6	%122,5	%102,3
Turbidite	0,38 NTU	23,10 NTU	7,5 NTU

Tablo 3.1: (Devam).

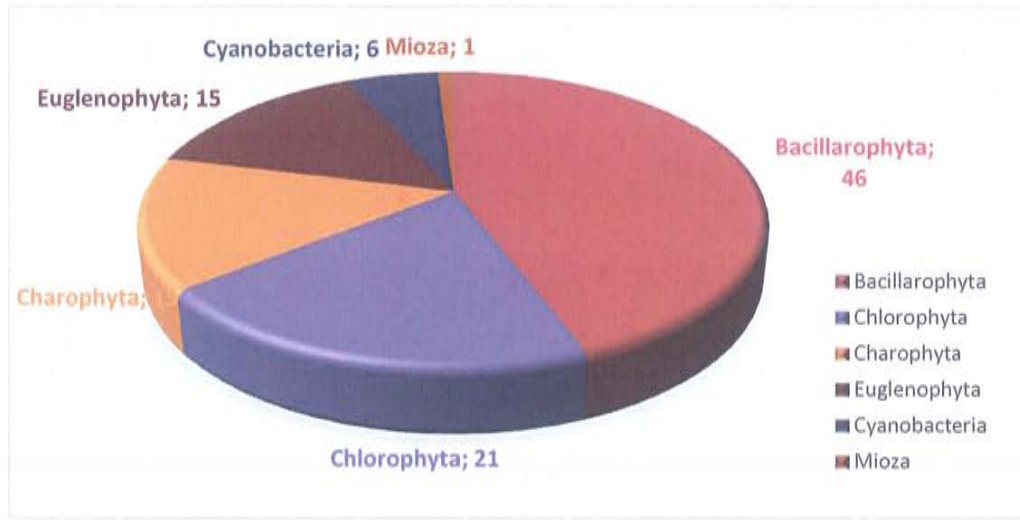
Askıda Katı Madde	0,009 mg/L	0,069 mg/L	0,027 mg/L
Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli	-26,0 mV	26,1 mV	-9,80 mV
Klorofil a	6,7 µg/L	98,9 µg/L	43,5 µg/L
Alkalinite	13,6 mg/L	18,6 mg/L	15,35 mg/L

Tablo 3.2: Karagöl'ün fizikokimyasal parametrelerinin mevsimsel ölçüm değerleri.

Parametre Adı	Birim	Standart	OCAK 2016	MAYIS 2016	AĞUSTOS 2015	KASIM 2015
Tuzluluk	-	TS 8108	0,0	0,0	0,0	0,0
Sodyum	mg/L	TS EN ISO 14911-İyon Kro.	3,0740	3,2714	3,8492	5,2910
Potasyum	mg/L	TS EN ISO 14911-İyon Kro.	2,6498	2,9938	3,2218	3,4105
Kalsiyum	mg/L	TS EN ISO 14911-İyon Kro.	4,6419	4,5904	3,5345	5,9053
Magnezyum	mg/L	TS EN ISO 14911-İyon Kro.	1,0475	1,0944	0,8385	1,3035
Amonyum	mg/L	TS EN ISO 14911-İyon Kro.	<0,030	<0,030	0,2304	<0,030
Karbonat	meq/L	TS 3790 EN ISO 9963-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Bikarbonat	meq/L	TS 3790 EN ISO 9963-1	0,272	0,290	0,294	0,372
Klorür	mg/L	TS EN ISO 10304-1 İyon Kro.	3,2003	2,8172	2,9354	4,0425
Sülfat	mg/L	TS EN ISO 10304-1 İyon Kro.	2,8891	2,7732	2,9180	5,1129
Florür	mg/L	TS EN ISO 10304-1 İyon Kro.	0,0151	0,0315	0,0265	0,0245

3.2 Biyolojik Parametreler

Karagöl fitoplankton araştırma alanında Bacillariophyta grubuna ait 46, Chlorophyta grubuna ait 21, Charophyta grubuna ait 15, Euglenophyta grubuna ait 15, Cyanobacteria grubuna ait 6 ve Mioza grubuna ait 1 tür olmak üzere toplam 104 tür tespit edilmiştir.



Şekil 3.14: Karagöl'ün fitoplankton kompozisyonu.

Karagöl'de tespit edilen türler www.marinespecies.org ve www.algaebase.org sitelerinden kontrol edilmiş ve mevcut türlerin listesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.3: Karagöl fitoplanktonik tür listesi.

BACİLLARİOPHYTA
BACİLLARİOPHYCEAE
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer
<i>Caloneis ventricosa</i> var. <i>truncatula</i> (Grunow) Meister
<i>Campylodiscus clypeus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
<i>Cymbella subturgidula</i> Krammer

Tablo 3.3 (devam).

- Fragilaria capucina* Desmazières
Fragilaria pulchella (Ralfs ex Kützing) Lange-Bertalot
Fragilaria constricta Ehrenberg
Fragilaria crotonensis Kitton
Fragilaria perminuta (Grunow) Lange-Bertalot
Gomphonema truncatum Ehrenberg
Halamphora veneta (Kützing) Levkov
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow
Mastogloia smithii Thwaites ex W. Smith
Mastogloia grevillei W. Smith
Meridion circulare (Greville) C. Agardh
Navicula capitatoradiata H. Germain
Navicula radiosa Kützing
Navicula elginensis (W. Gregory) Ralfs
Navicula cryptocephala f. *veneta* (Kützing) Hustedt
Navicula trivialis Lange-Bertalot
Nitzschia capitellata Hustedt in Schmidt et al
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith
Pinnularia neomajor Krammer
Pinnularia divergentissima (Grunow) Cleve
Pinnularia abaujensis var. *linearis* (Hustedt) R.M. Patrick.
Pinnularia biceps W. Gregory
Pinnularia episcopalis Cleve
Pinnularia schroederi (Hustedt) Cholnoky
Pinnularia nodosa (Ehrenberg) W. Smith
Pinnularia rhombarea Krammer

Tablo 3.3 (devam).

Pinnularia major (Kützing) Rabenhorst

Pinnularia divergens var. *elliptica* (Grunow) Cleve

Stauroneis anceps Ehrenberg

Surirella spiralis Kützing

Surirella robusta var. *splendida* (Ehrenberg; Ehrenberg) Van Heurck

Surirella elegans Ehrenberg

Surirella angustata Kützing

Surirella ovalis Brébisson

Synedra acus Kützing

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg

Tabularia fasciculata (C. Agardh) D. M. Williams & Round

Tetracyclus hinziae I. Bishop & Spaulding

Tryblionella angustata W. Smith

COSCINODISCOPHYCEAE

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

CHLOROPHYTA

CHLOROPHYCEAE

Ankistrodesmus fusiformis Corda

Desmodesmus communis (E. Hegewald) E. Hegewald

Desmodesmus protuberans (F.E. Fritsch & M.F. Rich) E. Hegewald

Desmodesmus intermedius (Chodat) E. Hegewald

Desmodesmus abundans (Kirchner) E. Hegewald

Eudorina elegans Ehrenberg

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák

Pandorina morum (O.F. Müller) Bory

Tablo 3.3 (devam).

Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini

Pediastrum simplex Meyen

Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs

Pediastrum dublex Meyen

Pediastrum duplex var. *gracillimum* West & G.S. West

Scenedesmus bicaudatus Dedusenko

Scenedesmus dimorphus (Turpin) Kützing

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

Selenastrum bibraianum Reinsch

Sphaerocystis schroeteri Chodat

Tetraëdron caudatum (Corda) Hansgirg

TREBOUXIOPHYCEAE

Actinastrum hantzschii Lagerheim

Dictyosphaerium pulchellum H.C. Wood

CHAROPHYTA

CONJUGATOPHYCEAE

Cosmarium margaritatum (P. Lundell) J. Roy & Bisset

Gonatozygon monotaenium De Bary

Mougeotia ventricosa (Wittrock) Collins

Netrium digitus (Brébisson ex Ralfs) Itzigsohn & Rothe

Spirogyra weberi Kützing

Staurastrum brachiatum Ralfs ex Ralfs

Staurastrum sexangulare (Bulnheim) Rabenhorst

Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs

Tablo 3.3 (devam).

Staurastrum tohopekaligense Wolle

Staurodesmus mamillatus var. *maximus* (West) Teiling

Staurastrum crenulatum var. *britannicum* E. Messikommer

Staurastrum planctonicum Teiling

Staurastrum productum (West & G.S. West) Coesel

Staurastrum manfeldtii var. *parvum* Messikommer

Staurastrum arachne Ralfs ex Ralfs

EUGLENOPHYTA

EUGLENOPHYCEAE

Euglena anabaena Mainx

Euglena stellata Mainx

Euglena viridis (O.F. Müller) Ehrenberg

Euglena spirogyra Ehrenberg

Euglena gracilis G.A. Klebs

Euglena clavata Skuja

Euglena proxima P.A. Dangeard

Phacus obolus Pochmann

Phacus pleuronectes (O.F. Müller) Nitzsch ex Dujardin

Phacus monilatus var. *suecicus* Lemmermann

Trachelomonas granulata Svirenko

Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg

Trachelomonas granulosa var. *subglobosa* Playfair

Trachelomonas cervicula A.C. Stokes

Trachelomonas hispida (Perty) F. Stein

Tablo 3.3 (devam).

CYANOBACTERIA

CYANOPHYCEAE

Anabaena crassa (Lemmermann) Komárková-Legnová & Cronberg

Anabaena flosaquae Brébisson ex Bornet & Flauhault

Anabaena lemmermannii P.G. Richter

Aphanizomenon flos-aquae var. *klebahnii* Elenkin

Aphanizomenon flosaquae Ralfs ex Bornet & Flauhault

Oscillatoria corallinae Gomont ex Gomont

MIOZA

DINOPHYCEAE

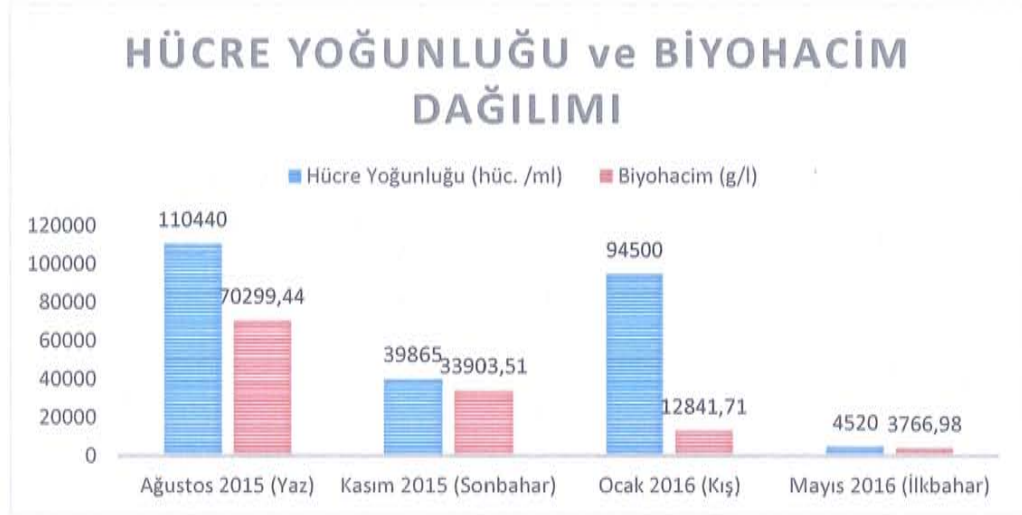
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Dujardin

3.3 Fitoplanktonun Mevsimlere Göre Değişimi

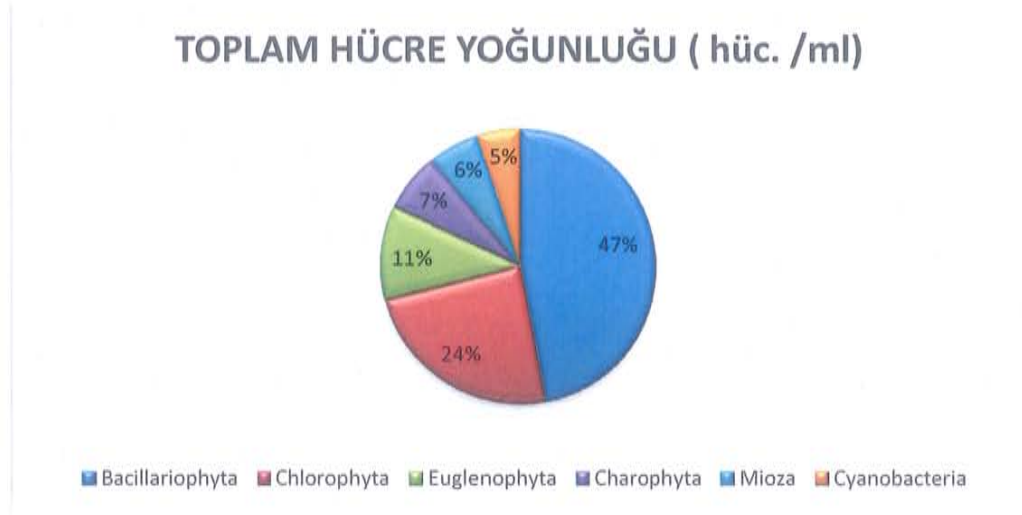
Araştırmalar sonucunda Karagöl'de tespit edilen toplam hücre yoğunluğu 249325 hücre./ml, toplam biyohacim 120811,64 g/L, toplam biyokütlenin ise 0,12 g/L olduğu belirlenmiştir. Hücre yoğunluğunun toplamda %47'sini 118005 hücre./ml ile Bacillariophyta divizyonu oluşturmuştur. Bu divizyonu 59460 hücre./ml ile Chlorophyta, 27515 hücre./ml ile Euglenophyta, 16880 hücre./ml ile Charophyta, 14250 hücre./ml ile Mioza ve 13255 hücre./ml ile Cyanobacteria divizyonları izlemiştir. 38100 hücre./ml ile *Hantzschia amphioxys* baskın tür olduğu belirlenmiştir.

Hücresel yoğunluğun mevsimlere göre dağılımında en yüksek değere yaz mevsiminde ulaşılmış olup *Desmodesmus communis* 17850 hücre./ml ile baskın tür olarak belirlenmiştir. Sonbahar ve İlkbahar mevsiminde hücre yoğunluğu azalış gösterip Kış mevsiminde artış devam etmiştir. Yaz mevsiminde baskın tür olan

Desmodesmus communis diğer mevsimlerde azalış göstermiştir. Kış mevsiminde 34000 hüç. /ml ile baskın olan türün *Hantzschia amphioxys* olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.15: Fitoplanktonun toplam hücre yoğunluğu ve biyohacminin mevsimlere göre dağılımı.



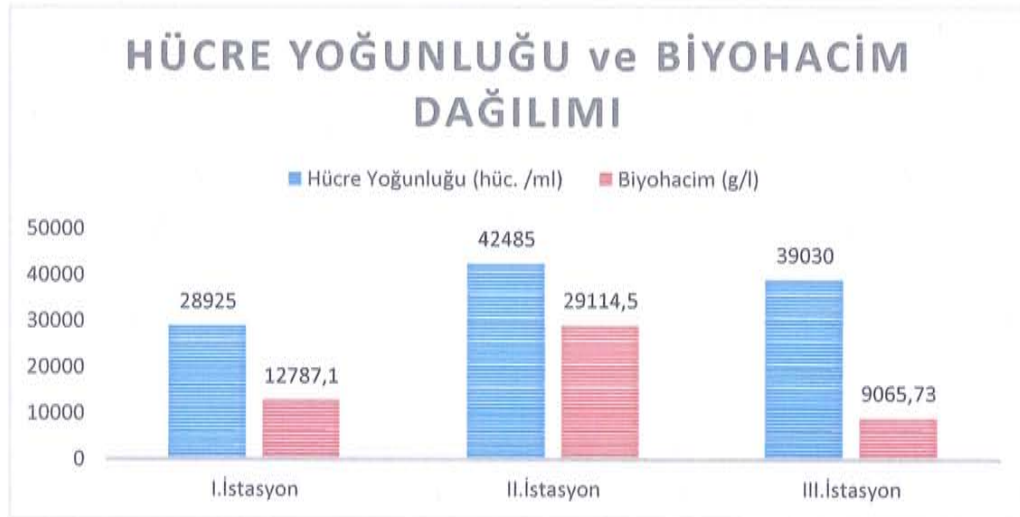
Şekil 3.16: Toplam hücre yoğunluğunun divizyolar arasında dağılımı.

3.3.1 Yaz 2015

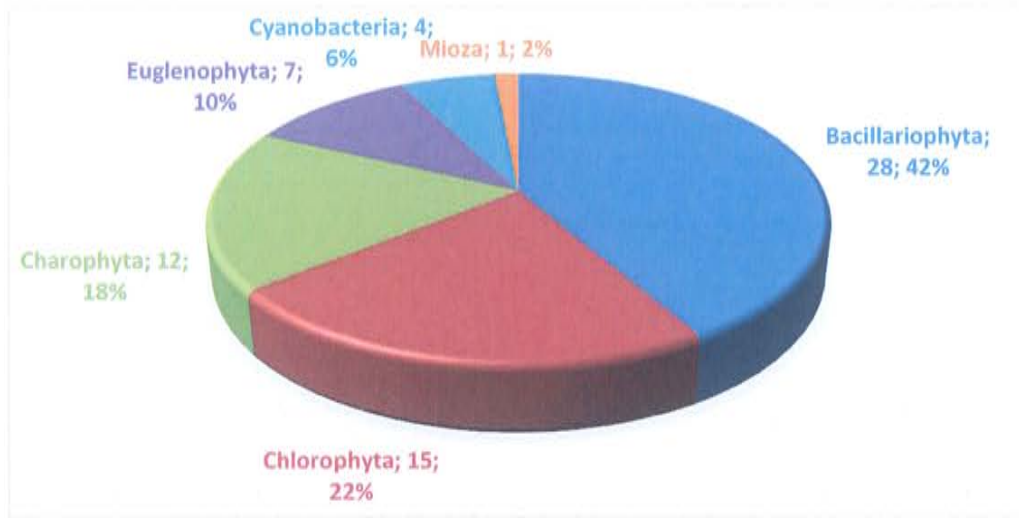
Yaz örneklemesinde toplam 67 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin %42'sini Bacillariophyta, %22'sini Chlorophyta, %18'ini Charophyta, %10'unu Euglenophyta, %6'sını Cyanobacteria ve %2'sini Mioza divizyoları oluşturmuştur.

İstasyonlar toplamında hücre yoğunluğu 110440 hüce. /ml, biyohacim 70299,44 g/L olduğu tespit edilmiştir. *Desmodesmus communis* 17850 hüce. /ml ile bu mevsimde göl genelinde dominant tür olarak belirlenmiştir.

I. İstasyonda toplam hücre yoğunluğu 28925 hüce. /ml, biyohacim 12787,1 g/L, II. istasyonda toplam hücre yoğunluğu 42485 hüce. /ml, biyohacim 29114,5 g/L ve III. istasyonda toplam hücre yoğunluğu 39030 hüce. /ml, biyohacim 9065,73 g/L olarak tespit edilmiştir. Cyanobacteria grubuna ait *Anabaena crassa* türü 11500 hüce. /ml ile I. istasyonda, Mioza grubuna ait *Ceratium hirundinella* türü 10750 hüce. /ml ile II. istasyonda, Chlorophyta grubuna ait *Desmodesmus communis* 6500 hüce. /ml ile III. istasyonda baskın olan tür olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.17: Yaz mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.



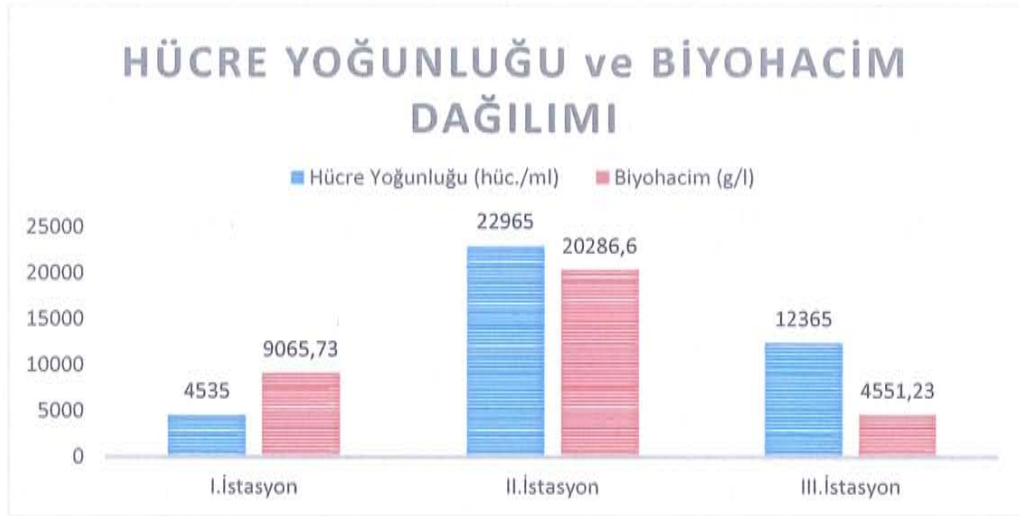
Şekil 3.18: Yaz mevsiminde teşhis edilen taksonların divizyolar arasında dağılımı.

3.3.2 Sonbahar 2015

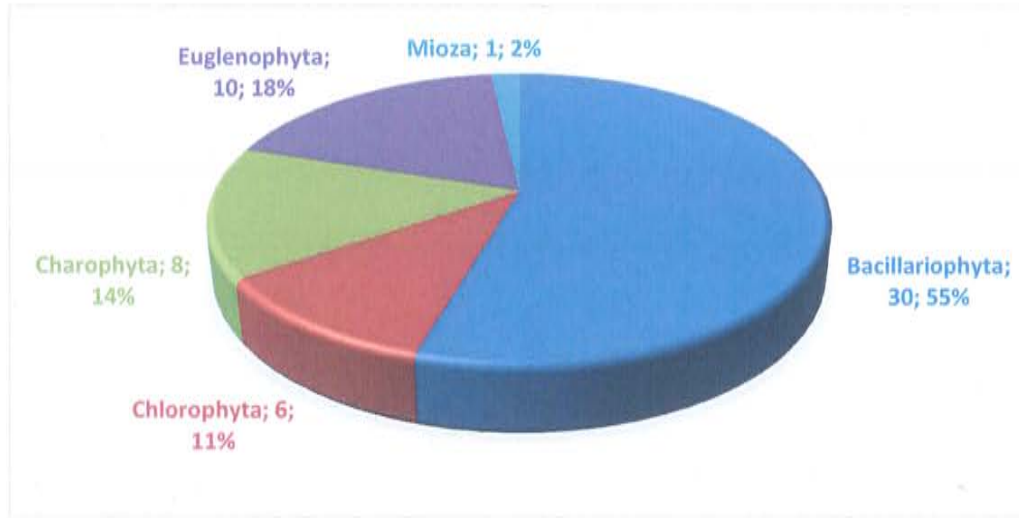
Sonbahar örneklemesinde toplam 55 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin %55'ini Bacillariophyta, %11'ini Chlorophyta, %14'ünü Charophyta, %18'ini Euglenophyta ve %2'sini Mioza divizyoları oluşturmuş olup Cyanobacteria divizyosuna ait tür tespit edilmemiştir.

Bu mevsimde istasyonların toplam hücre yoğunluğu 39865 hücre./ml, biyohacim 33903,51 g/L olarak belirlenmiştir. *Trachelomonas volvocina* 9750 hücre./ml ile baskın olan tür olarak belirlenmiştir.

I. İstasyonda toplam hücre yoğunluğu 4535 hücre./ml, biyohacim 9065,73 g/L, II. istasyonda toplam hücre yoğunluğu 22965 hücre./ml, biyohacim 20286,6 g/L ve III. istasyonda toplam hücre yoğunluğu 12365 hücre./ml, biyohacim 4551,23 g/L olarak belirlenmiştir. Chlorophyta grubuna ait *Desmodesmus communis* 750 hücre./ml ile I. istasyonda, Euglenophyta grubuna ait *Trachelomonas volvocina* 6250 hücre./ml ve 3000 hücre./ml ile II. ve III. istasyonlarda baskın olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.19: Sonbahar mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.



Şekil 3.20: Sonbahar mevsiminde teşhis edilen taksonların divizyolar arasında dağılımı.

3.3.3 Kış 2016

Kış örneklemesinde toplamda 40 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin %50'sini Bacillariophyta, %22'sini Chlorophyta, %5'i Charophyta, %20'si

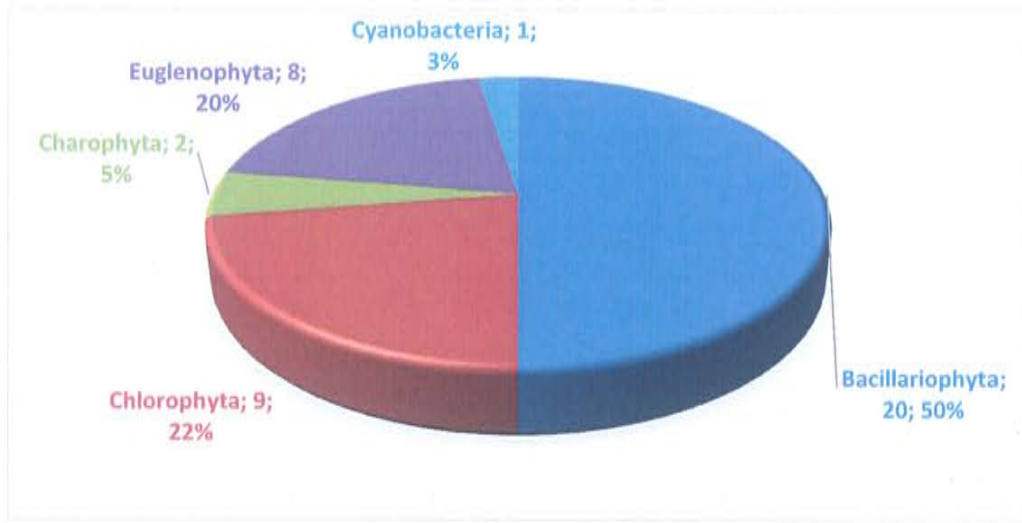
Euglenophyta ve %3'ünü Cyanobacteria divizyoları oluşturmakta olup Mioza divizyosuna ait takson tespit edilememiştir.

İstasyonlar toplamında hücre yoğunluğu 94500 hücre./ml, biyohacim 12841,71 g/L değerinde olduğu belirlenmiştir. *Hantzschia amphioxys* 34000 hücre./ml ile kışın baskın olan tür olarak tespit edilmiştir.

I. İstasyonun toplam hücre yoğunluğu 21715 hücre./ml, biyohacim 3089,04 g/L, II. istasyonun toplam hücre yoğunluğu 36505 hücre./ml, biyohacim 3782,97 g/L ve III. istasyonun toplam hücre yoğunluğu 36280 hücre./ml, biyohacim 5969,97 g/L değerinde tespit edilmiştir. Bacillariophyta grubuna ait *Hantzschia amphioxys* 10000 hücre./ml ile I. istasyonda, *Synedra acus* 13500 hücre./ml ve 12250 hücre./ml ile II. ve III. istasyonlarda baskın tür olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.21: Kış mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.



Şekil 3.22: Kış mevsiminde teşhis edilen türlerin divizyolar arasında dağılımı.

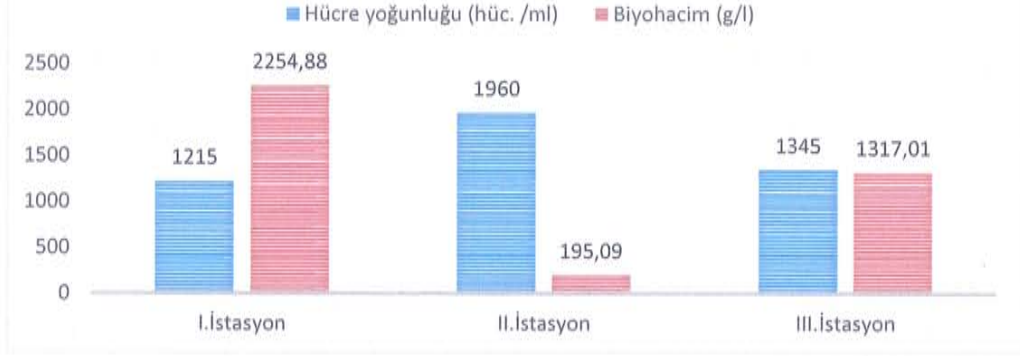
3.3.4 İlkbahar 2016

İlkbahar örneklemede toplam 25 tür teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türlerin %40'ını Bacillariophyta, %16'sını Chlorophyta, %24'ü Charophyta, %16'sını Euglenophyta ve %4'ünü Cyanobacteria divizyoları oluşturmakta olup Mioza divizyosuna ait tür tespit edilmemiştir.

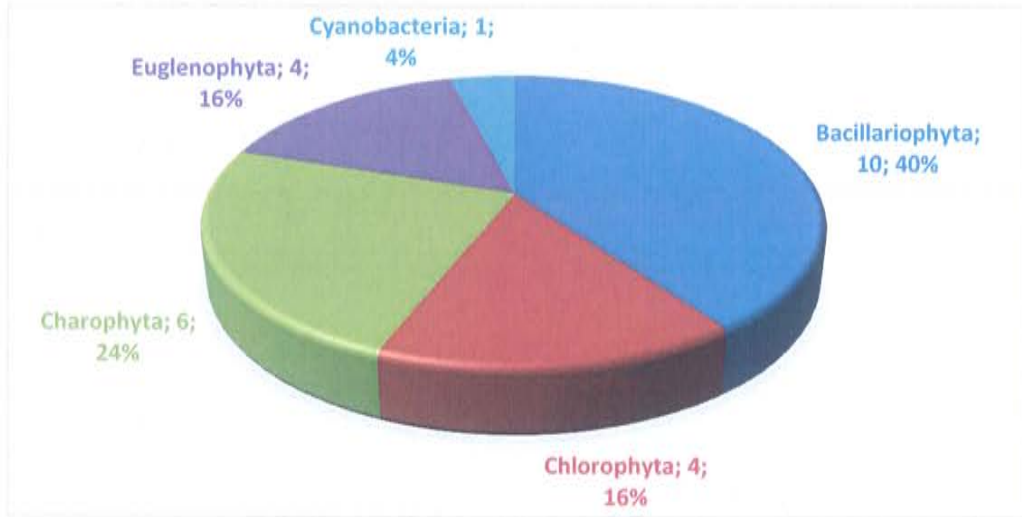
İstasyonlar toplamında hücre yoğunluğu 4520 hücre./ml, biyohacim 3766,98 g/L olarak belirlenmiştir. *Desmodesmus communis* 1050 hücre./ml İlkbahar'da baskın tür olarak tespit edilmiştir.

I. İstasyonda toplam hücre yoğunluğu 1215 hücre./ml, biyohacim 2254,88 g/L, II. istasyonda toplam hücre yoğunluğu 1960 hücre./ml, biyohacim 195,09 g/L, III. istasyonda toplam hücre yoğunluğu 1345 hücre./ml, biyohacim 1317,01 g/L olarak bulunmuştur. Chlorophyta grubuna ait *Desmodesmus communis* 300 hücre./ml ile I. istasyonda ve 350 hücre./ml ile III. istasyonda, Euglenophyta grubuna ait *Trachelomonas volvocina* 500 hücre./ml ile II. istasyonda baskın olduğu tespit edilmiştir.

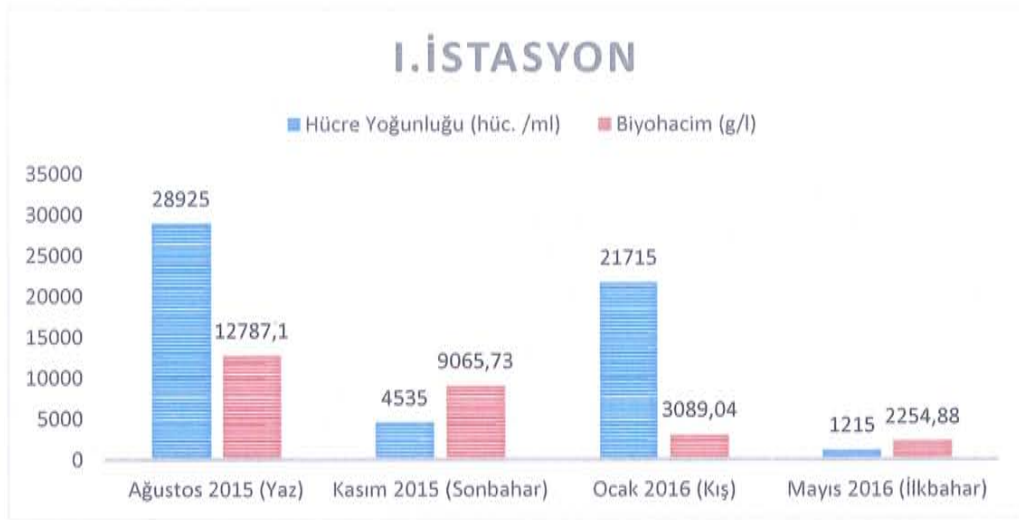
HÜCRE YOĞUNLUĞU ve BİYOHACİM DAĞILIMI



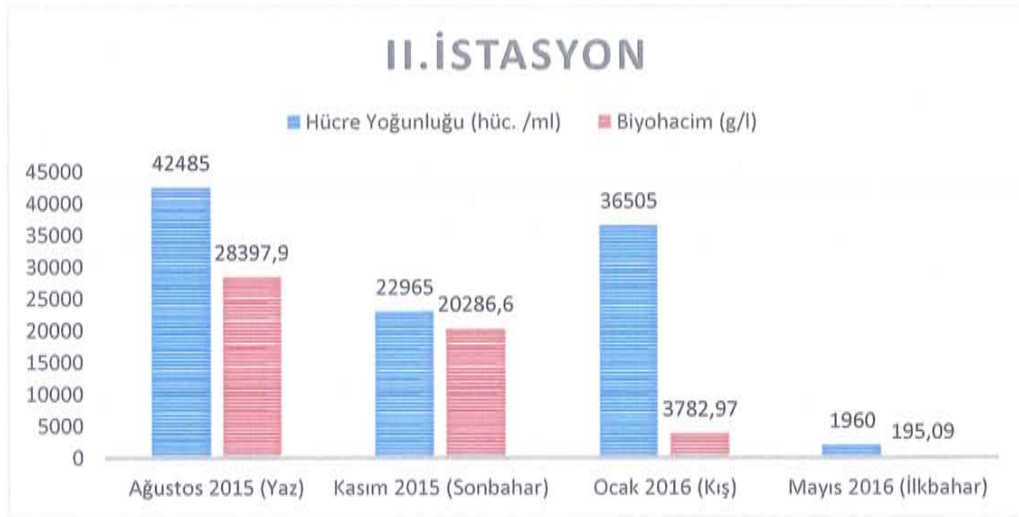
Şekil 3.23: İlkbahar mevsiminde toplam hücre yoğunluğu ve biyohacmin istasyonlar arasında dağılımı.



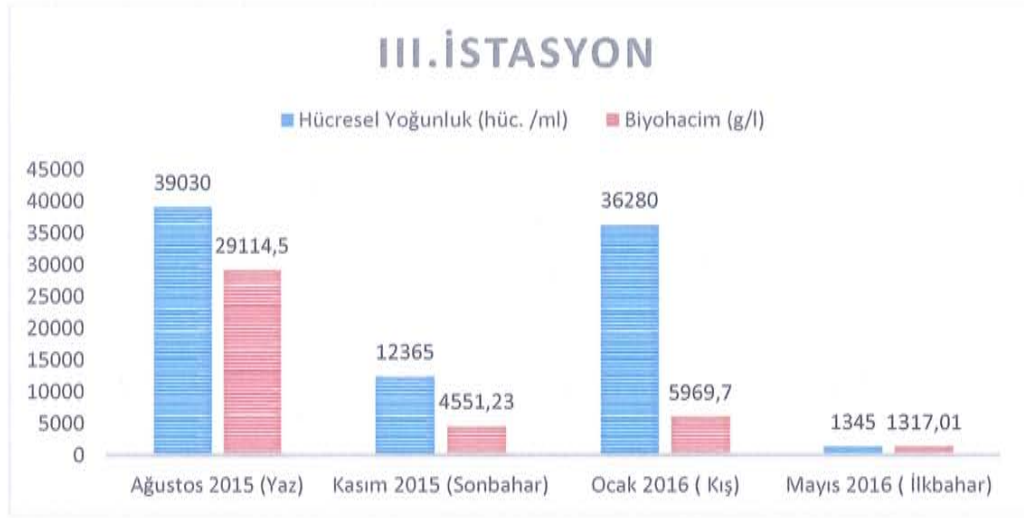
Şekil 3.24: İlkbahar mevsiminde teşhis edilen taksonların divizyolar arasında dağılımı.



Şekil 3.25: I. İstasyonun hücresel yoğunluğu ve biyohacminin mevsimler arasında dağılımı.



Şekil 3.26: II. İstasyonun hücresel yoğunluğu ve biyohacminin mevsimler arasında dağılımı.



Şekil 3.27: III. İstasyonun hücresel yoğunluğu ve biyohacminin mevsimler arasında dağılımı.

Araştırmalar sonucunda belirlenen üç istasyon noktasında hücresel yoğunluğun ve biyohacmin en fazla olduğu mevsimin yaz, en az olduğu mevsimin ilkbahar olduğu sonucuna varılmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karagöl'ün fitoplankton dağılımı, suyun fiziksel ve kimyasal nitelikleri ve gölün trofik durumu Ağustos 2015- Mayıs 2016 tarihleri arasında alınan örnekler sayesinde incelenmiş, sonuçlar grafik ve tablo halinde verilmiştir.

Karagöl'ün fitoplankton dağılımını etkileyen etkenlerin belirlenebilmesi için gölün yüzeyinden alınan su örneklerinin kalite değerleri ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda belirlenen su sıcaklığı 8,8°C- 31,9°C arasında olup ortalama su sıcaklığının da 18,1°C olduğu belirlenmiştir. Alglerin gelişebilmesi için gerekli olan etmenlerin başında sıcaklık ve ışık olduğu belirtilir. [1] Sıcaklığın artmasına bağlı olarak fitoplankton tür sayısında ve hücre yoğunluğunda ilkbahar ve yaz aylarında artışın, sonbahar ve kış aylarında ise azalışın olduğu görülmüştür. Karagöl'ün sıcaklık değerlerine yakın olan çalışmalar; Büyük Lota Gölü 4,5- 27 °C [47], Eğirdir gölü 3- 23,50 °C [8], Gölbaşı Gölü 12- 21 °C [51], Gala Gölü 7,50- 27 °C [52], Hazar Gölü 5,4- 25,6 °C [38], Isparta Deresi 8,98- 16,40 °C [9], Karamuk Gölü 4,8- 24,5 °C [37], Küçük Lota Gölü 4,5- 27 °C [60] şeklindedir.

Bir gölün bitki örtüsü yani florası suyun sahip olduğu pH değerinden oldukça fazla etkilenir. Canlılar belirli değerler arasında yer alan pH' da uygun şekilde yaşabilmektedirler. PH değeri ile CO₂ ve oksijen arasında ters orantılı bir ilişki vardır. [5] Yani yaz aylarında sıcaklığın artmasına bağlı olarak algler fotosentez hızını artırır ve CO₂' i sudan uzaklaştırarak pH değerinin yükselmesini sağlarlar. Kış aylarında ise hücre sayısının azalması ve sıcaklığın düşmesinden dolayı fotosentez hızı azalır, suda CO₂ birikimi gerçekleşir ve böylece suyun pH değeri düşer. Karagöl'den elde edilen pH değerleri 8,63- 9,51 arasında değişim göstermiştir. İlkbahar ve yaz örneklemelerinde sıcaklık ve CO₂ den dolayı pH artmış, kış örneklemelerinde ise azalmıştır. PH değerlerine yakın diğer çalışmalar; Uzungöl 6,9- 8,4 [71], Tortum Gölü 7,8- 8,5 [68], Sapanca Gölü 7,70- 8,55 [25], Poyrazlar Gölü 7,3- 9,5 [66], Mogan gölü 8,50- 9,25 [62], Karamuk Gölü 7,50- 8,64 [37] şeklindedir.

Gölde araştırmalar sonucunda elde edilen çözünmüş oksijen değerleri 7,03- 11,07 mg/L arasında olduğu belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen ile sıcaklık arasında zıt ilişkinin olduğu bilinmektedir. Buna göre en düşük sıcaklığın olduğu kış mevsiminde çözünmüş oksijen miktarı 11,07 mg/L ile en yüksek değere ulaşmıştır. En yüksek sıcaklığın olduğu yaz mevsiminde çözünmüş oksijen miktarının en düşük olması beklenirken, 19,2°C sıcaklığa sahip ilkbahar mevsiminde en düşük çözünmüş oksijen değeri tespit edilmiştir. Çözünmüş oksijen miktarının bakıldığı diğer çalışmalar; Büyük Lota Gölü 4,8- 8,8 mg/L [47], Eğirdir Gölü 7,40- 14,60 mg/L [8], Gala Gölü 9,69- 18,16 mg/L [52], Hafik Gölü 6,2- 14,10 mg/L [56], Uzungöl 6- 12 mg/L [71] şeklinindedir.

Arazi çalışması süresince elektriksel iletkenlik değerlerinin 0,032- 0,061 $\mu\text{s/cm}$ arasında olduğu tespit edilmiştir. Sudaki elektriksel iletkenlik eriyebilir maddelerin yoğunluğuna ve tuzların toplamına bağlıdır. Elektriksel iletkenlik sıcaklık ve tuzluluk ile pozitif bir ilişki içersindedir. [88] Sıcaklığın fazla olduğu mevsimlerde elektriksel iletkenlik değerinin yüksek olması, sıcaklığın düşük olduğu mevsimlerde ise düşük olması beklenmektedir. İlkbahar ve yaz mevsiminde sıcaklığın fazla olmasından dolayı elektriksel iletkenlik değerinin yüksek, kışın sıcaklığın düşük olmasından dolayı iletkenlik değerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Benzerlik gösteren diğer çalışmalar; Karamuk Gölü 1725- 2180 $\mu\text{s/cm}$ [37], Gala Gölü 141- 291 $\mu\text{s/cm}$ [52], Buldan Baraj Gölü 260- 652 $\mu\text{s/cm}$ [89] şeklinindedir.

Klorofil a miktarı bir gölün primer üretimini ve ötrofikasyon düzeyini gösterdiği için bir gölün trofik seviyesinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır. [90] Klorofil a' nın $>5 \text{ mg.m}^{-3}$ olması halinde gölün ötrofik yapıda olduğu bilinmektedir. [91] Karagöl'ün klorofil a miktarı 6,7- 98,9 $\mu\text{g/L}$ değerleri arasında değişim göstermiştir. Buna göre araştırma alanı olan Karagöl'ün klorofil a miktarı bakımından ötrofik bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Küçük yapıda olan Karagöl'ün çevresinden fazla etkilendiği ve içindeki su miktarı az olduğundan dolayı klorofil- a değerinin yüksek olduğu düşünölmektedir. Benzerlik gösteren diğer çalışmalar; Yedigöller 1,8- 9,1 $\mu\text{g/L}$ ve Abant Gölü'nde 3,4- 10,8 $\mu\text{g/L}$ [73], Bafa gölü 5,87 $\mu\text{g/L}$ [90] şeklinindedir.

Azotun mineral yapısında olan nitrat oksijen yününden zengin olan sularda alglerin büyümesini azaltan ya da arttıran önemli bir etmendir. Çoğunlukla yüzey

sularının nitrat yoğunluğunun 0,09- 1,8 mg/L arasında olduğu bilinmektedir. [90] Karagöl'de ölçülen nitrat azotu değerleri 0,030- 1,252 mg/L ile sınır değerlerin altında kalmaktadır ve gölde nitrata bağlı kirlilik artışının olmadığı anlaşılmaktadır. Benzerlik gösteren diğer çalışmalar; Derbent Baraj Gölü 0,33- 2,33 mg/L [93], Gala gölü 0- 9,4 mg/L [52], Sapanca Gölü 0,043- 0,344 mg/L [25], Hazar Gölü 0,368- 0,409 mg/L [95] şeklindedir.

Doğal sularda sülfat miktarı 5- 1000 mg/L değerleri arasında yer almaktadır. Sülfat artışının meydana gelmesi ortamda kirliliğin oluştuğunun göstergesi kabul edilmektedir. Sülfat değerinin 250 mg/L üzerine çıkması suyun aşırı kirli olduğunu göstermektedir. [92] Bu çalışmada sülfat değerleri 2,7- 5,1 mg/L arasında bulunmuştur. En yüksek sülfat değeri sonbahar örneklemeğinde (5,1 mg/L) ölçülmüştür. Sonbaharda yağışın fazla olmasından dolayı bu değer yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Kalsiyum ve magnezyum mineralleri tatlı sularda en fazla bulunan iyonlardır. Kalsiyum'un doğal sularda çok fazla miktarda bulunması önemli olduğu gibi magnezyum da klorofilin yapısında yer almasından dolayı ayrıca önem taşır. Ayrıca kalsiyum ve magnezyum miktarı suyun sertlik derecesi hakkında bilgi verir. Yumuşak sularda kalsiyum miktarı 10 mg/L'den az, sert sularda 25 mg/L 'den fazla olması gerekir. [5] Karagöl'den alınan örneklerde kalsiyum ve magnezyum değerleri ölçüldüğünde kalsiyum miktarının 3,53- 5,90 mg/L arasında, magnezyum miktarının 0,83- 1,30 mg/L arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Araştırma periyodu boyunca ortalama kalsiyum değerinin, magnezyum değerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Karagöl'ün kalsiyum değeri 10 mg/L'den az olmasından dolayı gölün su özelliğinin yumuşak olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar bulunan diğer çalışmalar; Karagöl kalsiyum değeri 24,05- 64,13 mg/L ve magnezyum değeri 4,86- 77,82 mg/L [15], Aygır ve Balıklı göl kalsiyum değerleri 4- 5,1, 4- 10,2 ve magnezyum değerleri 2,4- 9,12, 4,86- 6,08 mg/L [44], Derbent Baraj Gölü 3,25- 72,96 mg/L [93] şeklindedir.

Silis pek çok organizmanın iskeletini oluşturmasının yanında organizmanın yapısı içerisinde yer almaz. Süngerlerin spiküllerinde, bazı alglerin dış kabuklarında ve çeperlerinde bulunur. Silis karada fazla bulunmasına rağmen, suda düşük seviyelerde bulunur. Silis miktarında da diğer elementlerde olduğu gibi mevsimlere

göre değişim gözlenir. Suyun yüzey kısmında en yüksek silis miktarına ilkbahar mevsiminde ulaşılır. [2] Silis tatlı sularda element halinde bulunmayıp silisyum dioksit (SiO₂) şeklinde bulunur. [5] Silis miktarı araştırma boyunca düşük seviyelerde tespit edilmiş ve ortalama 5,78 mg/L olarak belirlenmiştir. Silis elementinin ilkbaharda 6,76 mg/L ile en yüksek seviyeye, 3,68 mg/L ile kış mevsiminde en düşük seviyeye ulaşmış olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmalar; Karagöl 8,62- 9,95 mg/L [94], Tödürge Gölü 5,57 mg/L [69], Büyük Lota Gölü 0,75- 22,5 mg/L [47], Küçük Lota Gölü 0,02- 13,84 mg/L [60] şeklindedir.

Doğada bulunan tüm fosfor bileşiklerinin temel kaynağını ortofosfat oluşturur, ayrıca birçok canlı tarafından da kullanılan tek fosfat bileşimidir. [93] Daha önce yapılan bir araştırmaya göre; 10- 50 µg/L arasında ortofosfat değerlerinde olan sular az üretkenliği, 50- 150 µg/L arasında ortofosfat değerlerinde olan sular orta üretkenliği, 300- 500 µg/L arasında ortofosfat değerlerinde olan sular kirlilik belirtisini ve 500 µg/L'nin üzerindeki değerlerde olan sular aşırı kirliliği göstermektedir. [12] Karagöl'ün yüzey suyu ortofosfat değerleri her mevsimde 0,150 mg/L'den (<150 µg/L/ düşük olduğu belirlenmiştir. Bu değer Karagöl'ün orta üretkenlikli (prodüktiviteli) göller basamağında yer aldığını göstermektedir. Yapılan benzer çalışmalar; Mogan Gölü 0,23-2,8 mg/L [62], Poyrazlar Gölü 0,0014- 0,013 mg/L [66], Sapanca Gölü 0,006- 0,063 mg/L [25], Uluabat Gölü 0,07 mg/L [70] şeklindedir.

Karagöl'de dört mevsim boyunca yapılan araştırmalar sonucunda su kalitesinin tespit edilebilmesi için belirlenen değişkenler yardımıyla, su kalite sınıfları su kirliliği kontrolü yönetmeliği'nde (SKKY) [96] mevcut "Kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri", "Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerler" tablolardan yardım alınarak belirlenmiştir.

Araştırmanın yapıldığı dönemde Karagöl'de belirlenen ortalama pH değeri 8,99 olarak bulunmuştur. Bu değer gölün yapılan araştırma süresince bazik özellikte olduğunu göstermiştir. Göl suyu kalitesi bakımından III. Sınıf kalite özelliğine sahiptir. Ayrıca Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri aşılmamıştır. Kirlenme olmayan göl sularında pH değerinin 6- 9 arasında olduğu belirlenmiştir. [93] Çözünmüş oksijen değeri ortalama 8,98

mg/L olarak belirlenmiş olup SKKY’de yer alan doğal koruma alanı ve rekreasyon sınır değerlerinin biraz üstünde olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak da hidrofit özellikteki canlıların fazla olması düşünülmektedir. Göl suyunun çözülmüş oksijen yönünden I. Sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Askıda katı madde ortalama 0,027 mg/L değerinde olup doğal koruma alanı ve rekreasyon sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Kimyasal oksijen ihtiyacı göl suyunda bulunan karbon yapıları maddelerin karbondioksit döneşebilmesi için gerekli olan oksijen miktarını göstermektedir. Buna göre Karagöl’de kimyasal oksijen değeri ortalama 27,07 mg/L olarak belirlenip SKKY’de yer alan sınır değerlerin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Gölde tespit edilen klorofil a değeri ortalama olarak 43,5µg/L’dir. Klorofil a miktarının bilinmesi gölün trofik yapısı ve ötrofikasyon durumu hakkında bilgi sağlamaktadır. Bir gölün klorofil a değerinin 3 mg/m³’den küçük olması oligotrofik düzeyde, 3- 5 mg/m³ olması mezotrofik düzeyde ve 5 mg/m³’den büyük olması ötrofik düzeyde olduğunu göstermektedir. [91] Bu bilgiye göre karagöl’ün klorofil a miktarı bakımından ötrofik yapıda olduğu belirlenmiştir. Karagöl’ün araştırma süresince ortalama sıcaklık değeri 18.1 °C, ortalama oksijen doygunluğu %102,3 olup SKKY kriterlerine göre I. Su kalite sınıfında, su rengi ve toplam organik karbon miktarı bakımından II. Sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Biyolojik yükseltgenmelerde nitrit ara ürün olarak oluşmakta olup doğal sularda az miktarlarda bulunur. Karagöl’ün ortalama nitrit miktarı 0,04 mg/L olarak tespit edilmiş olup III.sınıf su kalitesi özelliğine sahiptir. Genellikle yüzey sularında nitrat miktarının 0,09- 1,8 mg/L arasında değerler aldığı bilinmektedir. [90] Karagöl’de elde edilen nitrat miktarı ortalama 0,45 mg/L olarak bulunmuş olup verilen değerler arasında yer almaktadır. Buna bağlı olarak gölde nitrat miktarının fazla olmasından kaynaklanan su kirliliği riskinin olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca göl suyu SKKY’ye göre 0,45 mg/L nitrat değeri bakımından I. Sınıf kalitede özellik göstermektedir.

Tablo 4.1: Karagöl'ün SKKY kriterlerine göre kalite sınıflarının belirlenmesi.

KITAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ					
	SU KALİTE SINIFLARI				
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV	KARAGÖL DEĞERLERİ
A) Fiziksel ve inorganik-kimyasal Parametreler					
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30	18.1
pH	6.5- 8.5	6.5- 8.5	6.0- 9.0	6.0- 9.0 dışında	8.99
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	<3	8.98
Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	<40	102.3
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	>0.05	0.04
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	>20	0.45
Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300	46
B) Organik parametreler					
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	>70	27
Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	>12	7

Tablo 4.2: Karagöl'ün SKKY ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerine göre ötrofik durumunun belirlenmesi.

GÖLLER, GÖLETLER, BATAKLIKLAR ve BARAJ HAZNELERİNİN ÖTROFİKASYON KONTROLÜ SINIR DEĞERLERİ			
İstenen Özellikler	Doğal Koruma Alanı ve Rekreasyon	Çeşitli Kullanımlar İçin (doğal olarak tuzlu, acı ve sodalı göller dahil)	Karagöl Değerleri
pH	6.5- 8.5	6- 10.5	8.99
KOI (mg/L)	3	8	27.07
ÇO (mg/L)	7.5	5	8.98
AKM (mg/L)	5	15	0.027
Klorofil- a (mg/L)	0.008	0.025	0.0435

Karagöl'de yapılan bu araştırmada Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta, Cyanobacteria ve Mioza üyelerine ait toplam 104 tür teşhis edilmiştir. Teşhis edilen 104 türün 46'sı Bacillariophyta, 21'i Chlorophyta, 15'i Charophyta, 15'i Euglenophyta, 6'sı Cyanobacteria ve 1'i Mioza divizyonlarına aittir. Belirlenen türlerin %44'ünü Bacillariophyta, %20'sini Chlorophyta, %14'ünü Charophyta, %14'ünü Euglenophyta, %7'sini Cyanobacteria ve %1'ini Mioza divizyonları oluşturmuştur.

Araştırma süresince yapılan incelemelerden yararlanılarak tüm örnekleme yapılan aylarda bulunan ve tür çeşitliliği yönünden hakim olan alg topluluğu 46 takson bulundurmasıyla Bacillariophyta divizyonu olmuştur. Chlorophyta, Charophyta ve Euglenophyta divizyonlarında bazı örnekleme dönemlerinde artış bazı dönemlerde azalış olduğu görülmek ile birlikte Cyanobacteria ve Mioza divizyonlarına bazı örnekleme dönemlerinde hiç rastlanmamıştır. Karagöl'ün tür yoğunluğu açısından zengin fitoplankton gruplarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bacillariophyta divizyonunun baskın olduğu diğer araştırmalar; Aygır ve Balıklı Gölleri [44], Barutçu Gölü [45], Uluabat Gölü [70], Uzungöl [71], Tortum Gölü [68], Sapanca Gölü [25], Porsuk Göleti [64], [65], Palandöken Göleti [63], Laka Deresi [61], Küçük Lota Gölü [60], Hafik Gölü [56], Durusu Gölü [98] şeklindedir.

Çalışma süresi boyunca Bacillariophyta diviziyosuna dahil olan *Hantzschia amphioxys*, *Fragilaria constricta*, *Navicula radiosa* en çok gözlenen türler olmuştur. Gölde baskın şekilde bulunan tür *Hantzschia amphioxys* olmuştur. Ayrıca Bacillariophyta diviziyosunun Bacillariophyceae sınıfı *Cymbella subturgidula*, *Halamphora veneta*, *Cocconeis placentula*, *Meridion circulare*, *Campylodiscus clypeus*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria pulchella*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria perminuta*, *Tryblionella angustata*, *Surirella spiralis*, *Surirella robusta* var. *Splendida*, *Surirella elegans*, *Surirella angustata*, *Surirella ovalis*, *Navicula capitatoradiata*, *Navicula elginensis*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula trivialis*, *Caloneis ventricosa* var. *truncatula*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia sigmoidea*, *Stauroneis anceps*, *Synedra ulna*, *Gomphonema truncatum*, *Tetracyclus hinziae*, *Tabularia fasciculata*, *Amphora ovalis*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Mastogloia smithii*, *Mastogloia grevillei*, *Pinnularia neomajor*, *Pinnularia divergentissima*, *Pinnularia abaujensis* var. *linearis*, *Pinnularia biceps*, *Pinnularia episcopalis*, *Pinnularia schroederi*, *Pinnularia nodosa*, *Pinnularia rhombarea*, *Pinnularia majör*, *Pinnularia divergens* var. *elliptica*, *Synedra acus* türleri, Coscinodiscophyceae sınıfı *Aulacoseira granulata* türü ile temsil edilmiştir. Pennat diatome türlerinin gölde çok sayıda olduğu belirlenmiştir. *Fragilaria*, *Amphora*, *Nitzschia* ve *Navicula* gruplarında tanımlanan türler hafif alkali olan sularda, *Amphora ovalis*, *Navicula cryptocephala* gibi türler ise alkali sularda bulunur. [99] *Fragilaria*, *Amphora*, *Nitzschia* ve *Navicula* cinslerinin Karagöl'de fazla sayıda bulunması ve *Pinnularia*, *Anomoeoneis* cinslerinin az sayıda bulunması göl suyu yapısının asidik özellik yerine alkali özellikte olduğunu göstermiştir. Ender görülen *Aulacoseira granulata* türüne Eğirdir Gölü [8], Abant Gölü [43], Buldan Baraj Gölü [89], Çıldır Gölü [49], Durusu Nehri [98], Gölköy Gölü [55] ve Poyrazlar Gölü [66] gibi pekçok araştırmada da rastlanmıştır. Sık görülen *Hantzschia amphioxys* türüne Palandöken Göleti [63], Gölköy Gölü [55], Abant Gölü [43], Aygır ve Balıklı Gölleri [44], Barutçu Gölü [45], Çıldır Gölü [49], Dağbaşı Gölü [50], Durusu Nehri [98], İki Alkalik Göl [57], Isparta Deresi [9] ve Uluabat Gölü [70] gibi çalışmalarda da rastlanmıştır Abant Gölü'nün; *Hantzschia amphioxys*, *Navicula radiosa*, *Fragilaria capucina*, *Surirella ovalis*, *Navicula cryptocephala*, *Mastogloia smithii*, *Pinnularia divergens* var. *elliptica* türleri [43], Aygır ve Balıklı Göllerinin; *Navicula radiosa*, *Hantzschia amphioxys*, *Surirella angustata*, *Synedra ulna*, *Amphora ovalis*, *Pinnularia major* türleri [44], Barutçu Gölü'nün; *Fragilaria crotonensis*, *Surirella angustata*, *Navicula*

capitatoradiata, *Nitzschia sigmoidea*, *Pinnularia biceps*, *Synedra acus* türleri [45], Çıldır Gölü'nün; *Meridion circulare*, *Fragilaria capucina*, *Navicula cryptocephala*, *Pinnularia biceps*, *Aulacoseira granulata* türleri [49], Büyük Lota Gölü'nün; *Navicula radiosa*, *Cocconeis placentula*, *Amphora ovalis* türleri [47], Dağbaşı Gölü'nün; *Fragilaria constricta*, *Surirella robusta* var. *splendida*, *Navicula cryptocephala*, *Stauroneis anceps*, *Synedra ulna*, *Pinnularia abaujensis* var. *linearis*, *Pinnularia majör* türleri [50], Eğirdir Gölü'nün; *Surirella elegans*, *Nitzschia sigmoidea*, *Synedra ulna*, *Amphora ovalis*, *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis* türleri [8], Gala Gölü'nün; *Cocconeis placentula*, *Fragilaria crotonensis*, *Surirella ovalis*, *Gomphonema truncatum*, *Mastogloia smithii* türleri [52], Gököy Gölü'nün; *Navicula radiosa*, *Meridion circulare*, *Fragilaria capucina*, *Surirella elegans*, *Stauroneis anceps*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Pinnularia major*, *Hantzschia amphioxys* türleri [55], Karamuk Gölü'nün; *Amphora ovalis*, *Aulacoseira granulata*, *Navicula radiosa*, *Halamphora veneta*, *Hantzschia amphioxys*, *Surirella ovalis*, *Stauroneis anceps*, *Mastogloia smithii* türleri Karagöl'de çalışma boyunca teşhis edilen türlerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Karagöl'de Chlorophyta divizyonu tür çeşitliliği bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Chlorophyceae sınıfına ait *Desmodesmus communis* türü her örnekleme döneminde sınıfın baskın türü olmuştur. Nadir görülen tür ise *Pediastrum tetras* olup sadece yaz örneklemesinde rastlanmıştır. Chlorophyta divizyonu üyelerine genellikle yaz ve sonbahar mevsiminde daha fazla rastlanmış olup diğer mevsimlerde de nadiren görülmüştür. Gölde Chlorophyta divizyonu *Desmodesmus communis*, *Desmodesmus protuberans*, *Desmodesmus intermedius*, *Desmodesmus abundans*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Eudorina elegans*, *Scenedesmus bicaudatus*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus acuminatus*, *Selenastrum bibraianum*, *Pandorina morum*, *Monoraphidium arcuatum*, *Ankistrodesmus fusiformis*, *Tetraëdron caudatum*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum simplex*, *Pediastrum tetras*, *Pediastrum dublex*, *Pediastrum duplex* var. *gracillimum*, *Actinastrum hantzschii*, *Dictyosphaerium pulchellum* türleri ile temsil edilmiştir. Dominant olarak bulunan *Desmodesmus communis* türünün Denizli- Muğla dağ gölleri [100], Karamuk Gölü [37], Gököy Gölü [54] ve Abant Gölü [42] gibi alanlarda, nadir görülen *Pediastrum tetras* türünün ise Hafik Gölü [56], Gököy Gölü [54], Gala Gölü [52] ve Abant Gölü [42] gibi araştırma alanlarında bulunduğu belirlenmiştir.

Karagöl'de Charophyta ve Euglenophyta divizyoları tür çeşitliliği bakımından üçüncü sırada yer almaktadırlar. Toplam tür sayısının %14'ünü Charophyta, %14'ünü Euglenophyta divizyoları oluşturmuştur. Charophyta divizyosuna ait 15 takson tespit edilmiştir. *Gonatozygon*, *Cosmarium*, *Netrium*, *Spirogyra*, *Mougeotia* ve *Staurodesmus* cinsleri 1 takson ile temsil edilir iken, *Staurastrum* cinsi 9 takson ile temsil edilmiştir. Gölde belirlenen Charophyta divizyosuna ait taksonlar; *Gonatozygon monotaenium*, *Cosmarium margaritatum*, *Netrium digitus*, *Spirogyra weberi*, *Mougeotia ventricosa*, *Staurodesmus mamillatus* var. *maximus*, *Staurastrum brachiatum*, *Staurastrum sexangulare*, *Staurastrum tetracerum*, *Staurastrum tohopekaligense*, *Staurastrum crenulatum* var. *britannicum*, *Staurastrum planctonicum*, *Staurastrum productum*, *Staurastrum manfeldtii* var. *parvum*, *Staurastrum arachne* şeklindedir. *Staurastrum tetracerum* hücre yoğunluğu en fazla olan tür olup yaz ve sonbahar örneklemelerinde dominant olduğu tespit edilmiştir. Kış ve ilkbahar örneklemelerinde de dominant olan türün *Staurastrum crenulatum* var. *britannicum* olduğu tespit edilmiştir. *Spirogyra weberi* sadece yaz örneklemeinde görülmüş olup diğer mevsimlerde rastlanmamıştır ve böylece Charophyta divizyosuna ait gölün en nadir bulunan türü kabul edilmiştir. *Spirogyra weberi* türü Palandöken Göleti [63], Abant Gölü [42], Eğirdir Gölü [8], Dağbaşı Gölü [50], Porsuk Göleti [64], [65], Gölköy Gölü [54] ve Karamuk Gölü [37] gibi birçok çalışma alanında bulunmasına rağmen Karagöl'de baskın durumda bulunan *Staurastrum tetracerum* türüne incelenen diğer araştırmalarda rastlanmamıştır.

Euglenophyta divizyosu *Trachelomonas* cinsine ait 5, *Euglena* cinsine ait 7 ve *Phacus* cinsine ait 3 takson ile temsil edilmiştir. Bu taksonlar; *Trachelomonas granulata*, *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas granulosa* var. *subglobosa*, *Trachelomonas cervicula*, *Trachelomonas hispida*, *Euglena anabaena*, *Euglena stellata*, *Euglena viridis*, *Euglena spirogyra*, *Euglena gracilis*, *Euglena clavata*, *Euglena proxima*, *Phacus obolus*, *Phacus pleuronectes*, *Phacus monilatus* var. *suecicus* şeklindedir. Gölde hücresel yoğunluğu en fazla olan ve tüm örneklemelerde baskın olarak bulunan türün *Trachelomonas volvocina* olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hücresel yoğunluğu en az olan ve sadece kış örneklemeinde rastlanılan türün ise *Euglena stellata* olduğu belirlenmiştir. *Trachelomonas volvocina* türü Abant Gölü [42], Karagöl [46], Palandöken Göleti [63], Porsuk Göleti [64], [65], Poyrazlar Gölü

[66], Uluabat Gölü [70] ve Yedigöller ve Abant Gölleri [73] gibi pek çok araştırmada yer alsa da *Euglena stellata* türüne incelenen çalışmalarda rastlanılmamıştır.

Cyanobacteria divizyonu toplam tür sayısının %7'sini oluşturmuş olup *Anabaena* cinsine ait 3, *Aphanizomenon* cinsine ait 2 ve *Oscillatoria* cinsine ait 1 takson ile temsil edilmiştir. Cyanobacteria divizyonuna ait olan türler; *Anabaena crassa*, *Anabaena flosaquae*, *Anabaena lemmermannii*, *Oscillatoria corallinae*, *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii*, *Aphanizomenon flosaquae* şeklindedir. Cyanobacteria divizyonuna ait olan türlere yaz, kış ve ilbahar mevsiminde yapılan örneklemelerde rastlanmış olup sonbaharda yapılan örneklemede hiç rastlanmamıştır. *Anabaena crassa* divizyo içerisinde hücresel yoğunluğu en fazla ve yaz örneklemede de baskın olan tür olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber *Anabaena flosaquae* türünün kış örneklemede ve *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii* türünün ilkbahar örneklemede baskın olduğu belirlenmiştir. *Aphanizomenon flosaquae* türünün ise bu divizyo içerisinde ender olarak görüldüğü belirlenmiştir. *Aphanizomenon flosaquae* türü Buldan Baraj Gölü [89] ve Dağbaşı Gölü [50] gibi çalışmalarda yer alırken *Anabaena crassa* türü Abant Gölü [42] ve Gölköy Gölü [54] gibi çalışmalarda yer almıştır.

Mioza divizyonu bir takson ile temsil edilmiştir. Bu takson *Ceratium hirundinella* olup mezotrofik göllerin karakteristik fitoplanktonundan biridir. [27] Ayrıca yapılan diğer çalışmalarda ılıman bölgelerde bulunan hipertrofik ve ötrofik özellikteki göllerde sonbahar mevsiminde *Ceratium hirundinella* türünün yoğun bulunduğu belirlenmiştir. [97] Ötrofik yapıda olan Karagöl'de *Ceratium hirundinella* türü yaz ve sonbahar örneklemelerinde bulunmasına rağmen kış ve ilkbahar örneklemelerinde rastlanmamıştır. Yaz örneklemede en yüksek hücresel yoğunluğa ulaşan bu tür sonbahar örneklemede düşüş yaşamış olup diğer mevsimlerde alınan örneklemelerde gözlemlenmemiştir. Ayrıca *Ceratium hirundinella* Buldan Baraj Gölü [89], Büyük Lota Gölü [47], Eğirdir Gölü [8], Hafik Gölü [56], Küçük Lota Gölü [60], Palandöken Göleti [63] ve Sapanca Gölü [25] gibi birçok araştırmada da tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

[1] Ongun, T., “Manyas kuş gölü fitoplankton komünite yapısı”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir, (2004).

[2] Gökmen, S., “Genel Ekoloji”, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, (2011).

[3] Özdamar, H., “İç Batı Anadolu bölgesinde yer alan bazı doğal göllerde bulunan sucul kınkanatlıların ekolojik ortamlarının bazı fiziksel parametrelere göre araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2011).

[4] Özyalın, S. ve Ustaoglu, M.R., “Kemer baraj gölü (Aydın) net fitoplankton kompozisyonunun incelenmesi” *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 25 (4), 275-282, (2008).

[5] Tanyolaç, J., *Limnoloji: Tatlısu Bilimi*, Ankara: Hatipoğlu Yayınevi, (2000).

[6] Duman, N. and Çiçek, İ., “The geomorphology of lake Erçek basin and the formation of the lake” *The Journal of International Social Research* 5 (20), (2012).

[7] Çetin, A.K. and Şen, B., “Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu dam lake”, *Turk J Bot*, 28, 279-285, (2004).

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

[9] Kalyoncu, H., “Isparta Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Ve Epilitik Diyatomelere Göre Belirlenmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1 (1-2), 14-25, (2006).

[10] Küçük, F., “Aşağı Sakarya Nehri Fitoplankton Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Erzurum, (2012).

[11] Geraldés, A.M., Boavida, M. J., “Limnological comparison of a new reservoir with one almost 40 years old which had been totally emptied and refilled”, *Lakes & Reservoirs: Research and management*, 4, 15-22.

[12] Sömek, H., “Adıgüzel Baraj Gölü’nün (Güney-Denizli) Fitoplankton Kompozisyonu”, Doktora tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2011).

[13] Akpınar, S., “Çalı Gölündeki Fitoplankton Türlerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı*, Kars, (2011).

[14] MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) Denizcilik- Plankton Laboratuvarı, (2008).

[15] Sömek, H., “Karagöl’ün (Yamanlar-İzmir) Makro Ve Mikro Alg’lerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı*, İzmir, (2004).

[16] Ilmavirta, V., “Dynamics of Phytoplankton in Finnish Lakes”, *Hydrobiologia*, 86, 11, (1982).

[17] Bozkurt, A., “Yenişehir Gölü (Reyhanlı, Hatay) Zooplanktonu”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 39-43, (2006).

[18] Kloet de, W.A., “The Primary Production of Phytoplankton in Lake Vechten”, *Hydrobiologia*, 95, 37, (1982).

[19] Haşimoğlu, A., “Fitoplanktonik Organizmaların Genel Özellikleri”, *Sumae Yunus Araştırma Bülteni*, (2009).

[20] Sommer, U., "The Impact of Light Intensity and Daylength on Silicate and Nitrate Competition Among Marine Phytoplankton", *Limnol. Oceanogr*, 39 (7), 1680-1688, (1994).

[21] Candan, A. Y., "Gaga Gölü Sulak Alanı (Fatsa, Ordu) Fitoplanktonu Ve Trofik Yapısı Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı*, Ordu, (2011).

[22] Soylu E. N., "Liman Gölü (Samsun-Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerinde Bir Araştırma", Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, (2006).

[23] Tümer, T., "Günlük Fitoplankton Değişimi İnciraltı, İzmir Körfezi", Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2012).

[24] Shi, T., Bibby, T. S., Jiang, L., Irwin, A.J., and Falkowski, P.G., "Protein interactions limit the rate of evolution of photosynthetic genes in cyanobacteria", *Molecular Biology and Evolution*, 22, (2005).

[25] Yılmaz, N., and Aykulu, G., "An Investigation On The Seasonal variation Of The Phytoplankton Density On The Surface Water Of Sapanca Lake, Turkey", *Pakistan Journal Of Botany*, 42 (2), 1213-1224, (2010).

[26] Reynolds, C. S., "Hydroecology of river plankton: the role of variability in channel flow", *Hydrological Processes*, 14, 3119-3132, (2000).

[27] Rawson, D.S., "Algal indicators of trophic lake types", *Limnology and Oceanography*, 1, 18-25, (1956).

[28] Gönüloğlu, A. and Obalı, O., "Seasonal Variations Of Phytoplankton Blooms İn Suat Uğurlu (Samsun-Turkey)", *Turkey Journal Of Botany*, 22, 93-97, (1998).

[29] Altuner, Z., Pabuçcu, K. ve Türkekul, İ., *Tohumuz Bitkiler Sistematigi*, 1, Tokat: Altan Matbaası, (2002).

[30] Aksoy, A., “Sera Gölü (Trabzon) Fitoplanktonu Ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı*, (2012).

[31] Newell, G. E. and Newell, R. E., *Marine Plankton*, London: Hutchinson Educational LTD, (1963).

[32] Türk, A. (ed.), *Bitki Sistematığı I*.

[33] Fakıoğlu, Ö., “Beyşehir Gölü’nün Fitoplankton Biyokütlesi Ve Tür Kompozisyonu”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı*, Ankara, (2010).

[34] Ongun-Sevindik, T., “Fitoplanktonik Organizmaların İkizcetepeler Ve Çaygören Barajlarında Mevsimsel Ve Dikey Dağılımlarının İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı*, Balıkesir, (2009).

[35] Calijuri, M. C., Dos Santos, A. C. A., Jati, S., “Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Bara Bonita, S.P.-Brasil)”, *Journal of Plankton Research*, 24 (7), 617-634, (2002).

[36] Ayvaz, M., Tenekecioğlu, E. ve Koru, E., “Afşar Baraj Gölü’nün (Manisa-Türkiye) Trofik Statüsünün Belirlenmesi”, *Ekoloji*, 20 (81), 37-47, (2011).

[37] Kıvrak, E., “Karamuk Gölü (Afyonkarahisar) Fitoplankton Kommunitésinin Mevsimsel Değişimi ve Bazı Fizko-kimyasal Özellikleri”, *Ege Üniveristesi Su Ürünleri Dergisi*, 28 (1), 9-19, (2011).

[38] Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M.S., “Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 119-127, (2008).

[39] Suthers, I. M., Rissik, D., “Plankton a guide to their ecology and monitoring for water quality”, (10.11.2016), <https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=7CuO46bc-IsC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Suthers,+I.+M.,+Rissik,+D.+2009.+Plankton+a+guid>

[e+to+their+ecology+and+monitoring+for+water+quality.+CSIRO+publishing,+Australia,+256+p.+&ots=uOpyyoYqjB&sig=jMsdg6iIxyKihRz317vNNCzw8w&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](http://www.csiro.au/pubs/2009/256p.htm), (2009).

[40] Landsberg, J.H., “The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms”, *Reviews in Fisheries Science*, 10, 113-390, (2002).

[41] Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli- Flores, L., Melo, S., “Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton”, *Journal of Plankton Research*, 24 (5), 417-428, (2002).

[42] Çelekli, A., Obalı, O. And Külköylüoğlu, O., “The Phytoplankton Community (except Bacillariophyceae) of Lake Abant (Bolu, Turkey)”, *Turkey Journal Botany*, 31, 109-124, (2007).

[43] Çelekli, A. And Külköylüoğlu, O., “Net Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) Composition of Lake Abant (Bolu)”, *Turkey Journal Botany*, 30, 331-347, (2006).

[44] Şahin, B., “Algal Flora of Lakes Aygır and Balıklı (Trabzon, Turkey)”, *Turkey Journal Botany*, 24, 35-45, (2000).

[45] Aysel, V., Gezerler-Şipal, U., Aysel, F., Erduğan, H. Ve Türker, E., “Barutçu Gölü’nün (Selçuk, İzmir, Türkiye) Mikro- ve Makro-algleri”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 1-11, (2002).

[46] Kolaylı, S. And Şahin B., “Benthic Algae (Except Bacillariophyta) and Their seasonal Variations in Karagöl Lake (Borçka, Artvin- Turkey)”, *Turkey Journal Botany*, 33, 27-32, (2009).

[47] Kasaka, E., “Büyük Lota Gölü (Hafik/Sivas)’nün Fitoplankton Toplulukları ve Su kalitesi”, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 36 (2), (2015).

[48] Aktan, Y., Gürevin, C. And Dorak, Z., “The effect of environmental factors on the growth and size structure of two dominant phytoplankton species in

Büyükçekmece Reservoir (İstanbul, Turkey)", *Turkey Journal Biology*, 33, 335-340, (2009).

[49] Akbulut, A. And Yıldız, K., "The Planktonic Diatoms of Lake Çıldır (Ardahan- Turkey)", *Turkey Journal Botany*, 26, 55-75, (2002).

[50] Şahin, B., "Epipellic and Epilithic Algae of Dağbaşı Lake (Rize-Turkey)", *Turkey Journal Botany*, 25, 187-194, (2001).

[51] Çağlar, M. And Pala, G., "Epiphytic and Epipsammic diatom communities of Gölbaşı Lake (Adıyaman- Turkey)", *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (3), 193-199, (2016).

[52] Öterler, B., Albay, M., Çamur- Elipek, B., Güher, H. And Kırgız, T., "Spatial and Temporal Distribution of Phytoplankton in Lake Gala (Edirne/Turkey)", *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16 (2), 71-80, (2015).

[53] Taş, B. Ve Çetin, M., "Gökgöl (Ordu-Türkiye)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi", *Ordu Üniversitesi Bilim Teknik Dergisi*, 1 (1), 73-82, (2011).

[54] Çelekli, A., Albay, M. And Dügel, M., "Phytoplankton (except Bacillariophyceae) Flora of Lake Gölköy (Bolu)", *Turkey Journal Botany*, 31, 49-65, (2007).

[55] Çelekli, A., "Net Diatom (Bacillariophyceae) Flora of Lake Gölköy (Bolu)", *Turkey Journal Botany*, 30, 359-374, (2006).

[56] Kılınç, S., "A Study in The Seasonal Variation of Phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey)", *Turkey Journal of Botany*, 22, 35-41, (1998).

[57] Kılınç, S., Sıvacı, E. R., "A Study on the Past and Present Diatom Flora of Two Alkaline Lakes", *Turkey journal of Botany*, 25, 373-378, (2001).

[58] Gezerler- Şipal, U., Balık, S. Ve Ustaoglu, M. R., "İkizgöl'ünün (Bornova, İzmir) Mikro ve Makro Alg Florası", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 13 (1-2), 183-190, (1996).

[59] Metin, G. Ve Cirik, Ş., “İzmir Körfezi Fitoplankton’undaki Kantitatif değişimler”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 16 (3-4), 363-374, (1999).

[60] Kasaka, E., “Küçük Lota Gölü’nün (Hafik/Sivas) Fiziksel – Kimyasal Özellikleri ve Fitoplankton Toplulukları”, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 35 (2), (2014).

[61] Aysel, V., Erduğan, H., Türker, E., Aysel, F., Gönüz, A., “Laka Deresi’nin (Bornova, İzmir, Türkiye) Makro ve Mikro Algleri”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (3-4), 307-317, (2001).

[62] Yerli, S. V., Kıvrak, E., Gürbüz, H., Manav, E., Mangıt, F. and Türkecan, O., “Phytoplankton Community, Nutrients and Chlorophyll a in Lake Mogan (Turkey); with Comparison Between Current and Old Data”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 95-104, (2012).

[63] Gürbüz, H. Ve Altuner, Z., “Palandöken (Tekederesi) Göleti Fitoplankton Topluluğu Üzerinde Kalitatif ve Kantitatif Bir Araştırma”, *Turkey Journal of Botany*, 24, 13-30, (2000).

[64] Gürbüz, H., Kıvrak, E. ve Sülün, A., “Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) Bentik Alg Florası Üzerinde Kalitatif ve Kantitatif Bir Araştırma”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 41-52, (2002).

[65] Gürbüz, H., Kıvrak, E. ve Sülün, A., “Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) Fitoplankton’u Üzerine Bir Araştırma”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 53-61, (2002).

[66] Ongun-Sevindik, T., Altundal, E., ve Küçük, F., “Poyrazlar gölü (Sakarya) Fitoplanktonunun Tür Kompozisyonu”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 283-290, (2015).

[67] Şahin, B., Akar, B. And Bahçeci, İ., “Species Composition and Diversity of Epipellic Algae in Balık Lake (Şavşat- Artvin, Turkey)”, *Turkey Journal of Botany*, 34, 441-448, (2010).

[68] Kıvrak, E. ve Gürbüz, H., "Tortum Gölü'nün (Erzurum) Bentik Alg Florasının Mevsimsel Değişimi", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (3-4), 307-313, (2006).

[69] Sivacı, E. R., Dere, Ş. ve Kılınç, S., "Tödürge Gölünün (Sivas) Epilitik Diatom Florasının Mevsimsel Değişimi", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2), 45-50, (2007).

[70] Karacaoğlu, D., Dere, Ş. ve Dalkıran, N., "A Taxonomic Study on the Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa)", *Turkey Journal of Botany*, 28, 473-485, (2004).

[71] Şahin, B., "A Study on the Benthic Algae of Uzungöl (Trabzon)", *Turkey Journal of Botany*, 22, 171-189, (1998).

[72] Sömek, H. And Ustaoglu, M. R., "Summer phytoplankton composition and trophic state index values of some mountain lakes in Western Anatolia (Denizli-Muğla)", *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (2), 121-128, (2016).

[73] Atıcı, T., ve Obalı, O., "Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) Fitoplankton'unun Mevsimsel Değişimi ve Klorofil-a Değerlerinin Karşılaştırılması", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (3-4), 381-389, (2002).

[74] Koçer, M. A. T. And Şen, B., "The seasonal succession of diatoms in phytoplankton of a soda lake (Lake Hazar, Turkey)", *Turkey Journal of Botany*, 36, 738-746, (2012).

[75] Adızel, Ö. And Durmuş, A., "A study on bird species under threat and avifauna of Erçek Lake (Van-TURKEY)", *Scientific Research and Essay*, 4 (10), 1006-1011, (2009).

[76] Egemen, Ö. ve Sunlu, U., "*Su kalitesi*", İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, (1999).

[77] Kayaalp, G.T. ve Polat, S., "Tüm Gözlemlenmiş ve Eksik Gözlemlenmiş Regresyon Modelinde Klorofil-a miktarının tahmini", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18, 529-535, (2001).

[78] Strickland, J. D. H. and Parsons, T.R., *A Practical Handbook of Seawater Analysis*, Fisheries Research of Canada, Bull. Ottawa, (1972).

[79] Husted, F., Bacillariophyta (Diatome) Heft. 10 (In: Pascher die Süßwasser Flora – Mitteleuropas), Gustav Fischer Dub. Jena, Germany, (1930).

[80] Geitler, L., Cyanophyceae. In Pascher (Heft 12), Die Süßwasser Flora Deutschland, Österreichs und der Schweiz, Jena Verlag Gustav Fischer, (1925).

[81] Huber- Pestalozzi, G., “Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie”, 4. Teil, Euglenophyceae, E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller) Stuttgart., (1969).

[82] Huber- Pestalozzi, G., “Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie, 7. Teil, 1Halffe Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales, E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller) Stuttgart., (1983).

[83] Bourrelly, P., Les Algues D'eau Douce Tome II: Les Algues Jounes et Brunnes Chrysophycees, Pheophycees, Xanthophycees et Diatomees, Ed. N. Boubée Paris, (1968).

[84] Bourrelly, P., Les Algues D'eau Douce Tome III: Les Algues Bleues et Rouges, Eugleniens, Peridiniens, et Cryptomonadines, Ed. N. Boubée Paris, (1970).

[85] Jensen, N.G., The Pennate Diatoms (Hustedt's “Die Kieselalgen, 2. Teil”), Koeltz Scientific Books, Koenigstein., (1985).

[86] Küçük, F., “Aşağı Sakarya Nehri Fitoplankton Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı*, ERZURUM, (2012).

[87] Sun, J. and Liu, D., “Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton”, *Journal of Phytoplankton Research*, 25, 1331-1346, (2003).

[88] Özdamar, H., “İç Bati Anadolu Bölgesinde Yer Alan Bazı Doğal Göllerde Bulunan Sucul Kinkanatlıların Ekolojik Ortamlarının Bazı Fiziksel Parametrelere Göre Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2011).

[89] Ustaoglu, M.R., Balık, S., Gezerler Şipal, U., Özdemir Mis, D., Aygen, C., “Buldan Baraj Gölü (Denizli) Planktonu ve Mevsimsel Değişimi”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27 (3), 113-120, (2010).

[90] Hepsöğütü, D., “Bafa Gölü’nün Makrobentik Organizmaları ve Bazı Fizikokimyasal Değişkenleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2012).

[91] Harper, D., “Eutrophication of fresh waters: Principles, problems and restoration” Chapman and Hall, London, UK., (1992).

[92] Bulut, S., Mert, R., Solak, K., Konuk, M., “Selevir Baraj Gölü’nün Bazı Limnolojik Özellikleri”, *Ekoloji*, 20 (80), 13-22, (2011).

[93] Taş, B., “Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi”, *Ekoloji*, 15 (1- 6), 60, (2006).

[94] Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. ve Töre, Y., “Karagöl’ün (Erzin- Hatay) Bazı Fiziko- Kimyasal Özellikleri”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 155-161, (2006).

[95] Koçer, M. A. T., Şen, B., “The seasonal succession of diatoms in phytoplankton of a soda lake (Lake Hazar, Turkey)”, *Turkey Journal Botany*, 36, 738- 746, (2012).

[96] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmî Gazete, 31 Aralık 2004, sayı: 25687, Ankara.

[97] Kangro, K., Laugaste, R., Noges, P. and Ott, I., “Long-term changes and seasonal development of phytoplankton in a strongly stratified, hypertrophic lake”, *Hydrobiologia*, 547, 91-103, (2005).

[98] Temel, M., "A study on Prokaryota (Cyanobacteria, Cyanoprokaryota) and Eukaryota algae in the Riva (Durusu) Stream, İstanbul, Turkey", *Hydrobiologica*, 8, 79- 90, (2006).

[99] Tezel Ersanlı, E. ve Gönüloğ, A., "Phytoplankton Dynamics and Some Physicochemical Variables in Cakmak Reservoir (Samsun, Turkey)", *MJAL*, 4 (1), 17- 25, (2014).

[100] Sömek, H. ve Ustaogđlu, M. R., "Yaz aylarında Batı Anadolu'nun bazı dağ göllerinin (Denizli- Muğla) fitoplankton kompozisyonu ve trofik durum indeksi değerleri", *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (2), 121- 128, (2016).

Ulaşım:

Niğde ili İç Anadolu ile Kuzey ve Batı Anadolu'yu güney ve doğuya bağlayan önemli demiryolu ve karayollarının kavşak noktasıdır. Ülkemizin dörtyanı ile ulaşım irtibatı vardır. Demiryolu bakımından, Batı Anadolu'yu doğu ve güney illerimize, Suriye ve Irak'a bağlayan demiryolunun üzerindedir. Konya-Adana demiryolu, Niğde'nin güneyinde Kardeş Gediğinde ikiye ayrılır. Bir kol Adana'ya bir kol Kayseri'ye gider. Ulukışla-Bor-Niğde Kayseri'ye giden demiryolu üzerindedir. Ankara'yı Adana'ya bağlayan E-5 karayolu Ulukışla'dan geçer. Burada ikiye ayrılıp, biri İçel'e diğeri Niğde'ye gider.

İklim ve Bitki Örtüsü:

Niğde ilinde sert kara iklimi hüküm sürer. Yazlar sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçer. Senenin 100 günü 0°C'nin altında seyreder. Senede 15 gün kar yağışlı geçip, ekseriya toprak 30 gün 30 cm karla örtülü kalır. Yazın 30 gün sıcaklık +30°C'nin üstünde geçer. Yıllık yağış ortalaması 350 mm civârındadır.

İl toprakları genel olarak bozkır görünümündedir. Orman varlığı çok azdır. İl topraklarının % 1,7'sini teşkil eder, fundalıklarla birlikte yüzde 3'e yükselir. İl topraklarının % 50'si ekili-dikili alanlar olup, buğday tarlaları, elma bahçeleri ve üzüm bağlarından; % 37'si çayır ve mer'alardan ibârettir. Geri kalanını ise, ekime müsait olmayan topraklar teşkil eder.

Sanayisi ve Sanayi Kuruluşları:

Niğde ilinde sanâyi 1980 senesinden sonra ve bilhassa son senelerde gelişmeye başlamıştır. 1964'te 10 kişiden fazla işçi çalıştıran sanâyi işyeri 3 iken, günümüzde bu sayı 50'yi aşmıştır.

Başlıca sanâyi kuruluşları; çimento fabrikası, Bor Şeker Fabrikası, un fabrikaları, peynir-tereyağ fabrikası, Niğde Meyvesuyu ve Gıdâ Sanâyii A.Ş., beton direk fabrikası, biriket-tuğla fabrikaları, Ulukışla Alçıtaşı İşletmesi, otomobil yedek parça (rotbaşı, rotel ve rot çubuğu) îmâl eden fabrika ve Birko Halı Fabrikası.

Tarım:

Niğde ilinin ekonomisi tarıma dayanır. Faal nüfusun % 70'i tarımla geçinir. Sanâyileşme son senelerde gelişmeye başlamıştır.

Niğde ili Anadolu'nun buğday ambarı sayılan 10 il arasında yer alır. Türkiye'de en çok elma bu ilde yetişir. Bunlara ilâveten baklagiller, ayçiçeği, patates, buğday, arpa, çavdar, fasulye, nohut, sarmısak ve şekerpancarı da yetişir.

Sebzecilik önemli değildir. Fakat meyvecilikte ileri durumdadır. Bor, Merkez ilçe, Çamardı ve Kemerhisar'da geniş elma bahçeleri vardır. Misket elması meşhurdur.

Bağcılık da önemli yer tutar. İç Anadolu'da üzüm yetiştirmede en önde gelen illerendir. Gübreleme, sulama, modern tarım araçlarının kullanılması ve ilâçlama hızla artmaktadır. Her çeşit üründe verim seneden seneye artmaktadır.

Hayvancılık:

Küçükbaş hayvancılığı önemlidir. Büyükbaş hayvan sayısı da artmaktadır.

Ormancılık:

Niğde ilinde orman varlığı çok azdır. Orman ve fundalıklar il topraklarının % 3'ünü kaplar. En çok rastlanan ağaç türü kayın, meşe, çam, dişbudak ve köknardır. Daha çok Aladağların eteklerinde olan ormanlar 2400 hektar arâziyi kaplar. Senede 4 bin m3 sanâyi odunu ile 5 bin ster yakacak odun elde edilir.

Madencilik:

Niğde ili mâden bakımından oldukça zengin sayılır. Başlıca mâden rezervleri demir, çinko, kurşun, civa, volfram, bakır, kükürt, gümüş, altın, antimon, kaolin ve alçıtaşıdır. Fakat işletilen mâden yatakları demir, çinko, antimon, kaolin ve alçıtaşıdır. Azot Sanâyi A.Ş. Ulukışla'daki alçıtaşı işletir. Senede yaklaşık 100 bin ton alçıtaşı çıkarılmaktadır.

Niğde Nüfus Yoğunluğu:

Niğde nüfusu 2016 yılına göre 351.468'dir.

Bu nüfus, 175.571 erkek ve 175.897 kadından oluşmaktadır.

Yüzde olarak ise: %49,95 erkek, %50,05 kadındır.

Yüzölçümü 7.400 km² olan Niğde ilinde kilometrekareye 47 insan düşmektedir. Niğde nüfus yoğunluğu 47/km²'dir.

	Yaş Grubu	Nüfus	Nüfus Yüzdesi
2016	0-4 Yaş	28.395	% 8,08
2016	10-14 Yaş	29.496	% 8,39
2016	15-19 Yaş	33.445	% 9,52
2016	20-24 Yaş	29.329	% 8,34
2016	25-29 Yaş	24.924	% 7,09
2016	30-34 Yaş	24.733	% 7,04
2016	35-39 Yaş	26.016	% 7,40
2016	40-44 Yaş	23.094	% 6,57
2016	45-49 Yaş	20.290	% 5,77
2016	50-54 Yaş	20.508	% 5,83
2016	55-59 Yaş	15.440	% 4,39
2016	5-9 Yaş	28.896	% 8,22
2016	60-64 Yaş	14.228	% 4,05
2016	65-69 Yaş	11.357	% 3,23
2016	70-74 Yaş	8.604	% 2,45
2016	75-79 Yaş	6.093	% 1,73
2016	80-84 Yaş	4.014	% 1,14
2016	85-89 Yaş	1.901	% 0,54
2016	90+ Yaş	705	% 0,20