



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZNİK GÖLÜ SU KALİTESİNİN FİTOPLANKTON İNDİSLERİ
KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Ayça OĞUZ

Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı

İçsular Biyolojisi Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Meriç ALBAY

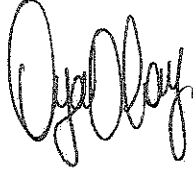
Mayıs, 2017

İSTANBUL


Bu çalışma 14.06.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, İçsular Biyolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi


Prof. Dr. Meriç ALBAY (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi


Prof. Dr. Oya OKAY
İstanbul Teknik Üniversitesi
Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri


Prof. Dr. Fatma ÇEVİK
Çukurova Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi


Doç. Dr. Serap KOŞAL ŞAHİN
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi


Doç. Dr. Ali ERTÜRK
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



20.04.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 41790 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Bu tez, 112Y209 numaralı TUBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında bana bu konuda çalışma fırsatı verip bana güvenen, yapmış olduğu çalışmalar ile bana daima yol gösteren, tez konumun seçimi, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Meriç ALBAY'a,

Araştırma ve tez yazım süreci boyunca her türlü desteğini hissettiğim ve özellikle mikroskop çalışmalarında bana şu ana kadar bildiklerimi öğreten, Prof. Dr. Reyhan AKÇAALAN ALBAY'a

Gerek laboratuvar çalışmalarında gerekse tez yazım aşamasında takıldığım her noktada hem bilgi birikimi hem de manevi desteği ile her zaman yanımda olan Uzman Dr. Latife Köker'e ve laboratuvar çalışmalarında bana destek olan çok sevgili arkadaşım Laborant Cansu ATAR'a

Arazi ve laboratuvar çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Zeynep DORAK, Yrd. Doç. Dr.Özcan GAYGUSUZ, Araş Gör. Dr. Cenk GÜREVİN ve Müh. Elif Ece SEREZLİ'ye,

Son olarak hayatımın her alanında beni destekleyen aileme ve her zaman yanımda olan Ahenk Deniz AYDIN ve Çağatay ÇAM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2017

Ayça OĞUZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. FİTOPLANKTON GENEL ÖZELLİKLERİ	4
2.2. FİTOPLANKTONUN SINIFLANDIRILMASI	5
2.3. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI	7
2.3.1. Bölgenin Coğrafik, Jeolojik ve Ekonomik Durumu	7
2.3.2. Bölge İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar	7
3. MALZEME VE YÖNTEM	10
3.1. ÖRNEKLERİN ALINMASI	10
3.1.1. Örnek Alma İstasyonları	10
3.2. FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZLER	13
3.3. FİTOPLANKTON ÖRNEKLEME, TEŞHİS VE SAYIMI	13
3.3.1. Fitoplankton Örnekleme.....	13
3.3.2. Fitoplankton Örneklerinin Teşhis ve Sayımı	13
3.3.3. Fitoplankton Örneklerinde Biyomas Değerlendirilmesi	14
3.4. FİTOPLANKTON SAYIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	14
3.4.1. Fitoplankton Sayım Sonuçlarının Frekans Değerlerinin Bulunması	14
3.4.2. Fitoplankton Sayım Sonuçlarının Fonksiyonel Gruplara Göre Değerlendirilmesi	15
3.4.3. Fitoplankton Sayım Sonuçlarının İndeksler Kullanılarak Değerlendirilmesi	17
3.4.3.1. Shannon Çeşitlilik İndeksi	17
3.4.3.2. Evenness (Düzenlilik) İndeksi	17

3.5. VERİLERİN İSTATİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ	18
3.5.1. Spearman Rank Korelasyon Analizi	18
4. BULGULAR	19
4.1. FİZİKOKİMYASAL BULGULAR	19
4.1.1. Sıcaklık.....	19
4.1.2. Çözünmüş Oksijen	20
4.1.3. pH.....	21
4.1.4. Elektriksel İletkenlik (Eİ).....	22
4.1.5. Toplam Çözünmüş Katı Madde	23
4.1.6. Seki Diski Derinliği	24
4.1.7. Nitrit+Nitrat Azotu (NO ₂ -N+NO ₃ -N).....	26
4.1.8. Orto Fosfat (o-PO ₄).....	27
4.1.9. Toplam Fosfor (TP)	28
4.1.10. Silika	29
4.1.11. Klorofil <i>a</i>	30
4.1.12. Toplam Azot (TNb)	32
4.2. FİTOPLANKTON ANALİZLERİ	33
4.2.1. İznik Gölü Fitoplankton Kompozisyonu ve Biyoması	33
4.2.2. İznik Gölü Fitoplankton Kompozisyonu Analizi.....	38
4.2.3. İznik Gölü Fitoplanktonunun Fonksiyonel Gruplara Göre Değerlendirilmesi	43
4.2.4. Fitoplankton Fonksiyonel Grupların Zamana Bağlı Değişimi.....	47
4.2.5. İznik Gölü Fitoplankton Bolluğunun İstatiksel Veriler Kullanılarak Değerlendirilmesi	51
4.2.5.1. Fitoplankton Bolluk Analizi.....	51
4.2.5.2. Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Evenness İndeksi.....	52
4.2.5.3 Spearman Rank Korelasyon Analizi	56
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	60
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1: İznik Gölü örnekleme istasyonlarının genel görünümü.	10
Şekil 3.2:İznik Gölü 1.istasyon kıyı bölgesi.	11
Şekil 3.3: İznik Gölü 2. İstasyon kıyı bölgesi.	11
Şekil 3.4:İznik Gölü 3.istasyon kıyı bölgesi.	12
Şekil 3.5:İznik Gölü 4.istasyon istasyonunun genel görünümü.	12
Şekil 4.1:İstasyonlarda 2013 yılında yüzey suyunda kaydedilen sıcaklık değerleri.	19
Şekil 4.2:İstasyonlarda 2014 yılında yüzey suyunda kaydedilen sıcaklık değerleri.	20
Şekil 4.3:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen çözünmüş oksijen değerlerinin zamana bağlı değişimi.	21
Şekil 4.4: Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen çözünmüş oksijen değerlerinin zamana bağlı değişimi.	21
Şekil 4.5:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen pH değerlerinin zaman bağlı değişimi.	22
Şekil 4.6:Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen pH değerlerinin zaman bağlı değişimi.	22
Şekil 4.7:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen iletkenlik değerlerinin zamana bağlı değişimi.	23
Şekil 4.8:Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen iletkenlik değerlerinin zamana bağlı değişimi.	23
Şekil 4.9:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen TÇKM değerlerinin zamana bağlı değişimi.	24
Şekil 4.10:Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen TÇKM değerlerinin zamana bağlı değişimi.	24
Şekil 4.11:Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen Seki Diski Derinliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.	25
Şekil 4.12:Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen Seki Diski Derinliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.	25

Şekil 4.13: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen NO_2+NO_3 'nin zamana bağlı değişimi.....	26
Şekil 4.14: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen NO_2+NO_3 'nin zamana bağlı değişimi.....	26
Şekil 4.15: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen o- PO_4 değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	27
Şekil 4.16: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen o- PO_4 değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	27
Şekil 4.17: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen TP değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	28
Şekil 4.18: Göl yüzey suyuda 2014 yılında ölçülen TP değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	28
Şekil 4.19: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen SiO_2 değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	29
Şekil 4.20: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen SiO_2 değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	29
Şekil 4.21: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	31
Şekil 4.22: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	31
Şekil 4.23: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen TNb değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	32
Şekil 4.24: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen TNb değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	32
Şekil 4.25: Göl yüzey suyunda 2013 yılında tespit edilen toplam fitoplankton biyomas değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	37
Şekil 4.26: Göl yüzey suyunda 2013 yılında tespit edilen toplam fitoplankton biyomas değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	37
Şekil 4.27: Göl yüzey suyunda 2013 yılında tespit edilen fitoplankton gruplarının % dağılımı.....	38
Şekil 4.28: Göl yüzey suyunda 2014 yılında tespit edilen fitoplankton gruplarının % dağılımı.....	38
Şekil 4.29: Göl yüzey suyunda 2013 yılı fitoplanton biyomasını oluşturan grupların zamana bağlı değişimi.....	40

Şekil 4.30: Göl yüzey suyunda 2013 yılı fitoplanton biyomasını oluşturan grupların zamana bağlı değişimi.	40
Şekil 4.31: Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 1.istasyonda zamana bağlı değişimi.	41
Şekil 4.32: Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 2.istasyonda zamana bağlı değişimi.	42
Şekil 4.33: Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 3.istasyonda zamana bağlı değişimi.	42
Şekil 4.34: Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 4.istasyonda zamana bağlı değişimi.	43
Şekil 4.35: 1.istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.	49
Şekil 4.36: 2.istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.....	49
Şekil 4.37: 3.istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.....	50
Şekil 4.38: 4.istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.	50
Şekil 4.39: 2013 -2014 yılı 1. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.	53
Şekil 4.40: 2013 -2014 yılı 2. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.	54
Şekil 4.41: 2013 -2014 yılı 3. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.	55
Şekil 4.42: 2013 -2014 yılı 4. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.	56
Şekil 5.1: Carlson Trofik İndeksine göre gölün trofik durumunun değerlendirilmesi.....	69
Şekil 5.2: İznik Gölü'nden alınan kepçe örneğinde görülen fitoplankterle beslenen bir <i>Ceriodaphnia</i> türü.....	70
Şekil 5.3: Siyanotoksin üretme potansiyeline sahip artış gösteren siyanobakteri türleri.....	74
Şekil 5.4: Gölde zaman zaman artış gösteren türler.	76

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Alg gruplarının dağılımı (Barsanti ve Gualtieri, 2006).	5
Tablo 2.2: Fitoplanktonun sınıflandırılması (Barsanti ve Gualtieri, 2006).	6
Tablo 3.1: Fitoplankton frekans değerleri	14
Tablo 3.2: Göl tiplerine göre fitoplankton Fonksiyonel Grupları (Reynolds ve diğ., 2002; Padisak ve diğ., 2009).	16
Tablo 4.1: İznik Gölünde tespit edilen fitoplankterler ve bulunma sıklığı.	34
Tablo 4.2: İznik Gölünde tespit edilen ortalamafitoplankton biyomas değerleri.....	37
Tablo 4.3: 2013 yılı fonksiyonel grupların istasyonlara bağlı yıllık toplam biyomas dağılımları.....	45
Tablo 4.4: 2013 yılı fonksiyonel grupların istasyonlara bağlı yıllık toplam biyomas dağılımları.....	46
Tablo 4.5: Baskın türlerin ortalama bolluk değerleri ve yüzdesi	52
Tablo 4.6: Belirlenen fonksiyonel grupların Sıcaklık ve Çözünmüş Oksijen parametreleri ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.	57
Tablo 4.7: Belirlenen fonksiyonel grupların İletkenlik ve Seki Diski parametreleri ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi	57
Tablo 4.8: Belirlenen fonksiyonel Grupların o-PO ₄ ve TP ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.....	58
Tablo 4.9: Belirlenen fonksiyonel Grupların Silika ve Kl-a ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.....	58
Tablo 4.10: Belirlenen fonksiyonel gruplar arasındaki Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.....	59
Tablo 5.1: Sıcaklık ve fiziko-kimyasallar arasındaki Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.	62
Tablo 5.2: Klorofil <i>a</i> ve besin tuzları arasında Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.....	65
Tablo 5.3: Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Seviye Sınır Değerleri.....	66

Tablo 5.4: İznik Gölü'nde çalışma periyodunca ölçülen değerlerin Yüzey Suyu Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi	66
Tablo 5.5: Carlson Trofik İndeksi sınır değerleri.....	68
Tablo 5.6: Aylara göre baskın türlerin biyomas yüzdesi.	71
Tablo 5.7: İstasyonlara göre yıllık ortalama Shannon çeşitlilik (H') ve Evenness (J') Değerleri	78
Tablo 5.8: 2013-2014 yılı Fitoplankton türlerinin bolluk ve Shannon, Evenness Değerleri.....	78



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
%	:Yüzde
°C	:Santigrad Derece
CO ₂	:Karbondiyoksit
H'	:Shannon Çeşitlilik İndeksi
Fe	:Demir
g/m ³	:Gram/ metreküp
J'	:Evenness İndeksi
KI	:Potasyum İyodür
mg/L	:Miligram/Litre
µg/L	:Mikrogram/Litre
µl	:Mikrolitre
µS	:Mikrosiemens
NO ₂ -N +NO ₃ -N	:Nitrit+Nitrat
O ₂	:Oksijen
o-PO ₄	:Orto-Fosfat
SO ₄	:Sülfat
SiO ₂	:Silikat

Kısaltmalar	Açıklama
AB	:Avrupa Birliği
AKM	:Askıda Katı Madde
CTI	:Carlson Trofik İndeksi
Ç.O	:Çözünmüş Oksijen
Eİ	:Elektriksel İletkenlik
ist	:İstasyon
km	:Kilometre
kl-a	:Klorofil- <i>a</i>
Org/L	:Organizma/ Litre
SÇD	:Su Çerçeve Direktifi
TÇKM	:Toplam Çözünmüş Katı Madde
TP	:Toplam Fosfor
TNb	:Bağlı Toplam Azot

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZNİK GÖLÜ SU KALİTESİNİN FİTOPLANKTON İNDİSLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Ayça OĞUZ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr.Meriç Albay

Sucul ekosistemin birincil üreticileri olan fitoplanktonun dağılımı, çeşitliliği ve gelişimi ortamdaki fiziko-kimyasal değişimlerden hızlı bir şekilde etkilenebilmektedir. Fitoplankton tür çeşitliliği ve yoğunluğu suyun trofik seviyesi hakkında bilgi vermektedir. Fitoplankton grubu Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'ne göre yüzey suların ekolojik durumunun değerlendirilmesi için önerilen 5 gruptan biri olarak kabul edilmiştir. Bu yüzden özellikle göl ve içme suyu rezervuarlarında fitoplankton tür kompozisyonu ve biyomas değerlerinin takip edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu amaçla İznik Gölü fitoplanktonu Ocak 2013 - Aralık 2014 tarihleri arasında incelenerek gölün trofik seviyesi hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Gölde bir istasyon göl ortası ve üçü kıyı istasyonu olmak üzere seçilen toplam 4 istasyondan aylık örneklemeler gerçekleştirilerek fitoplankton teşhis ve sayımları yapılmıştır. Fitoplankton analizleri ile eş zamanlı olarak su kalitesi ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, pH, İletkenlik, Toplam Çözünmüş Katı Madde, Seki Diski derinliği ölçümleri örnekleme anında; Nitrit+Nitrat Azotu (NO₂-N+NO₃-N), orto-fosfat (o-PO₄-P), Toplam Fosfor, klorofil-*a* (kl-*a*) ve Silika (SiO₂) analizleri ise laboratuvarında

gerçekleştirilmiştir. Fitoplankton grupları ve fiziko-kimyasal parametreler arasındaki ilişkinin Spearman Rank Korelasyon analizi ile açıklanması amaçlanmıştır.

İznik Gölü Fitoplanktonunu; Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta, Dinophyta ve Euglenophyta gruplarına ait toplam 90 tür oluşturmuştur. Göreceli olarak yüksek çeşitliliğe rağmen iki yıllık araştırma süresince sadece Cyanophyta ve Bacillariophyta gruplarına ait 6 tür farklı zamanlarda aşırı artışlar göstermiştir.

Elde edilen sonuçlarda, Shannon Çeşitlilik İndeksi analiz sonuçlarına göre ciddi ölçüde kirlenmiş sular kategorisine giren İznik Gölü'nün Carlson Trofik İndeksi ve Yüzey Suyu Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre mezotrofiden ötrofiye geçiş aşamasında olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte gölde tespit edilen fitoplankton fonksiyonel grupların genel olarak mezo-ötrofik suları temsil ettiği görülmüştür. Sonuç olarak; gölün barındırdığı fitoplankton türlerinin ekolojik istekleri, değerlendirilen indeks sonuçları ile uyumluluk göstermiş ve bazı fiziko-kimyasal parametreler ile pozitif korelasyon göstermiştir.

Mayıs 2017, 107. sayfa.

Anahtar kelimeler:Fitoplankton, Su Çerçeve Direktifi, İznik Gölü, Trofik Seviye, Su Kalitesi

SUMMARY

M.Sc. THESIS

DETERMINATION OF WATER QUALITY USING THE PHYTOPLANKTON INDICES IN LAKE IZNIK

Ayça OĞUZ

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Basic Sciences in Fisheries

Supervisor : Prof. Dr.Meriç ALBAY

Phytoplankton are primary producers of aquatic ecosystem and the composition, abundance and structure of the phytoplankton community can be quickly affected by the physico-chemical changes. The diversity and density of the phytoplankton provide information about the trophic level of the natural water. The phytoplankton has been accepted as one of the five biological elements to be used in the assessment of the ecological status of surface waters according to the EU Water Framework Directive. Therefore, monitoring of phytoplankton biomass and composition is very important, particularly in lakes and drinking water reservoirs.

Aim of this study was to examine İznik Lake phytoplankton community and obtain information about trophic level of the lake. For this purpose, between January 2013 to December 2014, water samples were collected from the surface water at 4 stations, one pelagic and four littoral regions, at regular monthly intervals. Phytoplankton identification and cell counting and water quality measurements were carried out. The Temperature, Dissolved Oxygen, pH, Conductivity, Total Dissolved Solid, Secchii Disk were measured in situ. Nitrite-Nitrate ($\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$), Ortho-phosphate ($\text{o-PO}_4\text{-P}$), Total phosphorus, Chlorophyll *a* (*chl-a*) and Silicate (SiO_2) analyses were performed in

the laboratory. The relationship between phytoplankton groups and physicochemical parameters was explained by Spearman Rank Correlation Test.

The phytoplankton of İznik Lake consisted of total of 90 taxa belonging to Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta, Dinophyta and Euglenophyta. Despite the relatively high diversity, only 6 species of Cyanophyta and Bacillariophyta reached high numbers at seasonally.

According to Shannon Diversity Index analysis results, İznik Lake can be classified on contaminated water category. However, according to Carlson Trophic Index and Surface Water Quality Management Regulation, the lake was in the mesotrophic to eutrophic transition stage. It was found that phytoplankton functional groups identified in the lake generally represent meso-eutrophic waters. The ecological requirements of the phytoplankton species which were found in the lake showed a positive correlation with some physicochemical parameters.

May 2017,107pages.

Keywords:Phytoplankton, Water Framework Directive, Trophic Level, İznik Lake, Water quality

1. GİRİŞ

Su; ikame edilemeyen, yaşayan tüm canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. Ancak son yıllarda hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak ortaya çıkan kirleticiler su kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden dengesini bozarak, su kaynakları için büyük tehdit oluşturmaktadır. İnsanların içme suyu olarak kullandıkları tatlı su kaynaklarının büyük bölümü göllerde bulunmaktadır.

Geçmiş yıllarda su kalitesinin belirlenmesinde daha çok fiziksel ve kimyasal parametrelerin kullanıldığı görülmektedir. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalarda sadece fiziksel-kimyasal değişkenleri kullanmanın yeterli olmadığı anlaşılmıştır. İçinde belli canlıları barındıramayan bir sucul ortamın insanlar için de kullanılabilir bir kaynak oluşturamayacağı düşüncesiyle suların biyolojik yönden incelenmesi ile ilgili yapılan çalışmalara da ağırlık verilmiş ve su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik çalışmaların önemi anlaşılmıştır.

Geçmiş yıllarda, Avrupa'da su kaynaklarının izlenmesinde çok farklı yöntemler kullanılmıştır. Ancak ekolojik kaliteyi kapsayan bir direktife ihtiyaç duyulması nedeniyle Su Çerçeve Direktifi hazırlanmıştır (Fakıoğlu ve diğ., 2011). Sucul ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir su kullanımının sağlanmasını hedefleyen Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Birliği ülkeleri tarafından 2000 yılında kabul edilmiştir (Anonymous, 2000). Su Çerçeve Direktifi, geniş bir kavrama sahip olup Avrupa'nın yüzey ve yeraltı suları için sürdürülebilir yönetim stratejileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Direktifte suların ekolojik durumunun belirlenmesinde canlı organizmaların indikatör olarak kullanımı önem taşımaktadır. Su Çerçeve Direktifi'nde fitoplankton toplulukları, yüzey sularının ekolojik durumunun değerlendirmesi için önerilen 5 gruptan biri olarak kabul edilmiştir (Padisak ve diğ., 2006).

Fitoplankterler sucul ekosistemin birincil üreticileridir ve besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Fitoplankton dağılımı, çeşitliliği ve gelişimleri ortamdaki fiziko-kimyasal değişimlerden hızlı bir şekilde etkilenebilmektedir. Özellikle sularda besin tuzu artışları

aşırı alg artışlarına yol açarak ötrofikasyoneden olmaktadır. Bu yüzden fitoplankton, ötrofikasyonun ve su kirliliğinin göstergesi olarak da kabul edilmektedir (Ilmavirta, 1982). Fitoplankton tür çeşitliliği ve yoğunluğu sucul ortam ve su kalitesi hakkında bilgi vermektedir (Taş ve Gönüloğlu, 2007). Türkiye’de göllerin biyolojik çeşitliliğinde önemli rol oynayan fitoplanktonun tür kompozisyonu, mevsimsel değişimleri ve bunları etkileyen bazı ortam faktörleri üzerine pek çok araştırma vardır (Albay ve diğ., 2003a; Aykulu, 2006; Aktan, 2006; Akçaalan ve diğ., 2006; Çelik ve Ongun, 2006; 2008; Sömek ve diğ., 2008; Gürbüz ve diğ., 2009; Fakıoğlu ve diğ., 2011; Akçaalan ve diğ., 2014).

Fitoplankton topluluklarının su ortamlarının ekolojik durumunun belirlenmesi ile ilgili çalışmalar eski zamanlara dayanmaktadır. Pankin (1941; 1945) uzun yıllar alg topluluklarının sınıflandırılması için bazı yaklaşımlar geliştirmiş fakat bu yaklaşımlar genel bir kabul görmemiştir. Padişak ve diğ. (2006) bu durumun fitoplankton topluluklarının dinamik özellikleri, tatlı su ekosisteminin habitat çeşitliliği ve fitocoğrafik farklılıklardan kaynaklandığını açıklamıştır. Sommer (1986), Alp göllerinin tür kompozisyonları ve mevsimsel değişimlerinde yüksek benzerlikler bulmuştur. Reynolds (1980; 1997) ise Kuzeydoğu İngiltere göllerinden elde ettiği fitoplankton verilerine klasik bir fitososyolojik yaklaşım uygulamış ve fonksiyonel grup adını verdiği çeşitli tür toplulukları tanımlamıştır. Reynolds ve diğ. 2002, göllerde biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerin farklı kombinasyonlarında farklı fitoplankton gruplarının bulunduğunu bildirmiş ve göl tiplerine göre 33 fonksiyonel grup tanımlayarak her birini alfanümerik semboller (kodlar) ile simgelemiştir. Padişak ve diğ. (2003; 2009) bu fonksiyonel grupları güncelleyerek bu tür gruplarının göl ortamında çeşitli biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklere göre (karışım tabakasının derinliği, ışık, sıcaklık, P, N, Si, CO₂ ve grazing baskısı) gereksinimleri belirlemiştir. Padişak ve diğ. 2006, fonksiyonel grupları kullanarak suyun kalitesini belirlenmesinde beş aşamalı nitelendirilmeye dayalı ($5 \geq Q \geq 0$) Q İndeksini geliştirmiştir.

Dünyadaki su kaynaklarının sadece %2,4’ü tatlısu karakterindedir ve bu suyun yaklaşık % 0,01’i göllerde bulunmaktadır (Kira ve Sazanami, 1991). Bu sebeple su kaynaklarının amacına uygun olarak korunup, sürdürülebilir kullanımını sağlamak hayati önem taşımaktadır. Aynı ölçüde, biyolojik izleme yöntemi olarak kullanılan fitoplankton

topluluklarının, su kalitesinin belirlenmesinde, ortamdaki fiziksel ve kimyasal parametreler ile birlikte değerlendirilmesi günümüzde çok daha önemli hale gelmiştir.



2. GENEL KISIMLAR

2.1. FİTOPLANKTON GENEL ÖZELLİKLERİ

Fitoplankterler sularda primer su bitkileri olarak tanımlanan alglerin önemli bir bölümünü oluştururlar. Genellikle çok küçük boyutlardadırlar. Algler göl, deniz, akarsular ve karasal bölgeler gibi geniş bir habitat çeşitliliğine sahiptir. (Tablo 2.1). Planktonik, genellikle tek hücreli, kutup bölgelerindeki buzun altı dahil olmak üzere ışığın olduğu bütün alanlarda bulunabilen algler, sediman üzerinde ya da içerisinde bulunabildikleri gibi sığ göllerde derinlikle birlikte azalan ışığa kolay adapte olurlar.

Algler fotosentetik organizmalar olarak, zengin biyolojik çeşitliliğe sahip sucul ekosistemlerin üyeleri içerisinde önemli bir grubu temsil etmektedirler. Yapılarındaki pigmentleri sayesinde karbondioksit ve suyu ışığın etkisi ile karbonhidratlara çevirirler, böylece su ortamındaki besin değerinin ve çözünmüş oksijen oranının artmasını sağlayarak besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Dünya üzerinde suların kapladığı alan dikkate alındığında, algler toplam birincil üretimin büyük bir kısmını karşılarlar. Fitoplankterlerin morfolojileri çok çeşitlilik gösterir. Bu organizmalar tek hücreliden, kolonial forma, iplikli biçimden şeritsi, yapraksı ve ağaçsı biçimlere kadar farklı dış görünüşlerde olabilirler (Sömek ve Balık, 2009).

Tablo 2.1: Alg gruplarının dağılımı (Barsanti ve Gualtieri, 2006).

Divizyo	Yaygın ismi	Bulunduğu ortam			
		Deniz	Tatlı su	Karasal	Simbiyotik
Cyanophyta	Mavi-yeşil alg	Evet	Evet	Evet	Evet
Prochlorophyta	-	Evet	Tespit edilmedi	Tespit edilmedi	Evet
Glaucophyta	-	Tespit edilmedi	Evet	Evet	Evet
Rhodophyta	Kırmızı alg	Evet	Evet	Evet	Evet
Bacillariophyta	Altın sarısı alg	Evet	Evet	Evet	Evet
	Sarı-Yeşil alg				
	Diatom				
	Kahverengi alg				
Haptophyta	Kokolit	Evet	Evet	Evet	Evet
Cryptophyta	-	Evet	Evet	Tespit edilmedi	Evet
Chlorarachniophyta	-	Evet	Tespit edilmedi	Tespit edilmedi	Evet
Dinophyta	Ateş rengi algler	Evet	Evet	Tespit edilmedi	Evet
Euglenophyta	-	Evet	Evet	Evet	Evet
Chlorophyta	Yeşil algler	Evet	Evet	Evet	Evet

2.2. FİTOPLANKTONUN SINIFLANDIRILMASI

Taksonomi, her geçen gün yapılan genetik ve moleküler temelli çalışmalar nedeniyle sürekli ve hızlı değişim içindedir. Bu nedenle kolayca kabul edilebilir bir alg sınıflandırma sistemi yoktur. Geleneksel mikroskopik sınıflandırma çalışmalarında tutarsızlıklar olabilmesine rağmen organizmanın genel karakterini ve sınıfının belirlenmesinde hala büyük önem taşımaktadır. Çalışmalarda bilgi birikimi arttıkça taksonomik görüşler değişebilir ancak genel yapısına bakıldığında bu çalışmalar VanDen Hoek ve diğ. (1995), Bold ve Wynne (1978), Graham ve Wilcox (2000) ve South ve Whittick (1987) temeline dayanarak oluşturulmuştur.

Prokaryotik algler; Cyanophyta ve Prochlorophyta grubu üyeleri ile temsil edilirken ökaryotik algler; Glaucophyta, Prasinophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Raphidophyta, Xanthophyta, Eustigmatophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Haptophyta, ve Dinophyta grupları ile temsil edilmektedir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Fitoplanktonun sınıflandırılması (Barsanti ve Gualtieri, 2006).

Üst Alem	Alem	Sube	Sınıf	Takım
Prokaryota	Eubacteria	Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcales Oscillatoriales Nostocales
		Prochlorophyta	Prochlorophyceae	Prochlorales
Eukaryota	Chromista	Glaucophyta	Pedinophyceae Prasinophyceae	Pedinomonadales Chlorodendrales Pyramimonadales Scourfieldiales
		Chlorophyta	Chlorophyceae	Tetrasporales Volvocales Chlorococcales Ulotrichales Zygnematales
		Euglenophyta		Eutreptiales Euglenales
		Cryptophyta		Cryptomonadales
		Raphidophyta		Raphidomonadales
		Xanthophyta		Mischococcales Tribonematales
		Eustigmatophyta		
		Chrysophyta	Chrysophyceae Dictyochophyceae Synurophyceae	Chromulinales Hibberdiales Pedinellales Synurales
		Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Biddulphiales Bacillariales
		Haptophyta	Haptophyceae	Pavlovaes Prymnesiales Coccolithophoridales
		Dinophyta	Dinophyceae Adinophyceae	Gymnodiniales Gonyaulacales Peridinales Phytodinales Prorocentrales

2.3. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI

2.3.1. Bölgenin Coğrafik, Jeolojik ve Ekonomik Durumu

Türkiye'nin beşinci büyük gölü ve Marmara Bölgesi'ndeki en büyük göl olan İznik Gölü, Marmara Denizi'nin kuzey-doğusunda, Bursa ili sınırları içerisinde, İznik ve Orhangazi ilçeleri arasında yer alır. İznik Gölü tektonik kökenli, yüksek alkali özelliğe sahip monomiktik bir göldür. Uzunluğu yaklaşık 32 km, genişliği 12 km, denizden yüksekliği ise 85 m'dir. Gölün yüz ölçümü 310 km² ve maksimum derinliği 80 m olarak bildirilmiştir (Yağcı ve Ustaoglu, 2012).

Göl havzasının akarsularını Ulupınar, Anaçayır, Oluk, Köy, Gölayağı, Hamam, Sölöz, Kuzuluk, Kurşunlu, Ambar, Çaylak, Şaraphane, Deliktaş, Kıran, Pınarbaşı, Koyun, Karasu ve Kuru Dereleri oluşturmaktadır (Türkmen ve diğ., 2010). Derelerin debileri Haziran – Ekim ayları arasında kayda değer miktarlarda azalmakta, bazıları ise tamamen kurumaktadır.

Çevredeki ekonomik faaliyetlerin başında tarım gelmektedir. Tarımda mücadelelerde kullanılan ilaçların yağmur ve kar suları ile göle ulaşması ve uzun süre bozulmadan ortamda kalması ekolojikdengenin bozulmasına neden olabilmektedir. Ayrıca göl çevresinde bulunan zeytin, meyve ve sebze bahçeleri için gölden su çekilmekte ve özellikle yaz aylarında göl seviyesi düşmektedir. Bunun dışında endüstride kullanılmak üzere de gölden su çekilmektedir (Ongan 1982; Aktan, 1996; DSİ, 1997).

İznik, Marmara Bölgesi'nde işlek yolların olduğu bir bölgede yer almakta, batısından yük ve yolcu trafiğinin yoğun olduğu İstanbul-Bursa karayolu geçmektedir(Darkot ve Tuncel,1981).

Marmara ikliminin hakim olduğu gölde, hava sıcaklığı en düşük sıcaklık Ocak, en yüksek Temmuz ve Ağustos aylarında ölçülmektedir (Meşeli, 2010).

2.3.2. Bölge İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

İznik Gölü'nde 1990'lı yıllara kadar yapılmış çalışmalar genellikle balıkçılık yönünden olmuş, bunların dışında ayrıntılı biyolojik temelli çalışmalar yapılmamıştır (Aktan,

1996). İznik Gölü ile ilgili ilk kayıtlara Deveciyan (1915)'ın çalışmasında rastlanmıştır. Gölün detaylı jeolojisi Chaput (1936) tarafından çıkarılmıştır.

Albay (1996) ve Aktan (1996),'nın çalışmalarıyla birlikte gölün biyolojik açıdan incelenmesine ağırlık verilmeye başlanmıştır. Albay (1996), "İznik Gölü Kirlenme Düzeyinin Biyolojik Yönden İncelenmesi" adlı doktora tezinde doğal ortamda incelenen perifiton topluluklarının mevsimsel değişimi, su kalitesi perifiton ilişkisinin araştırılması, topluluğu oluşturan komuniteler arasındaki ilişki ve rekabeti epifitik bitki ve hayvanların makrofitler üzerindeki seçiciliğini ve epifitik algler üzerindeki grazing etkisini araştırmayı amaçlamıştır. İznik Gölü'ndeki yüksek bitkilerin üzerinin bazı mevsimler çok yoğun olarak alglerle kaplandığını ve konakçı bitkinin tanınmaz duruma geldiğini belirtmiştir. Ayrıca besin tuzlarını göle taşıyan ve en büyük kirlenici kaynak olan derelerden başka gölü çevreleyen bahçe ve tarım arazilerinden de yüksek miktarlarda besin tuzlarının göle karıştığını vurgulamıştır. Aktan (1996), "İznik Gölü'nün Kıyı Bölgesi Sedimanları Üzerinde Yaşayan Alg Toplulukları" adlı Yüksek Lisans Tezinde İznik Gölü kıyı bölgesi sedimanları üzerinde yaşayan alg topluluklarının kompozisyonu, yoğunlukları, mevsimsel değişimleri ve bunları etkileyen bazı fiziksel ve kimyasal faktörlerini incelemiş, araştırma sonucunda; sediman üzerinde Bacillariophyta üyelerinin dominant olduğunu bunu sırasıyla Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chryptophyta ve Dinophyta üyelerinin takip ettiğini belirtmiştir

Özuluğ ve diğ. (2005), İznik gölü balık faunası hakkındaki çalışmasında, gölde 19 balık türünün bulunduğunu saptamışlardır. Acıpınar (2005), Yüksek lisans tezinde İznik Gölü'nde Levkit balığının yaş-ağırlık dağılımını ele almış ve diğer yerlere kıyasla bu balığın yeterli düzeyde beslenemediğini belirtmiştir. Gaygusuz ve diğ. 2007, *Carassius gibelio* balık türünün İznik Gölü'ndeki dağılımını, Özeren (2009), ise *Atherina boyeri* türünün İznik Gölü'ndeki büyüme ve üreme biyolojisini araştırmıştır. Yağcı ve Ustaoglu (2012), İznik Gölü zooplanktonu üzerine yaptığı çalışmada Rotifera'dan 35, Cladocera'dan 14 ve Copepoda'dan 5 olmak üzere toplam 54 takson teşhis etmiş ve çalışma sonucunda $Q_{\text{Brachionus/Trichocerca}}$ indeksine göre ($Q = 0.8$) gölün trofik seviyesinin oligotrof olduğunu belirtmiştir.

Gölün su kalitesi ile ilgili olarak 1990'lı yılların başından itibaren aşırı alg artışları rapor edilmesine rağmen, bu yıllarda gölde siyanobakteri ve ürettiği siyanotoksin

çalışmalarına çok fazla yer verilmemiştir. İlk önemli *Anabaena* artışı 2001 yılında tespit edilmiş ve bu aşırı artışı takiben kıyı bölgesinde çok sayıda kuş ve balık ölümleri görülmüştür. Albay ve diğ. (2003b), siyanobakteriyel toksin olan hepatotoksinin İznik, Sapanca ve Taşkısı göllerinde derinliğe bağlı profillerini araştırdığı çalışmasında, *Planktothrix rubescens* türünün ürettiği siyanobakteriyel toksinin Türkiye tatlısularındaki ilk kaydını vermiştir. Daha sonra, Akcaalan ve diğ. (2006), İznik Gölü'nde bulunan *Planktothrix rubescens* türünü izole ederek elde ettiği tek bir filament üzerinden siyanotoksin ölçümleri gerçekleştirmiştir. Yine Akcaalan ve diğ. (2009), toksik siyanobakteri türü olan *Nodularia spumigena*'nın İznik Gölü'ndeki fenotip ve toksikolojik karakterini incelemiş, bunun sonucunda Nodularin toksininin farklı bir varyasyonunu tespit ederek toksik olan *N.spumigena* türünün Avrupa tatlısularındaki ilk kaydını vermiştir. Son on yıldan beri özellikle Mayıs–Eylül ayları arasında gölde kayda değer miktarlarda siyanobakteri artışları kaydedilmeye devam etmektedir (Akcaalan ve diğ., 2014b).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÖRNEKLERİN ALINMASI

İzmit Gölü'nde örnekleme Ocak 2013- Aralık 2014 tarihleri arasında aylık periyotlarda yapıldı. Su örnekleri yüzey – 0,5 m derinlikten alındı. Gölden alınan su örnekleri soğuk zincir ile korunarak aynı gün İstanbul Üniversitesi İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı Limnoloji Laboratuvarı'na taşındı.

3.1.1. Örnek Alma İstasyonları

Araştırma alanında biri göl ortası 3'ü kıyı istasyonu olmak üzere toplam 4 istasyon belirlenmiştir.



Şekil 3.1: İzmit Gölü örnekleme istasyonlarının genel görünümü.

1. istasyon gölün kuzeybatısındaki ($40^{\circ}28'17.28''K$; $29^{\circ}20'32.31''D$) Orhangazi ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Örnekleme Orhangazi deresinin göle döküldüğü alanın yaklaşık 1 km açığında gerçekleştirilmiştir. Bu dere Orhangazi İlçesi'nin muhtelif evsel atıkları ve çevredeki tarımlardan kaynaklanan tarımsal kirleticileri göle taşımaktadır. Gölün girişi sığ ve sazlıklarla kaplıdır.



Şekil 3.2: İznik Gölü 1. istasyon kıyı bölgesi.

2. istasyon gölün kuzeyindeki ($40^{\circ}28'30.07''K$; $29^{\circ}35'7.34''D$) Boyalıca yerleşim yeri kıyısının yaklaşık 2 km açığında yer almaktadır. İstasyon kıyısında yaklaşık 2.000 kişinin yaşadığı yerleşim alanı mevcuttur. Bahar ve yaz aylarında bu istasyon bölgesinden tarım arazilerini sulama için su çekilmektedir (Aktan 1996).



Şekil 3.3: İznik Gölü 2. İstasyon kıyı bölgesi.

3. istasyon gölün güneyindeki ($40^{\circ}23'38.47''K$; $29^{\circ}30'37.46''D$) Narlıca yerleşim yeri yakınında, Narlıca deresinin göle ulaştığı alanın yaklaşık 2 km açığında yer almaktadır. İstasyon Gemlik ve İznik ilçelerini birbirine bağlayan yolun yaklaşık 300-400 m uzağında bulunmaktadır ve yol ile göl arasında zeytinlikler yer almaktadır. Yolun diğer tarafında ise yerleşim yerleri mevcuttur. Gölün girişi yoğun sazlık ile kaplıdır.



Şekil 3.4:İznik Gölü 3.istasyon kıyı bölgesi.

4. istasyon ($40^{\circ}26'31.00''K$; $29^{\circ}32'3.76''D$) Boyalıca ve Narlıca istasyonlarının arasında, gölün orta noktası sayılabilecek bir noktada yer almaktadır. Örnekleme noktası derinliği 50 m civarında ölçülmüştür.



Şekil 3.5:İznik Gölü 4.istasyon istasyonunun genel görünümü.

3.2. FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZLER

Sıcaklık, pH, Çözünmüş Oksijen (ÇO), iletkenlik ve Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇKM) analizleri örnekleme sırasında YSI marka multiparametre cihazı ile ölçüldü. Suyun ışık geçirgenliği Secchi disk kullanılarak belirlendi.

Orto-fosfat (Standard Methods 4500-P-G; 2005), Toplam Fosfor (Standard Methods 4500 P-J; 2005), Nitrat+Nitrit Azotu (Standard Methods 4500-NO₃-E/ 4500-NO₂-B ; 2005), Silika (Standard Methods 4500-SiO₂-C), Askıda Katı Madde (AKM) APHA AWWA (1989)'a göre, klorofil-*a* analizleri Nusch (1980) yöntemine göre yapıldı. Toplam Azot (TN) EPA 415,1 and ISO - CEN EN 1484'e göre yapılmıştır. Fotik zon Secchi diski derinliğinin 2,8 ile çarpımı ile hesaplandı.

3.3. FİTOPLANKTON ÖRNEKLEME, TEŞHİS VE SAYIMI

3.3.1. Fitoplankton Örnekleme

Fitoplankton analizi için alınan yüzey suyu örnekleri, su sızdırmayan 100 ml'lik kaplarda Lugol çözeltisi eklenerek muhafaza edildi (TS EN 15204). Ayrıca örnekleme sırasından kalitatif analiz için bir plankton kepçesi ile yatay çekim yapılarak laboratuvar ortamında canlı örnekler üzerinden teşhis yapıldı.

Asidik Lugol çözeltisinin hazırlanması: Fitoplankterlerin çöktürülmesi ve sayımı için kullanılan Lügol çözeltisi için; 100 g KI (Potasyum İyodür) 1 L saf suda çözülmüş, 50 g kristalize iyot eklendi. Çözünene kadar karıştırılmış ve 100 ml glasiyal asetik asit eklendi. Daha sonra 1 L su örneğine 5 ml Lugol çözeltisi eklenerek örnekler karanlıkta ve soğukta en az 24 saat beklemeye bırakıldı

3.3.2. Fitoplankton Örneklerinin Teşhis ve Sayımı

Lügol eklenen su örnekleri yaklaşık 36 saat beklemeye bırakılmış, daha sonra üstte biriken fitoplanktondan arındırılmış kısım atılmış, dipte kalan 5 veya 10' ml'lik fitoplanktonca zengin tortu sayım tüplerine aktarılmıştır. Fitoplankton sayımları, Zeiss

marka trinoküler ve inverted mikroskopla ve Axiovision Rel4.7 görüntüleme sistemi kullanılarak Utermöhl (1958) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Fitoplankton türlerinin teşhisinde; Lind ve Brook (1980), Komarek ve Fott (1983), John ve diğ. (2002), Komarek ve Anagnostidis (1986, 1989, 2005, 2008), Krammer ve Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b)'e ait teşhis anahtarlarından faydalanılmıştır. Teşhis edilen fitoplankton türlerinin fotoğrafları çekilmiştir.

3.3.3 Fitoplankton Örneklerinde Biyomas Değerlendirilmesi

Alg ve siyanobakteri biyohacimleri Hillebrand (1999), Sun ve Liu (2003) çalışmalarına göre her taxon için en yakın geometrik şeklin formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Biyohacim hesabında her bir tür için en az 20 birey üzerinde ölçüm yapılarak elde edilen ölçüm sonuçları, hücrenin geometrik şeklinde formüle yerleştirilmiş ve bir birey için hacim hesaplanmıştır. Hücre hacmi mm^3/m^3 alg biyokütlesinin 1 mg yaş ağırlık/ m^3 'e eşdeğer olduğu varsayılarak biyokütleyle dönüştürülmüştür.

3.4.FİTOPLANKTON SAYIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

3.4.1.Fitoplankton Sayım Sonuçlarının Frekans Değerlerinin Bulunması

İzmit Gölü sayım sonuçlarına göre gölde örnekleme periyodu boyunca teşhis edilen fitoplankton türlerinin kaç ay boyunca gölde bulunduğu belirlenerek frekans değerleri hesaplanmıştır. Gölde 20-23 ay boyunca bulunan türlerin yüzde oranı 80-100, frekans değeri ise 5 olarak hesaplanırken, gölde 1-4 ay boyunca bulunan türlerin yüzde oranı 0-20, frekans değeri ise 1 olarak hesaplanmıştır (Bagheri ve diğ., 2012) (Tablo 3.1)

Tablo 3.1: Fitoplankton frekans değerleri

Bulunma yüzde oranı%	Bulunma frekansı	
0 - 20	1	Çok nadir
20 - 40	2	Nadir
40 - 60	3	Zaman zaman
60 - 80	4	Sık
80 - 100	5	Çok sık

3.4.2. Fitoplankton Sayım Sonuçlarının Fonksiyonel Gruplara Göre Değerlendirilmesi

Reynolds ve diğ. (2002) ve Padissak ve diğ. (2009), gerçekleştirdikleri çalışmalarda göl tiplerine göre 39 farklı fitoplankton fonksiyonel grupları tanımlamış ve her birini alfabetik kodlar ile simgelemiştir. Alfabetik kodlarla simgelenen fonksiyonel grupların her biri farklı göl tiplerini ve fitoplankton cinslerini göstermektedir. 2013-2014 yıllarında İznik Gölü'nde toplam biyomas miktarının %5 ve üzerinde tespit edilen türlerin temsil ettiği fonksiyonel gruplar ve ortam özellikleri Tablo 3.2' de verilmiştir.



Tablo 3.2:Göl tiplerine göre fitoplankton Fonksiyonel Grupları (Reynolds ve diğ., 2002; Padişak ve diğ., 2009).

Fonksiyonel Grup	Temsil Ettiği Türler	Bulunduğu Ortam
C	<i>Asterionella formosa</i> <i>Cyclotella atomus</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Stephanodiscus astraea</i>	Karışan ötrofik, küçük-orta büyüklükte göller
D	<i>Synedra acus</i>	Sığ, besince zengin, bulanık sular (nehirleri de içerir)
F	<i>Oocystis borgei</i> <i>Oocystis naegeli</i>	Temiz epilimniyon
H1	<i>Dolichospermum</i> (<i>Anabaena</i>) <i>mendotae</i> <i>Chrysoosporum ovalisporum</i> <i>Dolichospermum smithii</i> <i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	Ötrofik, tabakalaşmış veya sığ göllerde, azotu fikse edebilen Nostoccalean türleri
J	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Tetraëdron minimum</i> <i>Golenkinia radiata</i> <i>Lagerheimia ciliata</i>	Sığ, besince zengin göller
L ₀	<i>Peridinium</i> sp. <i>Ceratium</i> sp.	Derin ya da sığ, trofik seviye oligotroftan otrofakadar geniş bir aralıkta olan, orta ve büyük göller
N	<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>Planctonicum</i>	Devamlı yada yarı sürekli 2-3 m kalınlıkta karışım tabakasına sahiptir.
	<i>Cosmarium turpinii</i>	Bu ilişki ortalama derinliğin çok az olmadığı sığ göllerde
	<i>Staurastrum cingulum</i>	Karışım kriterlerini karşılayan epilimniyona sahip tabakalanan göllerle temsil edilebilir
	<i>Staurastrum</i> sp.	
P	<i>Fragilaria capucina</i>	Bu grup N fonksiyonel grubun habitat özellikleri ile benzer olmakla beraber,
	<i>Melosira</i> sp.	N fonksiyonel grubuna göre dahayüksek trofik seviyeye sahiptir.
R	<i>Planktothrix rubescens</i>	Mezotrofik, tabakalaşmış göllerin metalimniyonu
S _N	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Ilıman karışan tabakalar
T	<i>Mougeotia</i> sp.	Derin, iyi karışan göllerin epilimniyonunda
X ₂	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	Mezotrofik, tabakalaşma meydana gelen göllerin metalimniyonunda
X ₃	<i>Schroederia setigera</i>	Oligotrofik, sığ karışan göllerde
Y	<i>Cryptomonas ovata</i>	Genellikle küçük ve besince zengin göller

3.4.3. Fitoplankton Sayım Sonuçlarının İndeksler Kullanılarak Değerlendirilmesi

3.4.3.1. Shannon Çeşitlilik İndeksi

Bu indeks Shannon (1949) tarafından matematik biliminin biyolojik temelli çalışmalara aktarılması amacı ile oluşturulmuştur (Mandaville 2002). Diğer çeşitlilik indeksleri arasında en fazla tercih edilen indekstir. İndeks değerleri 0,0 - 5,0 aralığında değerlendirilmektedir. İndeksin temeli temiz sularda çeşitliliğin yüksek, kirli sularda ise çeşitliliğin düşük olmasına dayanmaktadır ve bu amaçla indeks değeri 4,0 'ün üzeri temiz suları, 3,0-4,0 arası orta derecede kirlenmiş suları, 2,0- 3,0 arası kısmen kirlenmiş ve 2,0 'nin altında olduğu yerlerde ise ciddi ölçüde kirlenmiş suları temsil etmektedir (Shekhar ve diğ., 2008). Hesaplanan Shonnan indeksi ne kadar büyük olursa, o ekosistemdeki tür çeşitliliği o derece fazla demektir. (Margelef, 1964,1967,1968).

$$H = \text{Toplam çeşitlilik indeksi} = -\sum P_i \ln P_i$$

$$P_i = N_i/N$$

N_i = İ'nci bireyin miktarı (üstünlük değeri)

N = Toplam birey miktarı

N_i terimi her bir parçanın üstünlük değerini belirtir, bu değer hangi özelliğe dayanılarak elde edileceği, çalışılan parçaların özelliğine bağlı olarak değişir. (Örneğin, bu değer sayı, biyokütle, bazal alan verimlilik vb ölçüt alınarak belirtilir.) N terimi ise bütünü oluşturan parçaların üstünlük değerinin toplamıdır (Odum ve diğ., 2008).

3.4.3.2 Evenness (Düzenlilik) İndeksi

Pielou (1966) tarafından Shannon indeksinden türetilmiştir. Bir ekosistemde tür sayısı tespit edilip H değeri saptandıktan sonra Evenness (düzenlilik) değeri de hesaplanabilir. Bu amaçla tür sayısının logaritması bulunup H değerine bölünür, yani Shannon indeksinde gözlemlenen değer maksimum değere oranı evenness değerini verir.

Bu özelliğe dayanılarak, ortalamalar arasında istatistiksel önemde farklılıklar olup olmadığını anlamak için parametrik istatistiksel yöntemler uygulanabilir. (Odum ve diğ., 2008). İndeks değerleri 0 – 1,0 aralığında değerlendirilmektedir. Elde edilen değerlerin 1,0 'e yaklaştıkça türler arası dağılım eşitlenmektedir (Türkmen ve Uzun, 2010).

$$J' = H' / H'_{\max}$$

J' : Evenness (Düzenlilik) İndeksi

H' : Tespit edilen Shannon Çeşitlilik İndeksi

H'_{\max} : $\ln S$ (Toplam tür sayısının logaritması)

S : Toplam tür sayısı

3.5. VERİLERİN İSTATİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

3.5.1. Spearman Rank Korelasyon Analizi

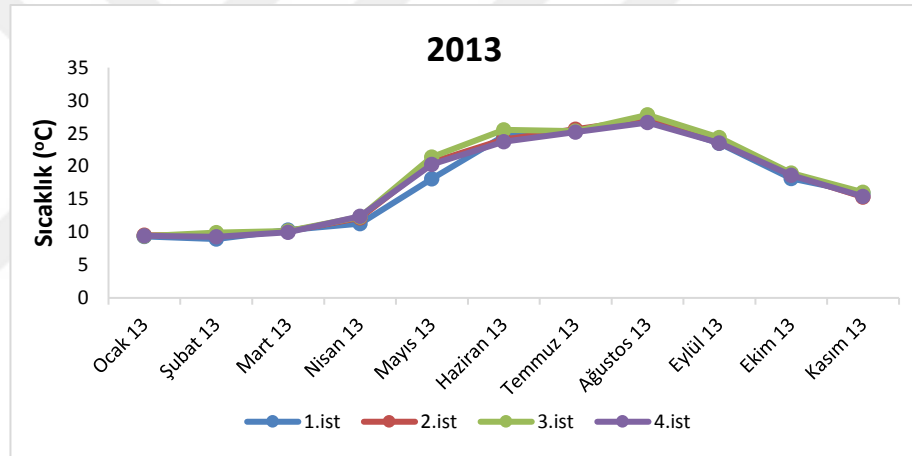
Bir istatistiksel analiz metodu olan Spearman Rank Korelasyon analizi fiziksel parametrelerin ve fitoplankton verilerinin hem kendi içlerinde hem de birbirleriyle olan ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Verilerin istatistik değerlendirilmesi SPSS 16 versiyonu paket programında yer alan Spearman Korelasyon Analizi kullanılarak yapılmıştır. (Renner, 1970).

4. BULGULAR

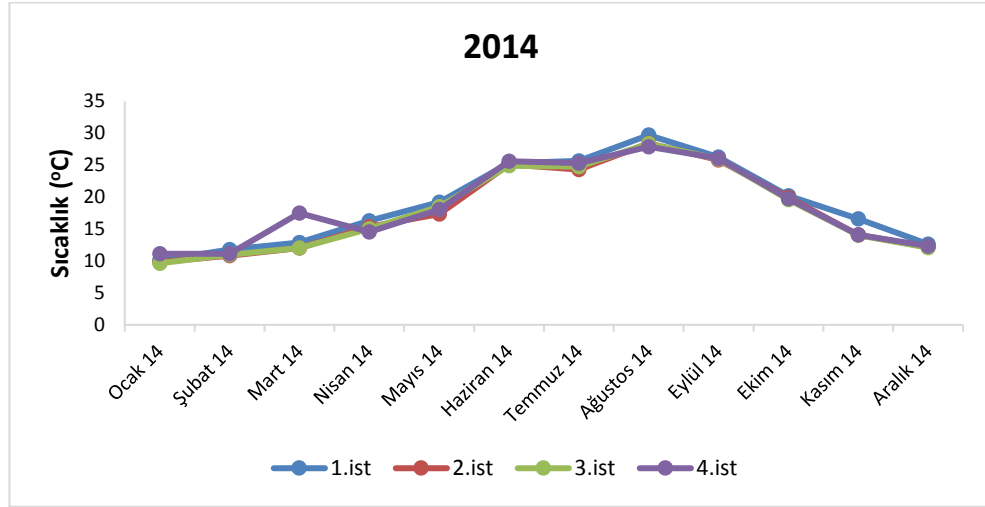
4.1. FİZİKOKİMYASAL BULGULAR

4.1.1. Sıcaklık

Örnekleme periyodu boyunca yüzey sularında en düşük su sıcaklığı Aralık 2013'te $8,4^{\circ}\text{C}$ ile 1. istasyonda, en yüksek sıcaklık ise $29,7^{\circ}\text{C}$ ile yine 1. istasyonda ölçüldü (Şekil 4.1; Şekil 4.2). Göl suyunda 2013 yılı ortalama sıcaklık $17,1^{\circ}\text{C}$ iken 2014 yılında sıcaklıkların arttığı ve ortalama $18,3^{\circ}\text{C}$ olduğu tespit edildi.



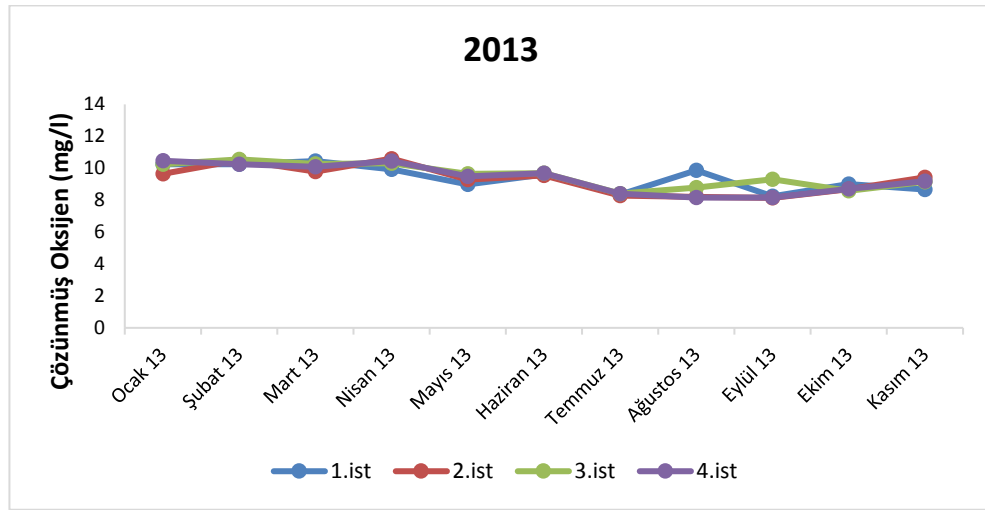
Şekil 4.1: İstasyonlarda 2013 yılında yüzey suyunda kaydedilen sıcaklık değerleri.



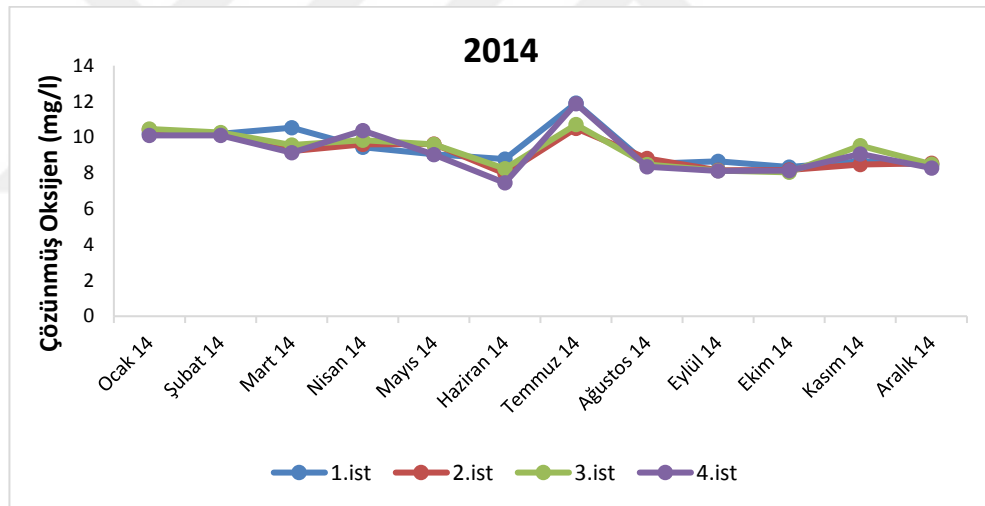
Şekil 4.2: İstasyonlarda 2014 yılında yüzey suyunda kaydedilen sıcaklık değerleri.

4.1.2. Çözünmüş Oksijen

Örnekleme istasyonlarında yüzey suyunda genel olarak çözünmüş oksijen değerleri yüksek bulundu (Şekil 4.3; Şekil 4.4). Çalışma periyodundaki en yüksek değerler Temmuz 2014 tarihinde kaydedildi. Yüzey sularında ölçülen en düşük çözünmüş oksijen değeri Haziran 2014'te 4. İstasyonda 7,45 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz 2014'te 1. istasyonda 11,88 mg/L olarak ölçüldü. 2013 yılı ortalama çözünmüş oksijen değerleri 9,48 mg/L, 2014 yılında 9,25 mg/L olarak tespit edildi.



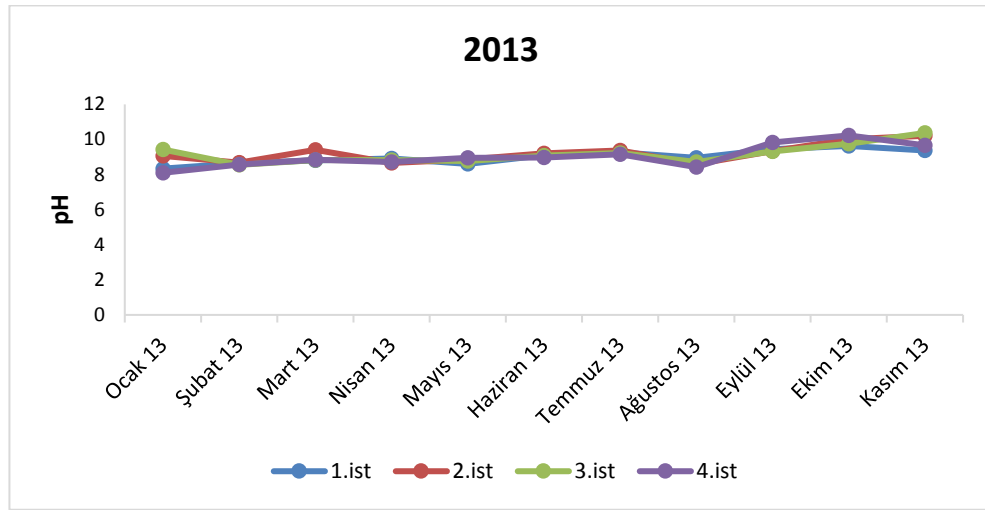
Şekil 4.3: Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen çözünmüş oksijen değerlerinin zamana bağlı değişimi.



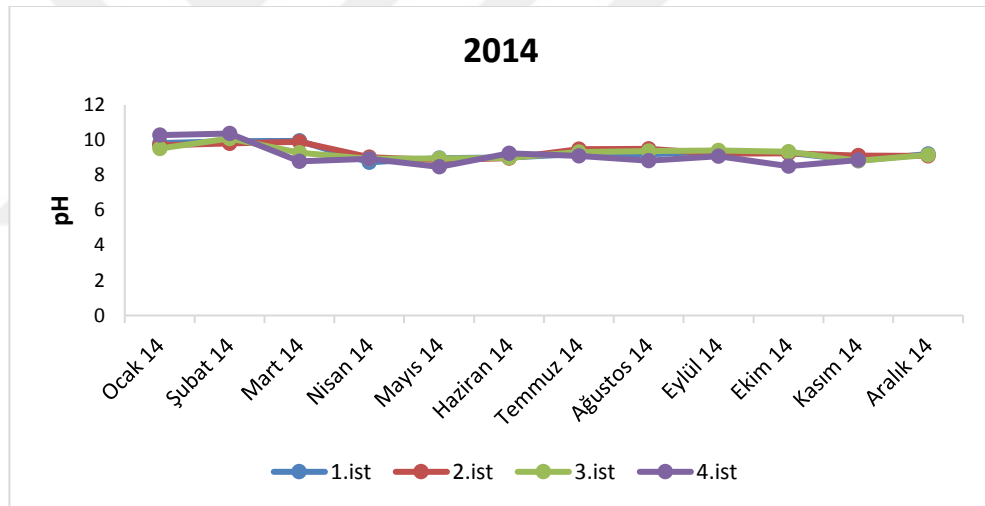
Şekil 4.4: Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen çözünmüş oksijen değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.1.3. pH

Göl suyunda araştırma süresince yüksek pH değerleri tespit edilmedi ve değerler zamansal süreçte kayda değer bir farklılık göstermedi (Şekil 4.5; Şekil 4.6). Yüzey sularında ölçülen en düşük pH değeri 8,1 ile Ocak 2013'te 4. istasyonda, en yüksek değer ise 10,4 ile Şubat 2014'te yine 4. istasyonda ölçüldü. 2013 ve 2014 yıllarında ortalama pH değerleri sırasıyla 8,90 ve 9,08 olarak tespit edildi.



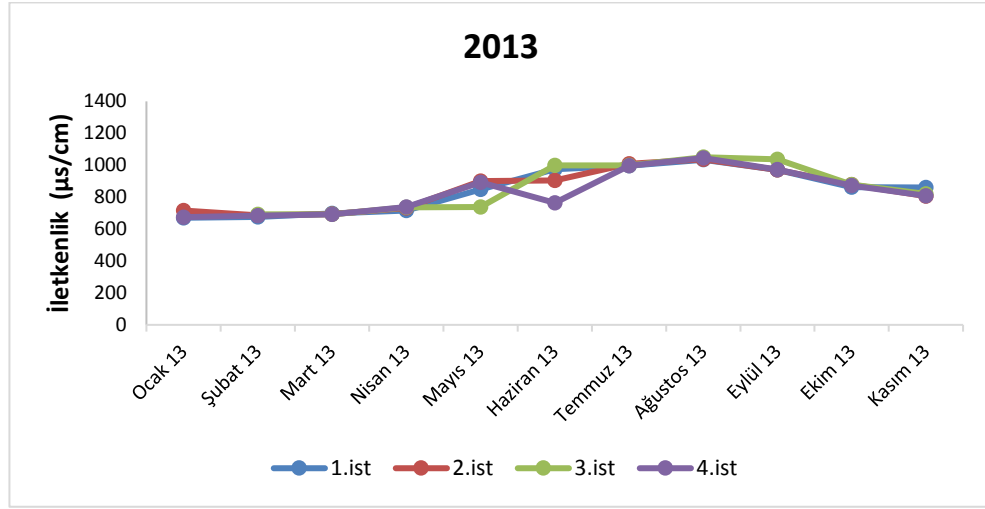
Şekil 4.5:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen pH değerlerinin zaman bağlı değişimi.



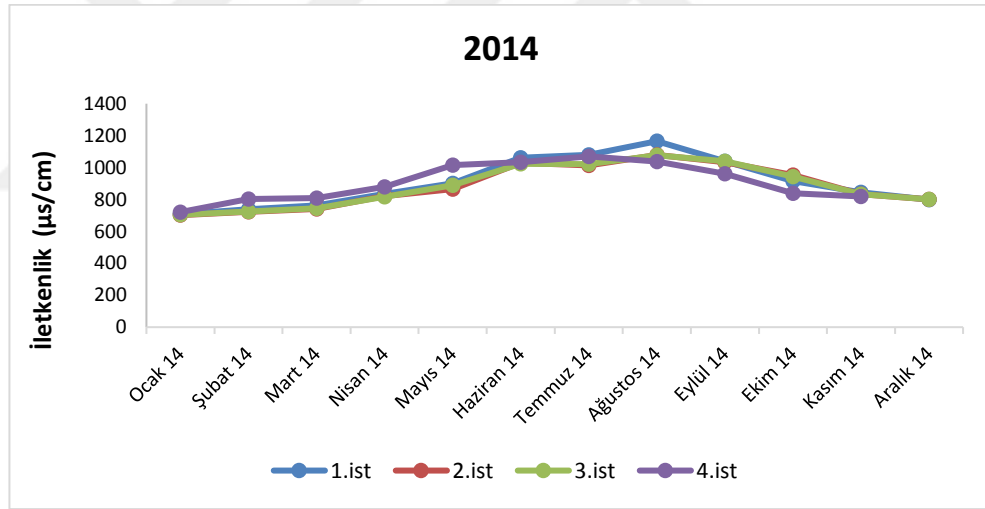
Şekil 4.6:Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen pH değerlerinin zaman bağlı değişimi.

4.1.4. Elektriksel İletkenlik (EI)

pH değerlerinde olduğu gibi elektriksel iletkenlik değerleri de istasyonlar arasında farklılık göstermedi (Şekil 4.7; Şekil 4.8). Yüzey sularında ölçülen en düşük iletkenlik değeri 670 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Aralık 2013'te 1. istasyonda ölçüldü. Yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla beraber her iki sene de de iletkenlik değerlerinin arttı ve en yüksek değerlere 2013 ve 2014 yıllarının Ağustos aylarında ulaşıldı. En yüksek değer ise Ağustos 2014'te 1. istasyonda 1165 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçüldü.



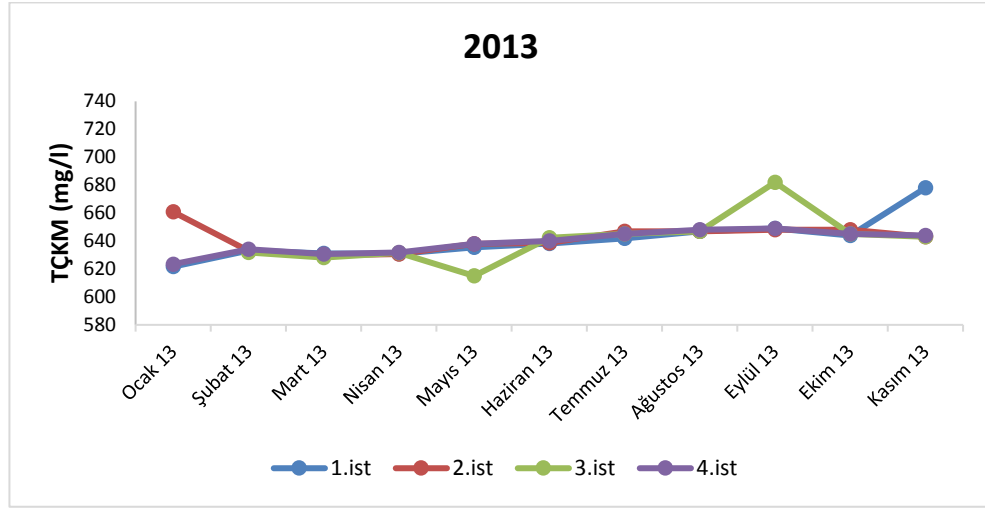
Şekil 4.7:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen iletkenlik değerlerinin zamana bağlı değişimi.



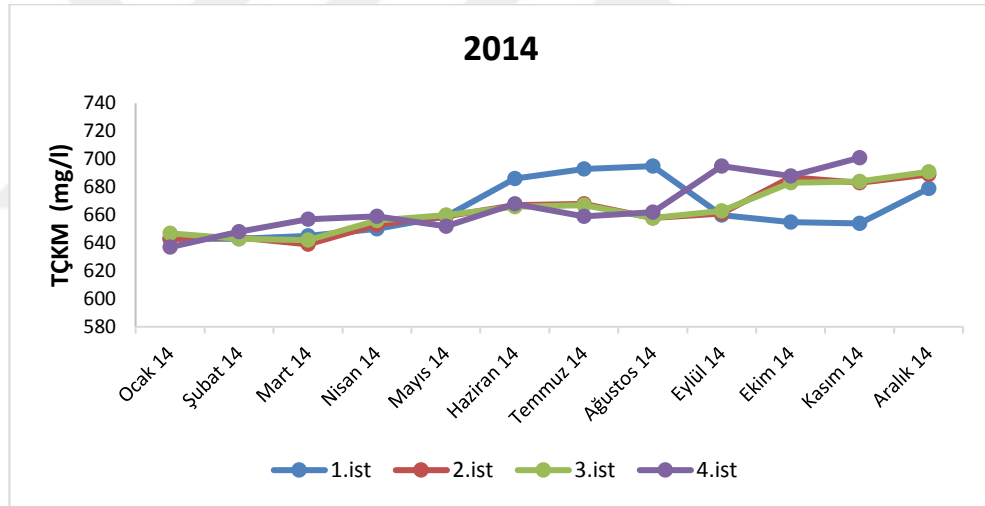
Şekil 4.8:Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen iletkenlik değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.1.5. Toplam Çözünmüş Katı Madde

İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen TÇKM değerleri zaman bağılı olarak kayda değer bir değişim göstermedi (Şekil 4.9; Şekil 4.10). TÇKM değerlerinin 2013 yılında 615-682 mg/L; 2014 yılında da 642-701 mg/L arasında değişim gösterdi. En yüksek değer 2014 yılında 4.istasyonda, en düşük değer ise 2013 yılında 3.istasyonda kaydedildi.



Şekil 4.9:Göl yüzey suyunda 2013 yılında kaydedilen TÇKM değerlerinin zamana bağlı değişimi.

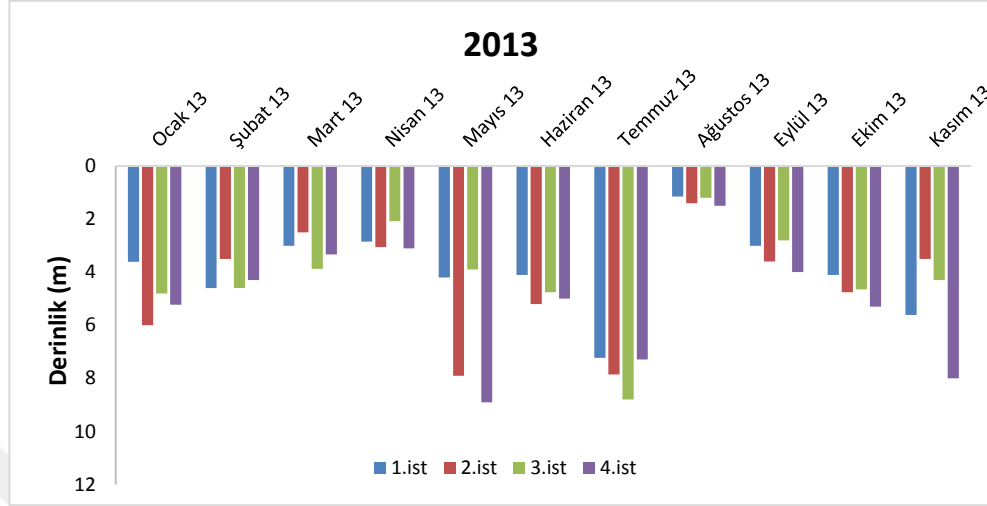


Şekil 4.10:Göl yüzey suyunda 2014 yılında kaydedilen TÇKM değerlerinin zamana bağlı değişimi.

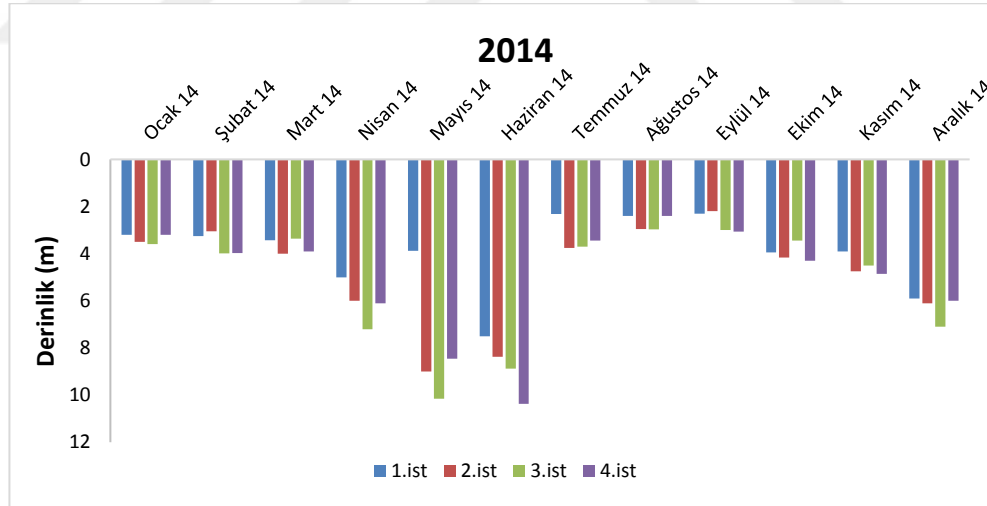
4.1.6. Seki Diski Derinliği

Seki disk derinliği değerleri istasyonlarda zamana bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterdi. 2013 yılında en düşük Seki disk derinliği Ağustos ayında 1. istasyonda 1,15 m, en yüksek değer Mayıs ayında 4. istasyonda 8,9 m olarak ölçüldü (Şekil 4.11). 2014 yılında en düşük Seki disk derinliği Eylül ayında 2,20 m ile 2. istasyonda, en yüksek

değer 10,37 m ile Haziran ayında 4. istasyonda kaydedildi (Şekil 4.12). Ortalama Seki diski değerleri 2013 yılında 4,30 m ve 2014 yılında 4,45 m olarak ölçüldü.



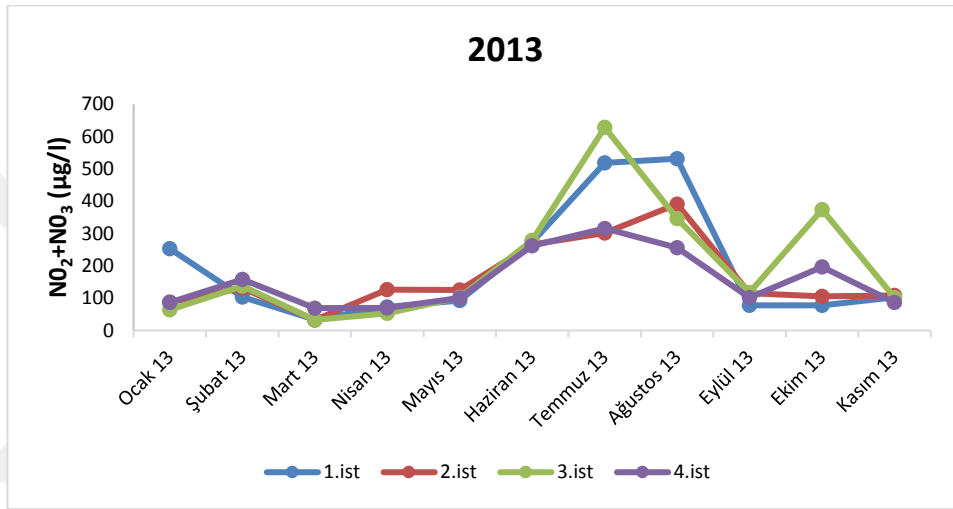
Şekil 4.11:Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen Seki Diski Derinliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.



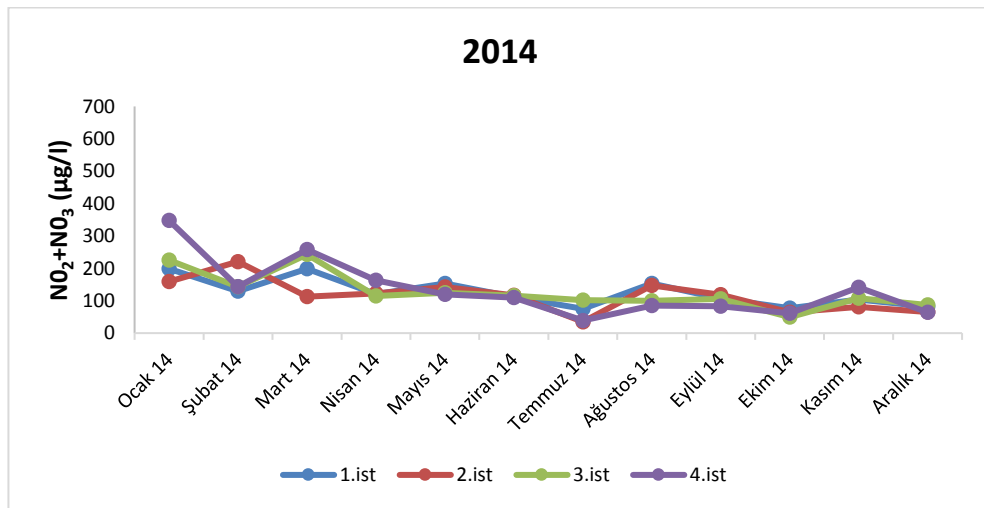
Şekil 4.12:Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen Seki Diski Derinliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.1.7. Nitrit+Nitrat Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$)

Araştırma süresince İznik Gölü'nde göreceli olarak yüksek konsantrasyonlarda $\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ tespit edildi. 2013 yılında göl yüzey suyunda ortalama $\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ değeri $180 \mu\text{g/l}$ ve 2014 yılında kayda değer bir azalış göstererek ortalama $126 \mu\text{g/l}$ 'ye geriledi (Şekil 4.13; Şekil 4.14). 2013 yılında en yüksek $\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri yaz aylarında tespit edilirken 2014 yılında $\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin zamana bağlı değişiminde önemli bir farklılık gözlenmedi



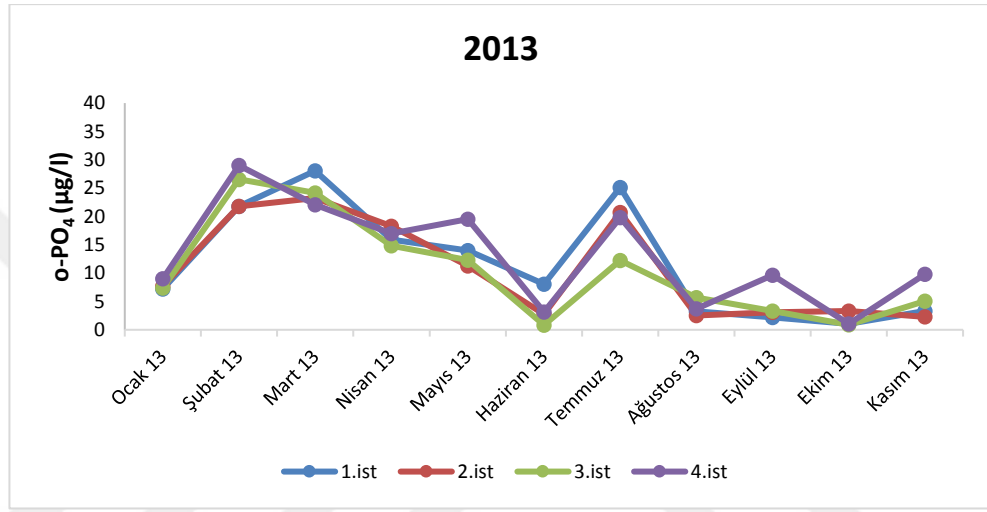
Şekil 4.13:Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen NO_2+NO_3 'nin zamana bağlı değişimi.



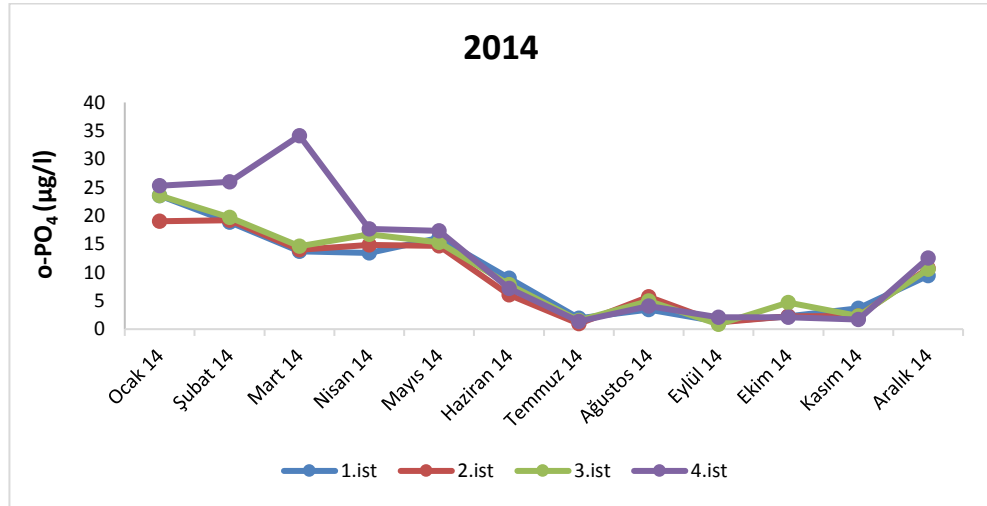
Şekil 4.14:Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen NO_2+NO_3 'nin zamana bağlı değişimi.

4.1.8. Orto Fosfat (o-PO₄)

Fitoplankton gelişimini kontrol eden besin tuzlarının başında gelen orto-Fosfat değerleri verimli gölleri karakterize eden miktarlarda kaydedildi. İznik Gölünde araştırma süresince en yüksek orto-fosfat değerleri Şubat – Mart aylarında kaydedilirken en düşük değerler 2013 yılı Haziran ayında, 2014 yılında ise Eylül ayında ölçüldü (Şekil 4.15; Şekil 4.16). Orto-fosfat değerleri 0,84 - 34,1 µg/l arasında değişim gösterdi.



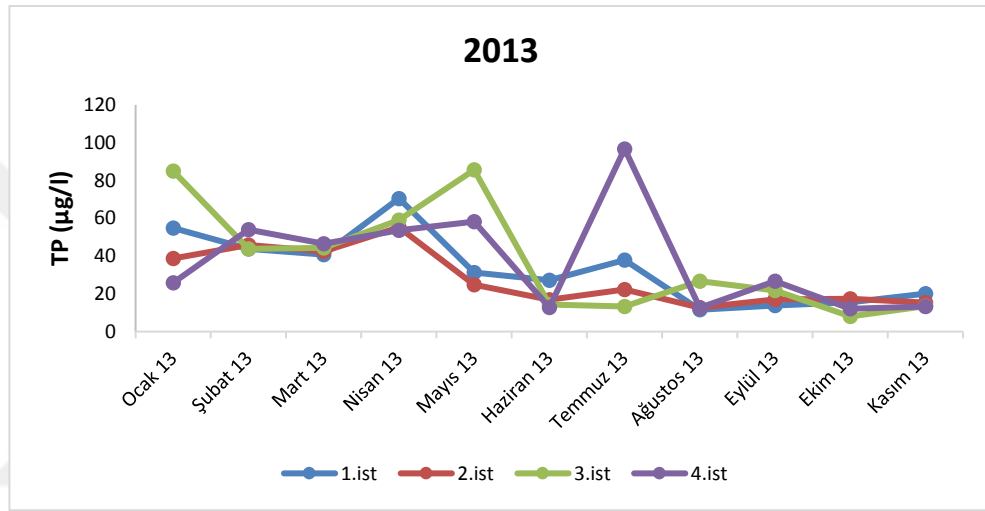
Şekil 4.15:Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen o-PO₄ değerlerinin zamana bağlı değişimi.



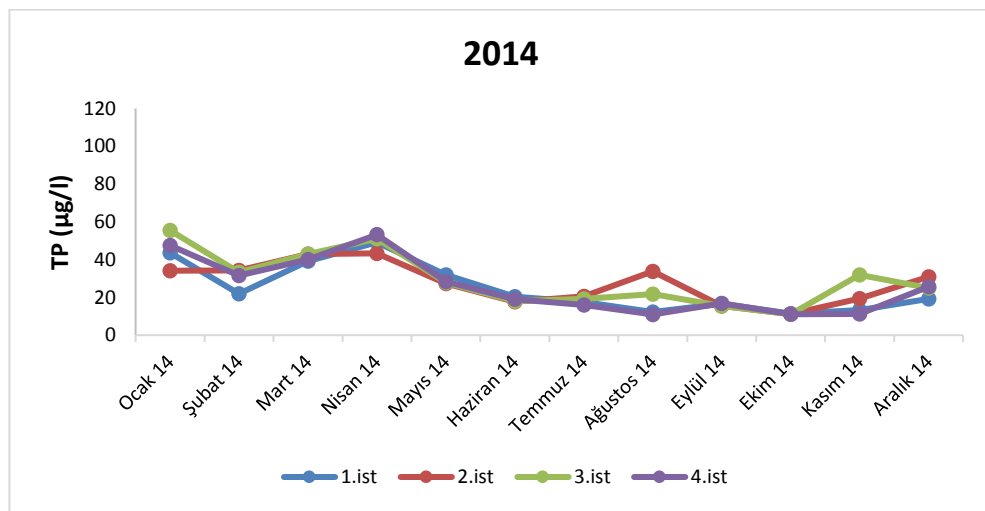
Şekil 4.16:Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen o-PO₄ değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.1.9. Toplam Fosfor (TP)

Araştırma süresince göl yüzey suyunda ölçülen TP değerleri genel olarak o-PO₄ değerleri ile paralellik gösterdi. En düşük TP değerleri 2013 ve 2014 Ekim aylarında kaydedildi (Şekil 4.17; Şekil 4.18). Genel olarak TP değerleri istasyonlar arasında kayda değer bir farklılık göstermezken yalnızca 2013 Temmuz ayında 4 istasyonda ölçülen TP değerleri diğer istasyonlara göre 2 – 5 kat yüksek konsantrasyonlarda bulundu.



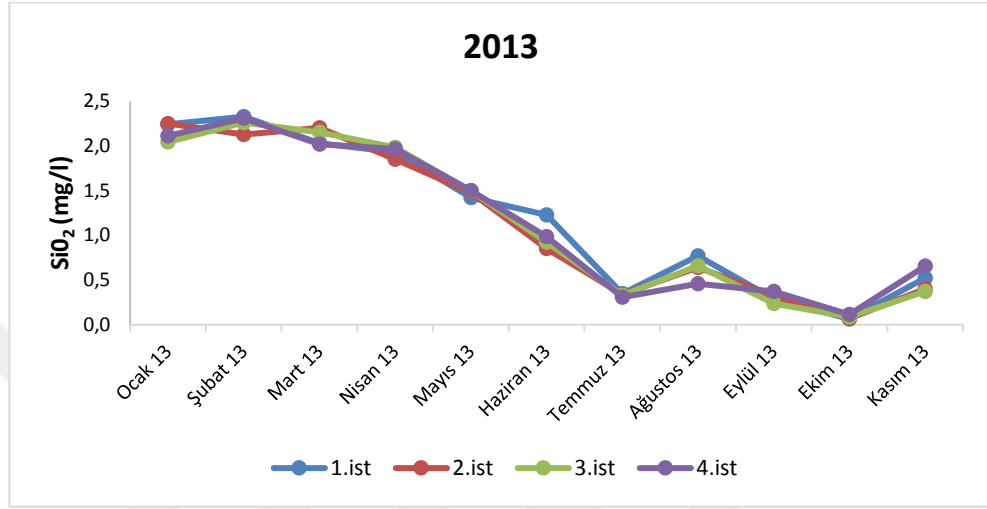
Şekil 4.17:Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen TP değerlerinin zamana bağlı değişimi.



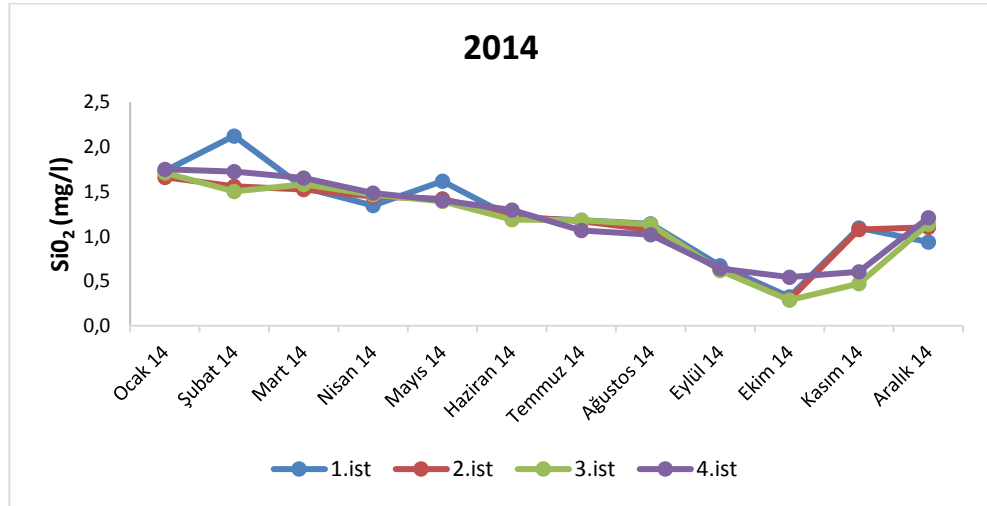
Şekil 4.18: Göl yüzey suyuda 2014 yılında ölçülen TP değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.1.10. Silika

Göl yüzey suyunda hem 2013 hem de 2014 yıllarında ortalama 1.2 mg/L SiO_2 kaydedildi (Şekil 4.19; Şekil 4.20). En yüksek SiO_2 değerleri ise her iki yılda da Ocak, Şubat ve Mart aylarında ölçüldü.



Şekil 4.19:Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen SiO_2 değerlerinin zamana bağlı değişimi.

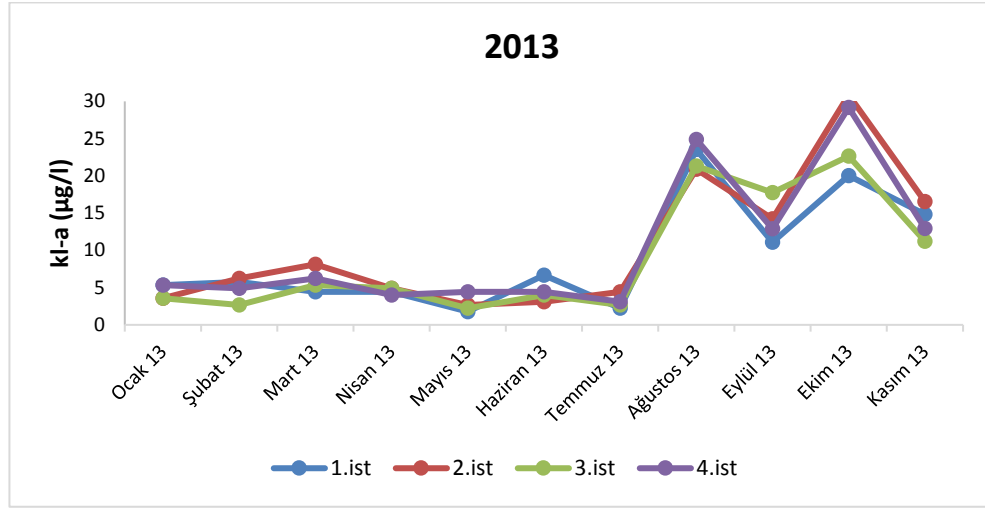


Şekil 4.20: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen SiO_2 değerlerinin zamana bağlı değişimi.

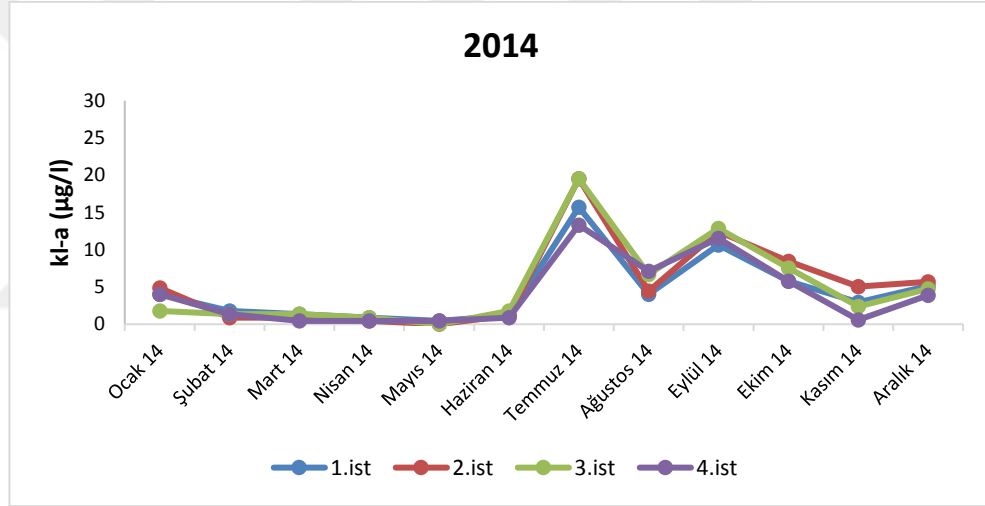
4.1.11. Klorofil *a*

Klorofil-*a* değerleri hem 2013 hem de 2014 yılında Ocak – Haziran ayları süresince kayda değer bir değişim göstermezken Temmuz – Aralık ayları arasında önemli artış ve azalışlar gösterdi (Şekil: 4.21 ve 4.22). En yüksek klorofil-*a* değerleri ise 2013 yılında Ağustos ve Ekim aylarında ölçüldü. En yüksek değer 30,9 µg/l ile Ekim ayında 2. istasyonda ölçüldü (Şekil 4.21). 2013 yılı kl-*a* ortalaması 9,7 µg/l olarak tespit edildi. 2014 yılında ölçülen klorofil-*a* değerleri göreceli olarak daha düşük bulundu. En yüksek değer Temmuz 2014 de 19,6 µg/l ile 2. ve 3. istasyonda ölçüldü (Şekil 4.22). 2014 yılı kl-*a* ortalaması 4,8 µg/l ile 2013 yılına göre % 50 düşük konsantrasyonda tespit edildi.





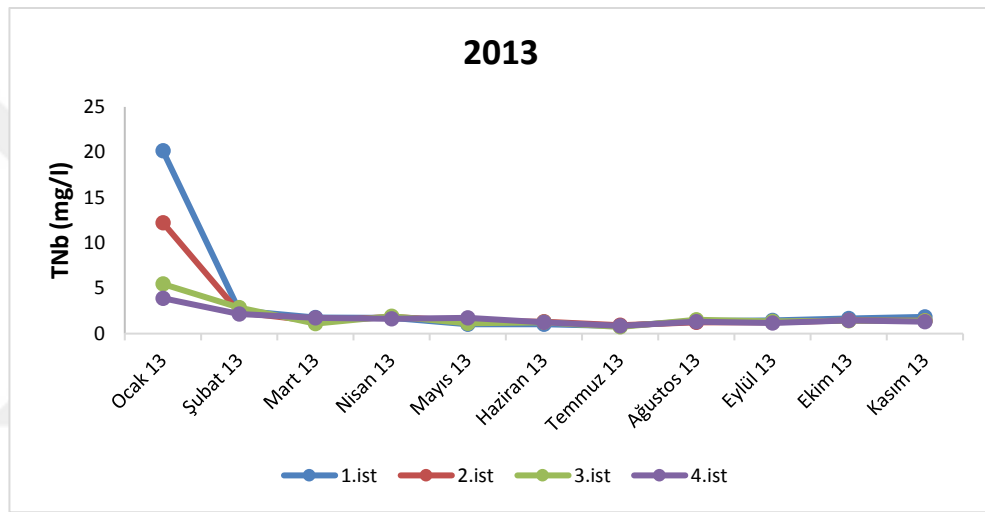
Şekil 4.21: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi.



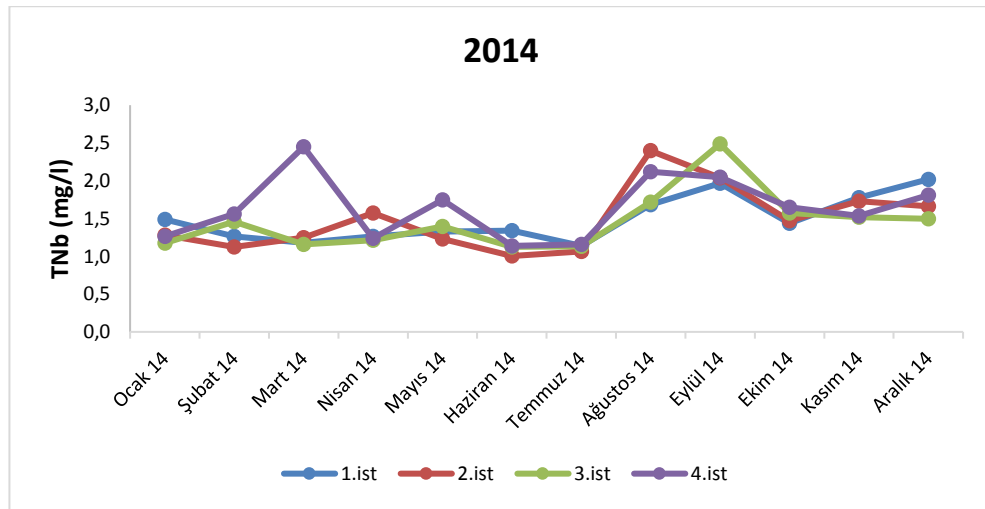
Şekil 4.22: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.1.12. Toplam Azot (TNb)

2013 yılında ölçüm yapılan bütün istasyonlarda Toplam Azot (TNb) değerleri zamana bağlı olarak kayda değer bir farklılık göstermedi (Şekil 4.23). En yüksek değer Ocak ayında 20,2 mg/L ile 1. istasyonda tespit edildi. En düşük değer ise Temmuz ayında ölçüldü. 2013 yılı TNb değerleri ortalaması 2,3 mg/L olarak tespit edildi. TN değerleri 2014 yılı süresince bütün istasyonlarda artış ve azalışlar gösterdi. En yüksek değer 2,5 mg/L ile Eylül ayında, en düşük değer ise 1 mg/L ile Haziran ayında 2. istasyonda ölçüldü (Şekil 4.24). 2014 yılı ortalama TNb değerleri 1,5 mg/L olarak tespit edildi.



Şekil 4.23: Göl yüzey suyunda 2013 yılında ölçülen TNb değerlerinin zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.24: Göl yüzey suyunda 2014 yılında ölçülen TNb değerlerinin zamana bağlı değişimi.

4.2 FİTOPLANKTON ANALİZLERİ

4.2.1. İznik Gölü Fitoplankton Kompozisyonu ve Biyomasi

2013-2014 yıllarında yirmidört aylık araştırma periyodu süresince 34'ü Bacillariophyta, 30'u Chlorophyta, 10'u Cyanophyta, 8'i Charophyta 3'ü Cryptophyta, 3'ü Dinophyta ve 2'si Euglenophyta olmak üzere 6 gruba ait toplam 90 takson tespit edildi. Bu taksonlar frekans değerlerine göre sınıflandırıldığında; *Synedra acus*, *Lagerheimia ciliata*, *Monoraphidium dybowskii*, *Cryptomonas ovata*, *Plagioselmis nannoplanctica* ve *Gymnodinium paradoxum*, türleri 2 yıl boyunca gölde sürekli (% 80-100) bulunurken, *Cyclotella meneghiniana*, *Gomphonema* sp., *Stephanodiscus astraea*, *Closterium acutum*, *Cosmarium depressum*, *Cosmarium turpinii*, *Mougeotia* sp, *Staurastrum* sp., *Coelastrum microporum*, *Elakatothrix genevensis*, *Franceia* sp., *Golenkinia radiata*, *Oocystis borgei*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tetraëdron triangulare*, *Planktothrix rubescens*, *Peridinium* sp. türlerine ise sıklıkla (% 60-80) rastlandı (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: İznik Gölünde tespit edilen fitoplankterler ve bulunma sıklığı.

Gruplara Bağlı Tür Listesi	Frekans Değeri
BACİLLARİOPHYTA	
<i>Achnanthes</i> sp.	1
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	1
<i>Amphora</i> sp.	2
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	3
<i>Asterionella gracillima</i> (Hantzsch) Heiberg	2
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	1
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	2
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	3
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	4
<i>Cymbella</i> sp.	3
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	3
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	1
<i>Diatoma vulgare</i> f. <i>brevis</i> (Grunow) Bukhtiyarova	3
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	2
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	1
<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	2
<i>Gomphonema</i> sp.	4
<i>Gyrosigma</i> sp.	1
<i>Melosira</i> sp.	1
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	2
<i>Navicula</i> sp.	3
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory in Bory de Saint-Vincent	1
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	1
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	1
<i>Nitzschia</i> sp.	2
<i>Nitzschia</i> spp.	1
<i>Pinnularia</i> sp.	1
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow	1
<i>Rhopalodia</i> sp.	1
<i>Sellaphora</i> sp.	2
<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehrenberg) Grunow	4
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	1
<i>Synedra acus</i> Kützing	5
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	3

Tablo 4.1:(devam): İznik Gölünde tespit edilen fitoplankterler ve bulunma sıklığı.

Gruplara Bağlı Tür Listesi	Frekans Değeri
CHAROPHYTA	
<i>Closterium acutum</i> Brébisson in Ralfs	4
<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>planctonicum</i> Reverdin	4
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst	3
<i>Cosmarium turpinii</i> Brébisson	4
<i>Mougeotia</i> sp.	4
<i>Staurastrum</i> sp.	4
<i>Staurastrum cingulum</i> (West &G.S.West) G.M.Smith	4
<i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson	1
CHLOROPHYTA	
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	1
<i>Ankyra ancora</i> (G.M.Smith) Fott	1
<i>Ankyra judayi</i> (G.M.Smith) Fott	1
<i>Chlamydomonas</i> sp.	3
<i>Chlorogonium</i> sp.	1
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher & Swale	2
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	1
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun	4
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindák	4
<i>Franceia</i> sp.	4
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	4
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerheim) Chodat	5
<i>Lagerheimia citrifomis</i> (J.W.Snow) Collins	3
<i>Lagerheimia longiseta</i> (Lemmermann)	3
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	2
<i>Monoraphidium dybowskii</i> (Woloszynska) Hindák & Komárkova Legnerová in Komárková-Legnerová	5
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	1
<i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová	2
<i>Monoraphidium tortile</i> (West &G.S.West) Komárková-Legnerová	2
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow	4
<i>Oocystis naegeli</i> A.Braun	2
<i>Oocystis parva</i> West &G.S.West	1
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	3
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	1
<i>Scenedesmus acutiformis</i> Schröder	1
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko	1
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	4
<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	2
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	5
<i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov	4

Tablo 4.1:(devam): İznik Gölünde tespit edilen fitoplankterler ve bulunma sıklığı.

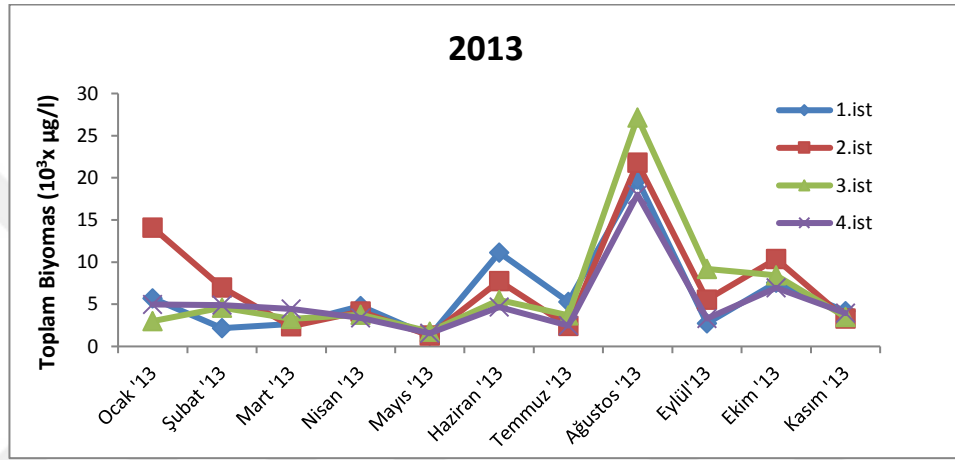
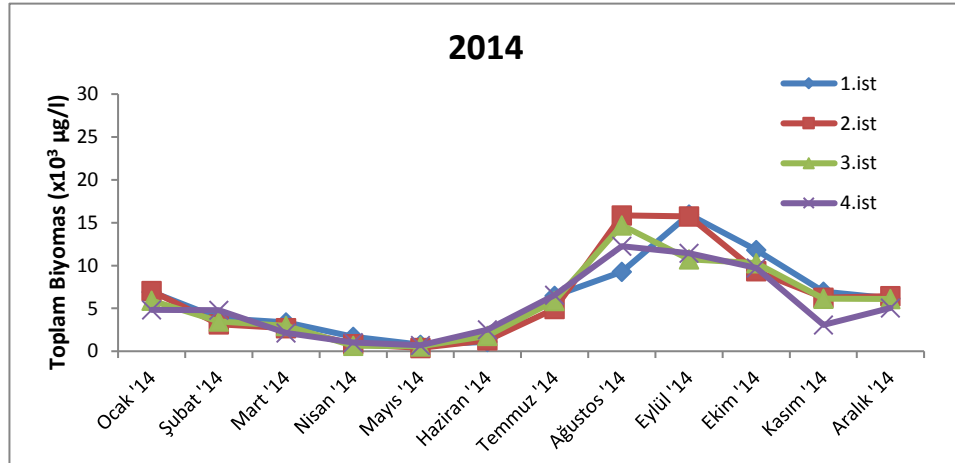
Gruplara Bağlı Tür Listesi	Frekans Değeri
CRYPTOPHYTA	
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	2
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	5
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (H.Skuja) G.Novarino	5
CYANOPHYTA	
<i>Dolichospermum mendotae</i> W.Trelease	1
<i>Chrysochloris ovalisporum</i> (Forti) E.Zapomelová, O.Skácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek	1
<i>Cyanodictyon planctonicum</i> B.A.Mayer	1
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju	2
<i>Dolichospermum smithii</i> (Komárek) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	1
<i>Limnothrix redekei</i> (Goor) Meffert	1
<i>Oscillatoria</i> sp.	1
<i>Planktolyngbya</i> sp.	1
<i>Planktothrix rubescens</i> (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	4
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i> (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková	2
DINOPHYTA	
<i>Ceratium</i> sp.	2
<i>Gymnodinium paradoxum</i> A.J.Schilling	5
<i>Peridinium</i> sp.	4
EUGLENOZOA	
<i>Euglena</i> sp.	2
<i>Trachelomonas</i> sp.	2

İznik Gölü'nde 2013- 2014 yılları süresince örnekleme yapılan istasyonlar arasında toplam biyomas miktarları farklılık gösterdi (Tablo 4.2). Bununla birlikte tüm istasyonlarda toplam biyomas miktarlarının zamana bağlı değişimlerinin dikkat çekici olduğu görüldü (Şekil 4.26; Şekil 4.27).

Öte yandan hem 2013 yılında hem 2014 yılında yapılan fitoplankton analizlerinde fitoplankton biyomas değerlerinin zamansal değişimleri birbirleri ile benzer bir trend izledi (Şekil 4.26; Şekil 4.27). Her iki yılın Ağustos ayında en yüksek toplam fitoplankton biyoması ölçülürken, Mayıs ayında en düşük biyomas değerleri kaydedildi.

Tablo 4.2: İznik Gölünde tespit edilen ortalamafitoplankton biyomas değerleri.

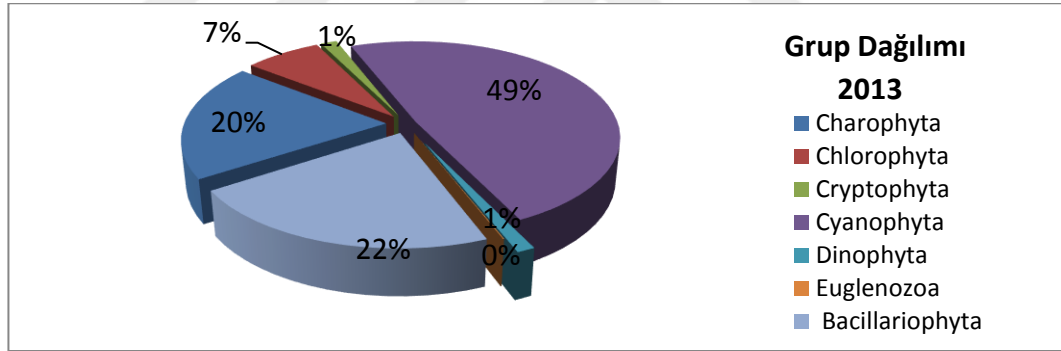
	2013	2014
1.ist	$61 \times 10^2 \mu\text{g/l}$	$69 \times 10^2 \mu\text{g/l}$
2.ist	$72 \times 10^2 \mu\text{g/l}$	$71 \times 10^2 \mu\text{g/l}$
3.ist	$67 \times 10^2 \mu\text{g/l}$	$77 \times 10^2 \mu\text{g/l}$
4.ist	$53 \times 10^2 \mu\text{g/l}$	$55 \times 10^2 \mu\text{g/l}$

**Şekil 4.25:** Göl yüzey suyunda 2013 yılında tespit edilen toplam fitoplankton biyomas değerlerinin zamana bağlı değişimi**Şekil 4.26:** Göl yüzey suyunda 2013 yılında tespit edilen toplam fitoplankton biyomas değerlerinin zamana bağlı değişimi

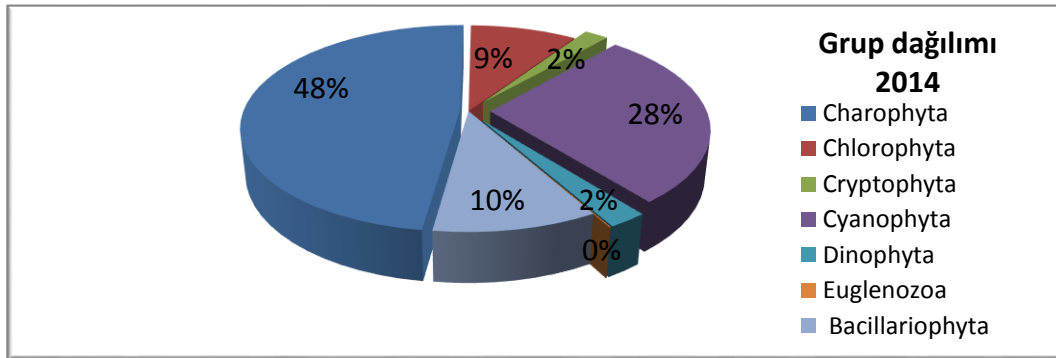
4.2.2. İznik Gölü Fitoplankton Kompozisyonu Analizi

2013 yılında İznik Gölü'nde tespit edilen fitoplankton gruplarının toplam biyomasları göz önüne alınarak değerlendirme yapıldı. Yapılan fitoplankton analizlerinde Cyanophyta grubu % 49 ile toplam fitoplanktonun yaklaşık yarısını oluşturdu. Cyanophyta grubunu sırasıyla %22 ile Bacillariophyta, %20 ile Charophyta, %7 ile Chlorophyta, %1 ile Cryptophyta, Dinophyta ve Euglenophyta gruplarının toplamı ise %2'lik kısmı oluşturdu (Şekil 4.27).

2014 yılında göl fitoplanktonu oluşturan gruplarının % dağılımı kayda değer bir değişim gösterdi. 2013'de baskın grup olarak tespit edilen Cyanophyta yerini toplamın %48'ini oluşturan Charophyta grubu aldı. Bu grubu sırasıyla %28 ile Cyanophyta, %10 ile Bacillariophyta, %9 ile Chlorophyta, %2 ile Cryptophyta, Dinophyta ve Euglenozoa grupları izledi. Cryptophyta, Dinophyta ve Euglenophyta gruplarının toplamı ise toplam organizma gruplarının %4 ünü oluşturdu (Şekil 4.28).

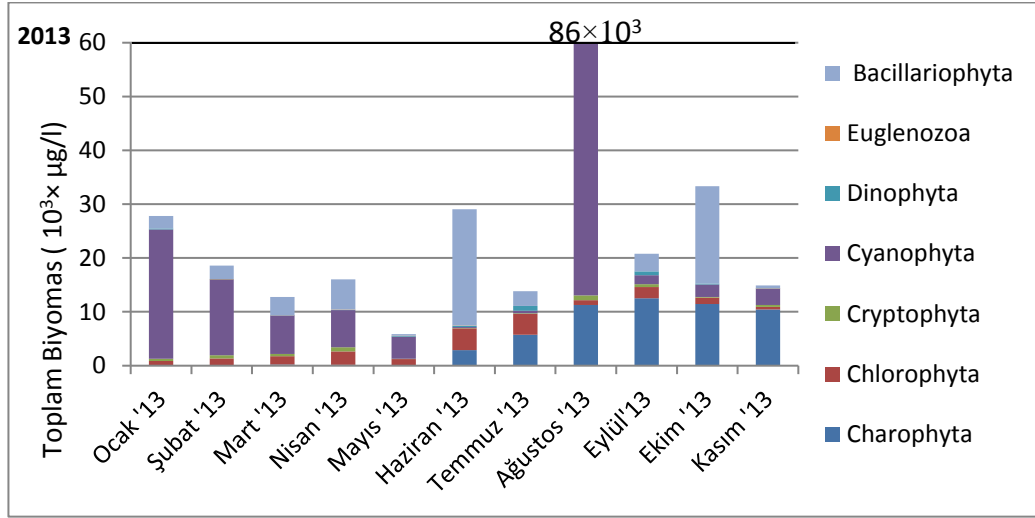


Şekil 4.27:Göl yüzey suyunda 2013 yılında tespit edilen fitoplankton gruplarının % dağılımı.

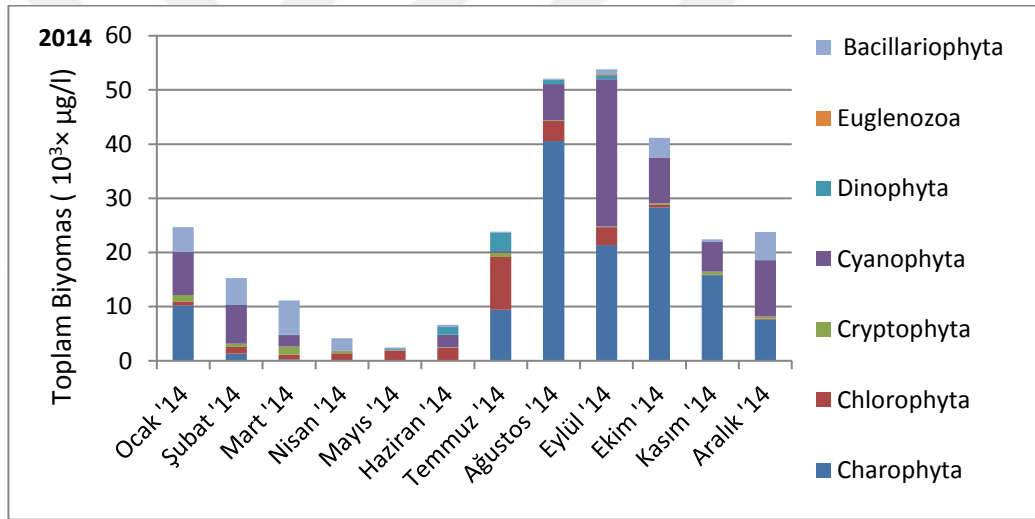


Şekil 4.28:Göl yüzey suyunda 2014 yılında tespit edilen fitoplankton gruplarının % dağılımı.

2013 yılında baskın grup olarak belirlenen Cyanophyta grubunda yer alan *Planktothrix rubescens* türünün her iki yılda da kış ayları boyunca gölde yüksek biyomas değerlerine ulaştı (Şekil 4.29). Cyanophyta grubunda yer alan diğer bir tür *Chrysochloris (Aphanizomenon) ovalisporum*'un Ağustos 2013'de aşırı artış gerçekleştirdiği tespit edilirken bu türün Ağustos 2014'de de gölde varlığını sürdürdüğü fakat bununla birlikte yerini büyük ölçüde Charophyta grubunda yer alan *Mougeotia* sp. türüne bıraktığı görüldü (Şekil 4.30). Ayrıca desmidlerin her iki yılda da yaz sonu ve sonbahar ayları boyunca toplam biyomasa önemli ölçüde katkı sağladığı tespit edildi. Bacillariophyta grubundan pennat diyatemelerden *Fragilaria capucina* Haziran ve Ekim 2013 aylarında artış gösterirken Ocak-Nisan 2014 ayları arasında sentrik diyatemelerden *Cyclotella atomus* yüksek sayılarda tespit edildi. Chlorophyta grubuna dahil olan *Oocystis borgei* Temmuz-Ağustos 2013 ve Haziran-Eylül 2014 ayları arasında gölde yüksek biyomas değerlerine ulaştı.



Şekil 4.29:Göl yüzey suyunda 2013 yılı fitoplanton biyomasını oluşturan grupların zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.30:Göl yüzey suyunda 2014 yılı fitoplanton biyomasını oluşturan grupların zamana bağlı değişimi.

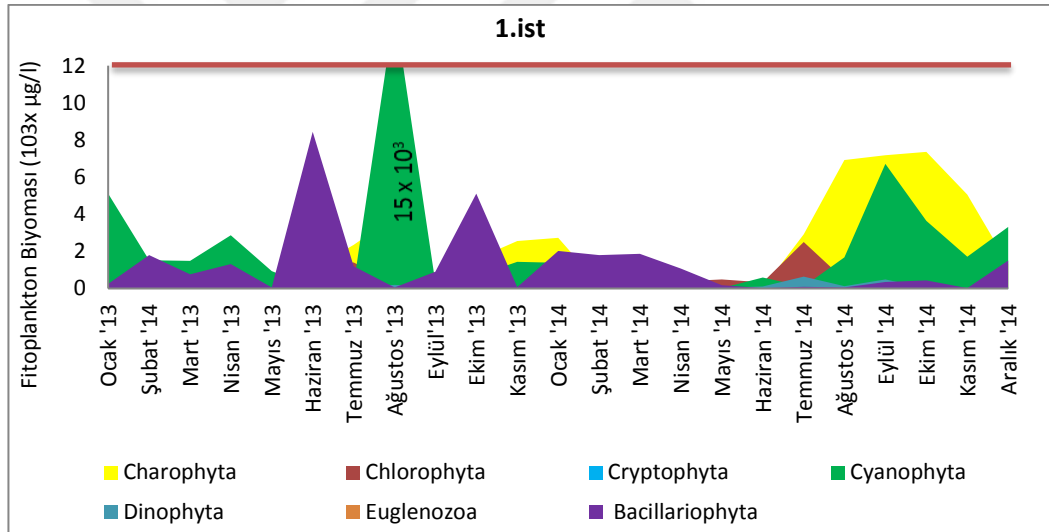
Göl suyu fitoplanktonunda yer alan grupların örnekleme yapılan istasyonlardaki biyomas değerleri de farklılıklar gösterdi. Cyanophyta grubu genel olarak tüm istasyonlarda baskın grup olarak tespit edildi. Bu grubun üyeleri en yüksek biyomas değerine Ağustos 2013'de $23 \times 10^3 \mu\text{g/l}$ ile 3.istasyonda ulaştı. (Şekil 4.33)

Charophyta grubuna ait türler tüm istasyonlarda yaz başından yıl sonuna kadar çoğalma gösterirken en yüksek biyomas değerine 2014 Ağustos ayında $11,5 \times 10^3 \mu\text{g/l}$ ile 3.

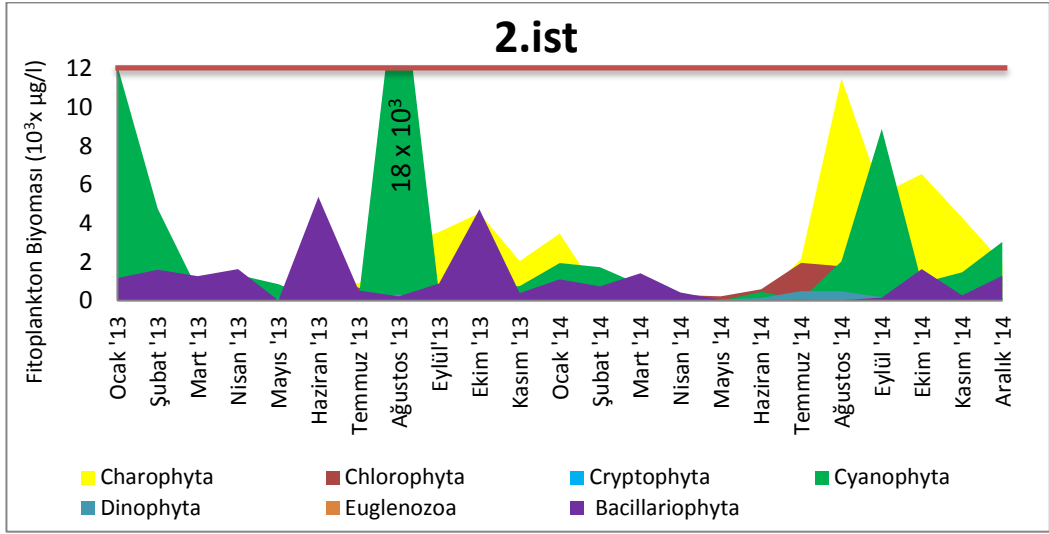
istasyonda ulaştı. (Şekil 4.33). Bu istasyonu sırasıyla 2. istasyon 4. istasyon ve 1. istasyondaki biyomas değerleri izledi.

Chlorophyta grubu üyelerine hem 2013 hem de 2014 yıllarında araştırma yapılan istasyonlarda tüm aylarda gözlenirken en yüksek biyomas değerlerine Temmuz aylarında ulaştı. 2013 yılında 1. istasyonda $1,4 \times 10^3$ $\mu\text{g/l}$ ile 2014 yılında ise 4. istasyonda $2,7 \times 10^3$ $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek biyomas değerleri kaydedildi (Şekil 4.31; Şekil 4.34).

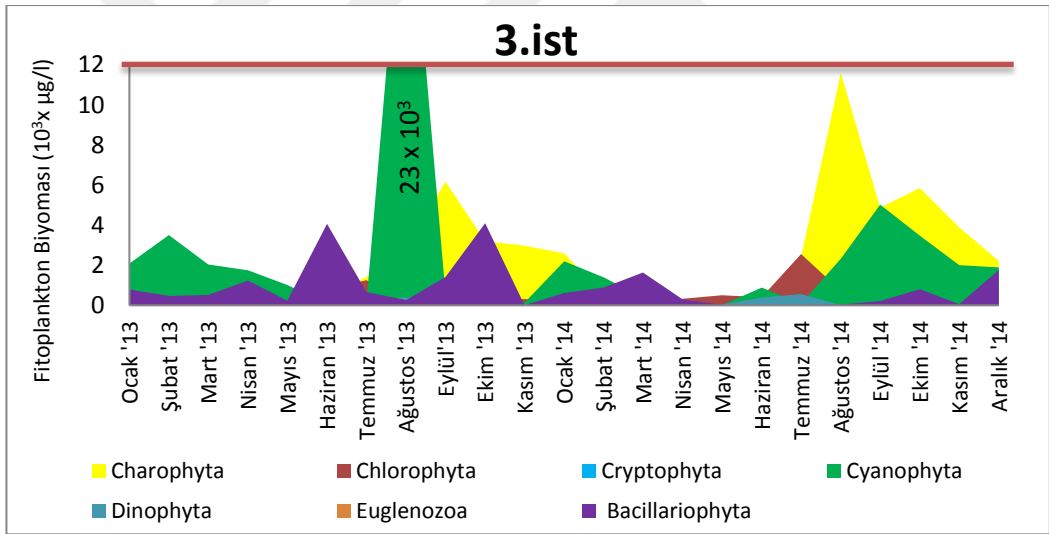
Araştırma süresince Bacillariophyta grubu üyelerinin 2013 Haziran ve Ekim aylarında tüm istasyonlarda artışlar gösterdiği tespit edilirken en yüksek biyomas değerleri her iki yılda da 1. istasyonda kaydedildi. 2013 yılı Haziran ayında $8,4 \times 10^3$ $\mu\text{g/l}$, 2014 yılı Ocak ayında ise $2,1 \times 10^3$ $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek biyomas değerleri kaydedildi. (Şekil 4.31).



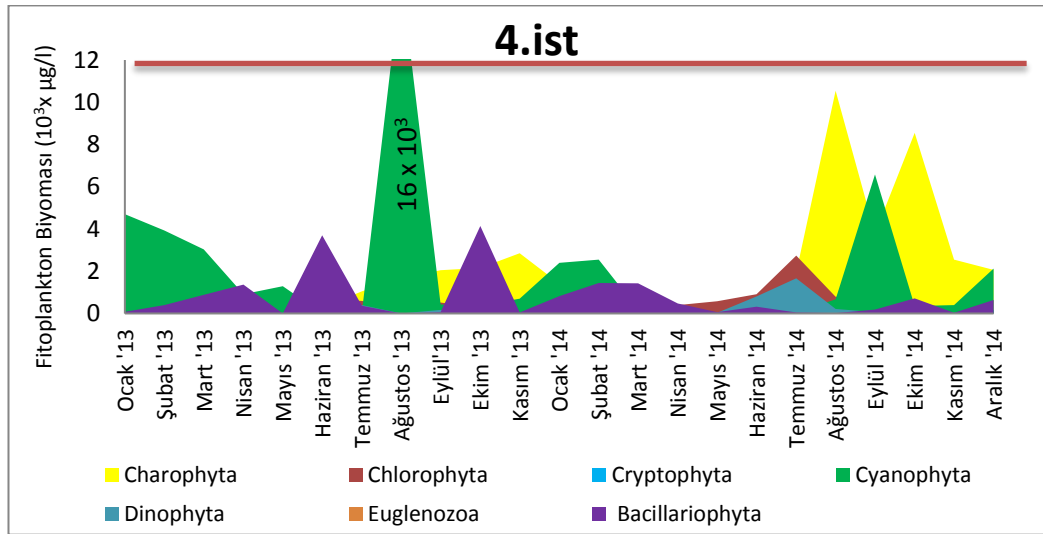
Şekil 4.31:Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 1.istasyonda zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.32:Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 2.istasyonda zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.33:Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 3.istasyonda zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.34:Göl yüzey suyunda fitoplankton biyomaslarının 4.istasyonda zamana bağlı değişimi.

4.2.3. İznik Gölü Fitoplanktonunun Fonksiyonel Gruplara Göre Değerlendirilmesi

İznik Gölü'nde iki yıllık çalışma periyodu sürecinde herhangi bir ayda toplam fitoplankton biyomasının %5 ve üzerindeki değerlere ulaşan 29 tür Reynolds ve ark. (2002)'ye göre değerlendirildi. Bu amaçla biyomas değerleri göz önüne alınarak oluşturulan türlerden **C, D, F, H₁, J, L_O, N, P, R, S_N, T, X₂, X₃, Y** fonksiyonel grupları olmak üzere toplam 14 grup belirlendi.

Herhangi bir ayda, aylık biyomas miktarları %5 'in üzerinde tespit edilen türlerin oluşturduğu fonksiyonel grupların biyomas ve yüzde miktarları istasyonlar bazında incelendiğinde 2013 yılında 12, 2014 yılında ise 14 farklı grup tespit edildi.

2013 yılında C, D, F, J, L_O, S_N ve Y grupları, 2014 yılında ise D,J, L_O,P, X₂,X₃ ve Y gruplarının her biri herhangi bir ayda, aylık biyomas miktarlarını %5 'in üzerine çıkarmasına rağmen, yıllık toplam alg biyomas miktarları bakımından %5 'in altında tespit edildi. Öte yandan, 2013 yılında H₁ P R N ve T, 2014 yılında ise C,F,H₁,N,R,T ve S_N gruplarının hem herhangi bir aydaki aylık biyomas miktarları hem de yıllık toplam alg biyomas miktarları %5 sınırının üzerinde tespit edildi.

2013 yılında, H₁, C, H₁ ve N grupların her biri 4, F grubu 2, diğer gruplar ise tek tür ile temsil edildi. 2013 yılı toplam fitoplankton biyomasında H₁ fonksiyonel grubu baskın

grup olarak tespit edildi. *Dolichospermum mendotae*, *Chrysoosporum (Aphanizomenon) ovalisporum*, *Dolichospermum (Anabaena) smithii* ve *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* türlerinin dahil olduğu H₁ grubunun oluşturduğu bu grubu sırasıyla *Planktothrix rubescens* türü ile temsil edilen R grubu ile *Mougeotia* sp. türü ile temsil edilen T grubunun izledi. Ayrıca *Fragilaria capucina* türü ile temsil edilen P grubunun da 2013 yılı fitoplankton biyomasına kayda değer oranda katkı sağladı. (Tablo 4.3)

2014 yılında ise, C ve N gruplarının her birinin 4, H₁ grubunun 3, F, P ve L₀ grupların 2 diğer grupların ise tek tür ile temsil edildi. 2014 yılı toplam fitoplankton biyomas yüzdelere göre değerlendirildiğinde bir önceki yıla göre baskın fonksiyonel gruplarda farklılıklar tespit edildi. 2013 yılında tüm istasyonlarda en yüksek oranı oluşturan H₁ grubu *Mougeotia* sp. türü ile temsil edilen T grubu ile yer değiştirdi Bu grubu sırasıyla H₁, R ve *Cosmarium depressum* var. *planctonicum*, *Cosmarium turpinii*, *Staurastrum cingulum*, *Staurastrum* sp türleri ile temsil edilen N grubu izledi. Ayrıca *Cylindrospermopsis raciborskii* türü ile temsil edilen S_N grubunun da 2014 yılı fitoplankton biyomasına kayda değer oranda katkı sağladı (Tablo 4.4).

2013 ve 2014 yıllarında herhangi bir istasyonda herhangi bir ayda aylık biyomas miktarını %5'in üzerine çıkaran türler ve temsil ettiği grupların yıllık toplam biyomas miktarı Tablo 4.3 ve Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.3:2013 yılı fonksiyonel grupların istasyonlara bağlı yıllık toplam biyomas dağılımları.

Fonksiyonel Grup	Temsil Ettiği Türler	1. ist		2. ist		3. ist		4. ist	
		Biyomas (g/m ³)	%	Biyomas (g/m ³)	%	Biyomas (g/m ³)	%	Biyomas (g/m ³)	%
C	<i>Asterionella formosa</i>	673	1	1080	1	594	1	760	1
	<i>Cyclotella atomus</i>	445	1	870	1	345	0	403	1
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	717	1	2373	3	1065	1	817	1
	<i>Stephanodiscus astraera</i>	*	0	768	1	*	0	*	0
D	<i>Synedra acus</i>	625	1	929	1	857	1	700	1
H1	<i>Dolichospermum mendotae</i>	1009	2	873	1	1075	1	1298	2
	<i>Chrysochlorum ovalisporum</i>	14933	22	17982	22	23077	31	15684	27
	<i>Dolichospermum smithii</i>	608	1	*	1	744	1	442	1
	<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	*	1	*	0	*	1	527	1
F	<i>Oocystis borgei</i>	1700	3	1863	2	2003	3	1580	3
	<i>Oocystis naegeli</i>	*	0	*	0	*	0	422	1
J	<i>Tetraëdron minimum</i>	1088	2	1094	1	862	1	719	1
	<i>Lagerheimia ciliata</i>	*	0	*	0	437	1	*	0
Lo	<i>Peridinium sp.</i>	*	1	708	1	*	1	497	1
N	<i>Cosmarium depressum</i>	1461	2	915	1	970	1	716	1
	<i>Cosmarium turpinii</i>	1859	3	1289	2	1949	3	550	1
	<i>Staurastrum cingulum</i>	950	1	867	1	*	1	*	0
	<i>Staurastrum sp.</i>	*	1	644	1	681	1	1011	2
P	<i>Fragilaria capucina</i>	14066	21	9197	11	7713	10	7673	13
R	<i>Planktothrix rubescens</i>	11867	18	18858	24	9393	13	12850	22
SN	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1294	2	814	1	*	1	545	1
T	<i>Mougeotia sp.</i>	7198	11	11305	14	13136	18	7338	13
Y	<i>Cryptomonas ovata</i>	599	1	*	1	*	1	683	1

*Biyomas miktarı o istasyonda hiçbir ayda %5'i geçmemiş fakat farklı bir istasyonda herhangi bir ayda %5'in üzerinde tespit edilmiştir.

Tablo 4.4: 2014 yılı fonksiyonel grupların istasyonlara bağlı yıllık toplam biyomas dağılımları.

Fonksiyonel Grup	Temsil Ettiği Türler	1. ist		2. ist		4. ist		5. ist	
		Biyomas (g/m ³)	%	Biyomas (g/m ³)	%	Biyomas (g/m ³)	%	Biyomas (g/m ³)	%
C	<i>Asterionella formosa</i>	*	0	110	0	*	0	176	0
	<i>Cyclotella atomus</i>	2112	3	1710	2	451	1	1845	3
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1658	2	809	1	2140	3	833	1
	<i>Stephanodiscus astraea</i>	1917	3	1214	2	1649	2	1027	2
D	<i>Synedra acus</i>	2465	3	1302	2	1116	2	1285	2
F	<i>Oocystis borgei</i>	481	1	514	1	455	1	523	1
	<i>Oocystis naegeli</i>	3901	5	3994	5	3545	5	3886	6
H1	<i>Dolichospermum) mendotae</i>	596	1	462	1	895	1	356	1
	<i>Chrysochlorum ovalisporum</i>	1782	2	2092	3	2417	3	711	1
	<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	6581	9	7573	10	4368	6	3997	6
J	<i>Pediastrum boryanum</i>	*	0	*	0	*	0	187	0
	<i>Tetraëdron minimum</i>	1141	2	841	1	982	1	1153	2
	<i>Golenkinia radiata</i>	166	0	*	0	107	0	198	0
	<i>Lagerheimia ciliata</i>	154*	0	287	0	*	0	308	0
LO	<i>Peridinium sp.</i>	1237	2	1246	2	977	1	2745	4
	<i>Ceratium sp.</i>	0*	0	*	0	*	0	55	0
N	<i>Cosmarium depressum</i>	1497	2	993	1	1509	2	1468	2
	<i>Cosmarium turpinii</i>	4749	6	6105	8	3227	5	4012	6
	<i>Staurastrum cingulum</i>	558	1	332	0	*	0	*	0
	<i>Staurastrum sp.</i>	1210	2	1043	1	1833	3	*	1
P	<i>Fragilaria capucina</i>	*	1	1776	2	892	1	*	1
	<i>Melosira sp.</i>	*	0	*	0	*	0	311	0
R	<i>Planktothrix rubescens</i>	8340	11	7487	10	6401	9	7226	11
SN	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	4074	5	3730	5	5621	8	3342	5
T	<i>Mougeotia sp.</i>	25788	35	27239	37	27231	39	24630	38
X2	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	857	1	637	1	1082	2	643	1
X3	<i>Schroederia setigera</i>	*	0	153	0	163	0	159	0
Y	<i>Cryptomonas ovata</i>	*	1	811	1	*	1	480	1

* Biyomas miktarı o istasyonda hiçbir ayda %5'i geçmemiş fakat farklı bir istasyonda herhangi bir ayda %5'in üzerinde tespit edilmiştir.

4.2.4. Fitoplankton Fonksiyonel Grupların Zamana Bağlı Değişimi

İznik Gölü'nde iki yıllık çalışma periyodu sürecinde herhangi bir ayda aylık fitoplankton biyomas miktarının % 5'inden fazlasını oluşturan fonksiyonel grupların örnekleme yapılan istasyonlarda zamana bağlı değişimi incelendi, gruplardan aylık biyomas miktarı %5'in altında kalanlar yok sayıldı. Elde edilen verilere göre fonksiyonel grupların gölde bulunma yüzdeleri hem istasyonlar arasında hem de zamana bağlı olarak değişiklik gösterdi.

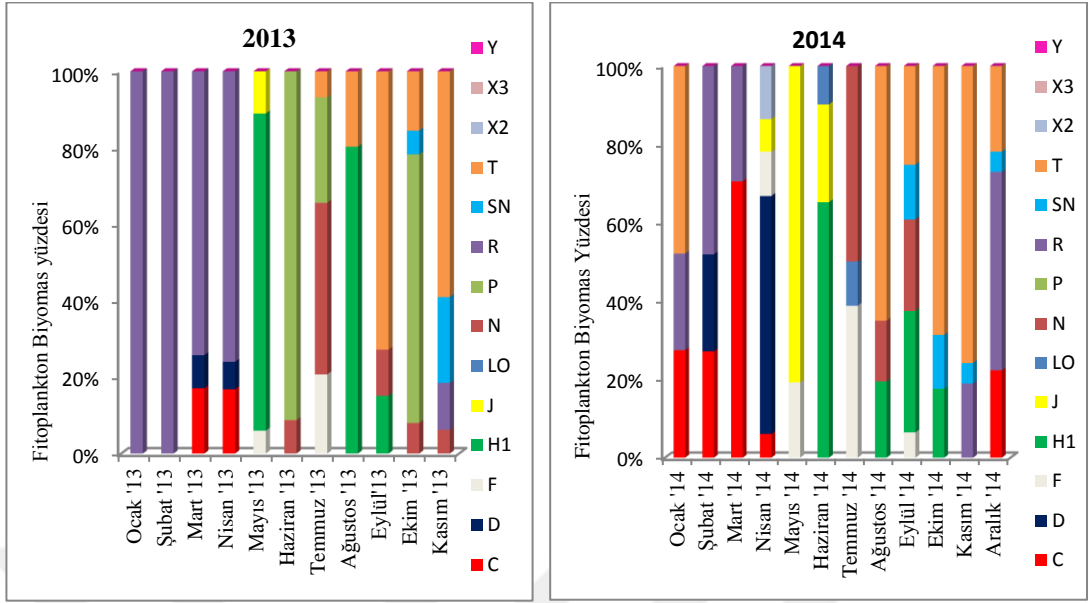
2013 yılında 1.istasyonda C, D, F, H₁, J, N, P, R, S_N, ve T fonksiyonel grupları olmak üzere toplamda 10 grup tespit edilirken 2014 yılında 2013 yılından farklı olarak 1. istasyonda P grubu tespit edilmedi. 2013 yılında tespit edilmeyen *Peridinium* ve *Ceratium* türlerinin temsil edildiği L₀ ve *Plagioselmis nannoplanctica* türünün temsil edildiği X₂ gruplarının gölde zaman zaman yüksek biyomas değerlerine ulaştı. *Planktothrix rubescens* türü ile temsil edilen R grubu Ocak ve Şubat aylarında gölü tek başına temsil ederken Mart ve Nisan aylarında ise bu gruba diatom türlerinden oluşan C ve D grupları da katkı sağladı. Mayıs ayında önemli artış gösteren *Dolichospermum mendotae* türünün temsil ettiği H₁ grubu, Haziran ayında ise *Fragilaria capucina* türü ile temsil edilen P grubu gölde baskın hale geldi. Su sıcaklığının arttığı Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında ise desmidlerin temsil ettiği N grubunun gölde önemli ölçüde artış gösterdi. Ağustos ayında ise özellikle sıcaklığın arttığı dönemlerde yüzey suyunda artış gösterdiği bilinen *Chrysoosporum (Aphanizomenon) ovalisporum* ve *Sphaerospermopsis (Aphanizomenon) aphanizomenoides* türleri ile temsil edilen H₁ grubu aşırı artış göstererek baskın hale geldi. Değişim erken sonbaharda da devam etti. Önce H₁ grubunun Eylül ayında gölde önemli artış gösterdi daha sonra P grubu üyeleri Ekim ayında tekrar baskın hale geldi (Şekil 4.35).

2014 yılı 1. istasyonda tespit edilen baskın fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi 2013 yılı ile kayda değer oranda farklılık gösterdi. 2013 yılında Ocak ve Şubat aylarında baskın grup olarak temsil edilen R grubuna, Ocak ayında C ve T, Şubat ayında ise D grubuna ait türler eşlik etti. Mart 2014'de gölde bir önceki yıldan farklı olarak R grubu yerine C grubu, Nisan 2014'de ise D grubu üyeleri baskın halde bulundu.

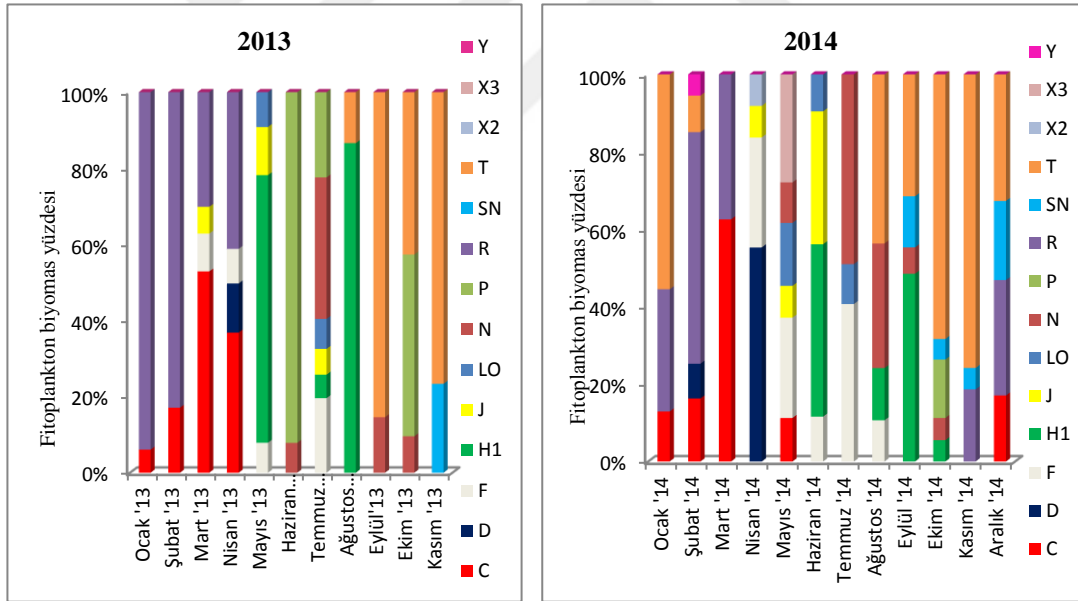
Mayıs 2014’de *Tetraëdron minimum* ve *Golenkinia radiata* türleri ile temsil edilen J grubu baskın olarak tespit edilirken Haziran ayında H₁ grubuna ait türler kayda değer artış gösterdi, 2013 yılında olduğu gibi 2014 yılında da T grubu ile temsil edilen *Mougeotia* sp. türü Ağustos ayından başlayıp yıl sonuna kadar baskın grup olarak tespit edildi (Şekil 4.35).

2013 yılı 2. istasyonda C, D, F, H₁, J, N, P, R, S_N, T ve L_O olmak üzere toplam 11 fonksiyonel grup tespit edilirken, 2014 yılında, bir önceki yıldan farklı olarak *Cryptomomas ovata* türü ile temsil edilen Y grubu ve *Schroederia setigera* türü ile temsil edilen X₃ grubu gölde zaman zaman yüksek biyomas değerleri ile temsil edildi. 2. istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi incelendiğinde, 2013 yılında yılı Ocak – Nisan aylarında R ve C grupları baskın gruplar olarak tespit edilirken, bu aylarda F, D ve J grupları da toplam biyomasa önemli katkı sağladı. Bu istasyonda yılın son aylarında *Mougeotia* sp. türü temsil edilen T grubu baskın grup olarak kaydedilirken, R grubu Aralık 2014’de 2. istasyonda 1. istasyona göre daha düşük, *Cylindrospermopsis raciborskii* türü ile temsil edilen L_O grubu ise daha yüksek oranda tespit edildi (Şekil 4.36).

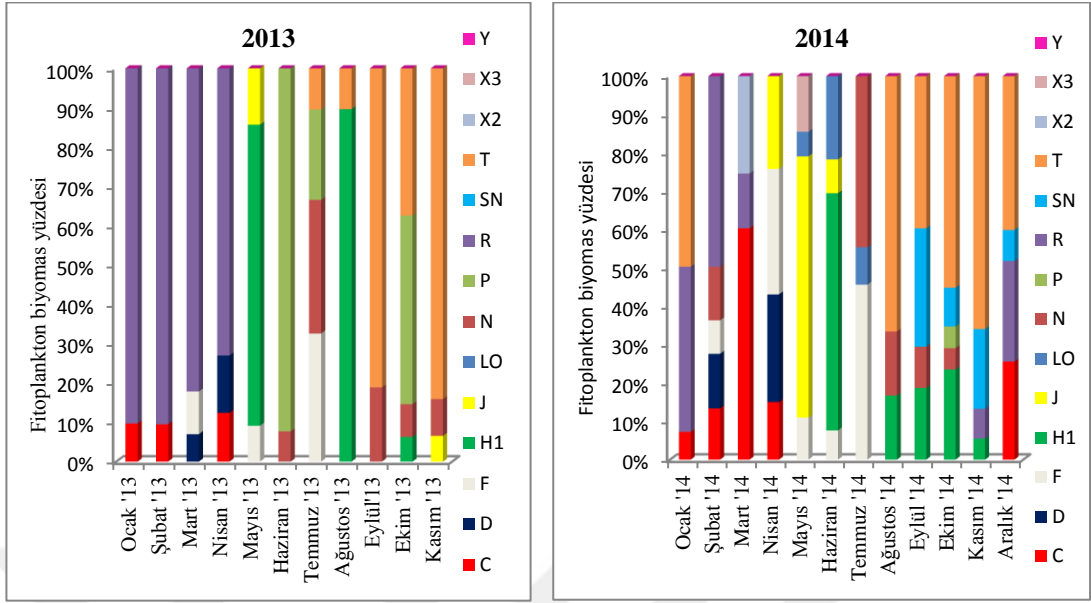
2013 yılında 3. ve 4. istasyonlarda C, D, F, H₁, J, N, P, R, T, fonksiyonel grupları olmak üzere toplamda 9 grup tespit edilirken, 2014 yılında bir önceki yıldan farklı 3. istasyonda S_N, L_O ve X₂ grupları, 4.istasyonda ise S_N, L_O, X₂ ve X₃ grupları zaman zaman yüksek değerlere ulaştı (Şekil 4.37; Şekil 4.38). Genel olarak 3 ve 4. istasyonlarda fitoplankton fonksiyonel grupların aylık değişimi incelendiğinde, artış gösteren grupların zamana bağlı değişimi 1 ve 2. istasyonla benzerlik gösterdiği tespit edildi.



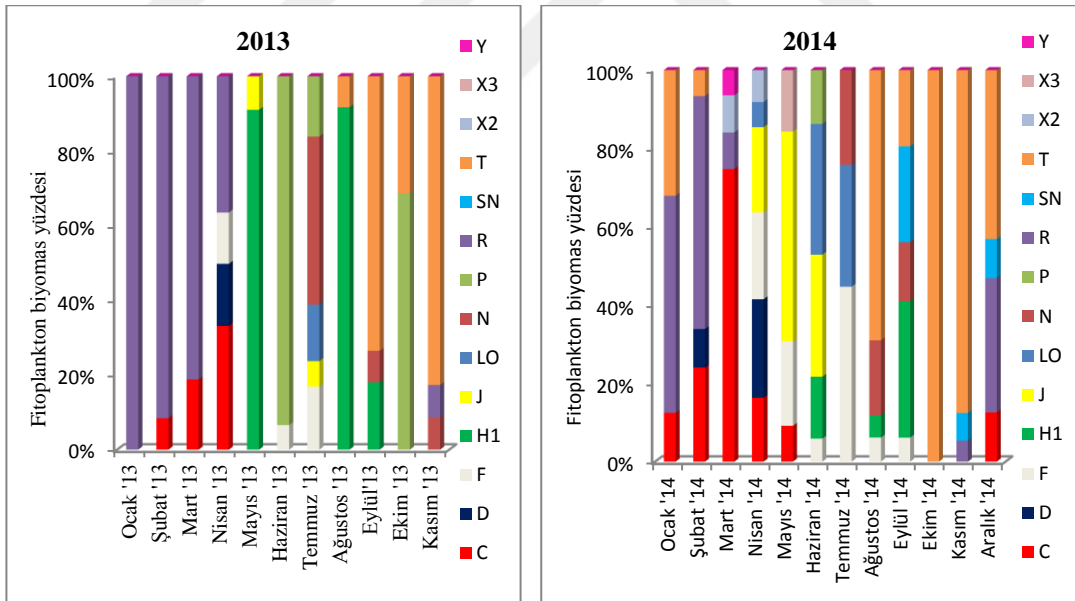
Şekil 4.35: 1. istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.36: 2. istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.37:3.istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.38: 4.istasyonda fonksiyonel grupların zamana bağlı değişimi.

4.2.5. İznik Gölü Fitoplankton Bolluğunun İstatiksel Veriler Kullanılarak Değerlendirilmesi

4.2.5.1. Fitoplankton Bolluk Analizi

Fitoplankton analiz yapılırken 2013 ve 2014 yılları ayrı ayrı değerlendirildi ve yıllık toplam bolluk miktarı %5'in üzerinde bulunan organizmalar baskın tür olarak belirlendi. Buna göre, 2013'de *Chrysochloris ovalisporum*, *Fragilaria capucina*, *Planktothrix rubescens*, *Plagioselmis nannoplanctica*, *Mougeotia* sp. ve *Oocystis borgei*, 2014'de ise *Plagioselmis nannoplanctica*, *Mougeotia* sp., *Cyclotella atomus*, *Synedra acus*, *Oocystis borgei*, ve *Planktothrix rubescens* baskın organizmaları oluşturdu (Tablo 4.5).

2013 yılında tüm istasyonlarda kaydedilen toplam 85 türün istasyonlardaki ortalama hücre sayısı 849×10^3 org/l olarak belirlendi. En yüksek değere ise Ağustos 2013'de 3. istasyonda *Chrysochloris ovalisporum* ($20,2 \times 10^6$ org/l) türü ile ulaşıırken toplam fitoplankton hücre sayısı $23,1 \times 10^6$ org/l olarak tespit edildi (Şekil 4.41). Haziran ve Ekim 2013'de ise *Fragilaria capucina* tüm istasyonlarda artış göstererek Haziran ayında ortalama $10,3 \times 10^6$ org/l'ye ve Ekim 2013'de ise ortalama $5,7 \times 10^6$ org/l 'ye ulaştı.

2014 yılında ise göl yüzey suyunda toplam 71 fitoplankton türü tespit edilirken istasyonlardaki ortalama hücre sayısı 1×10^6 org/l olarak kaydedildi. *Plagioselmis nannoplanctica* türü $11,3 \times 10^6$ org/l ile Mart 2014'de 3. istasyonda en yüksek sayıya ulaştı. Mart 2014'de 3. istasyonda toplam fitoplankton hücre sayısı 18×10^6 org/l olarak kaydedildi (Şekil 4.41).

Tablo 4.5:Baskın türlerin ortalama bolluk değerleri ve yüzdesi

Yıl	Baskın Tür	İstasyonların ortalama bolluk değerleri	Toplam Bolluktaki Yüzdesi
2013	<i>Chrysochloris ovalisporum</i>	15,8×10 ⁶ (org/l)	22%
	<i>Fragilaria capucina</i>	14,1×10 ⁶ (org/l)	20%
	<i>Planktothrix rubescens</i>	6,7×10 ⁶ (org/l)	9%
	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	5,4×10 ⁶ (org/l)	8%
	<i>Mougeotia</i> sp.	5,2×10 ⁶ (org/l)	7%
	<i>Oocystis borgei</i>	4,5×10 ⁶ (org/l)	6%
2014	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	13,4×10 ⁶ (org/l)	18%
	<i>Mougeotia</i> sp.	12,9×10 ⁶ (org/l)	17%
	<i>Cyclotella atomus</i>	7,9×10 ⁶ (org/l)	11%
	<i>Synedra acus</i>	4,9×10 ⁶ (org/l)	7%
	<i>Oocystis borgei</i>	4,8×10 ⁶ (org/l)	6%
	<i>Planktothrix rubescens</i>	3,7×10 ⁶ (org/l)	5%

4.2.5.2. Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Evenness İndeksi

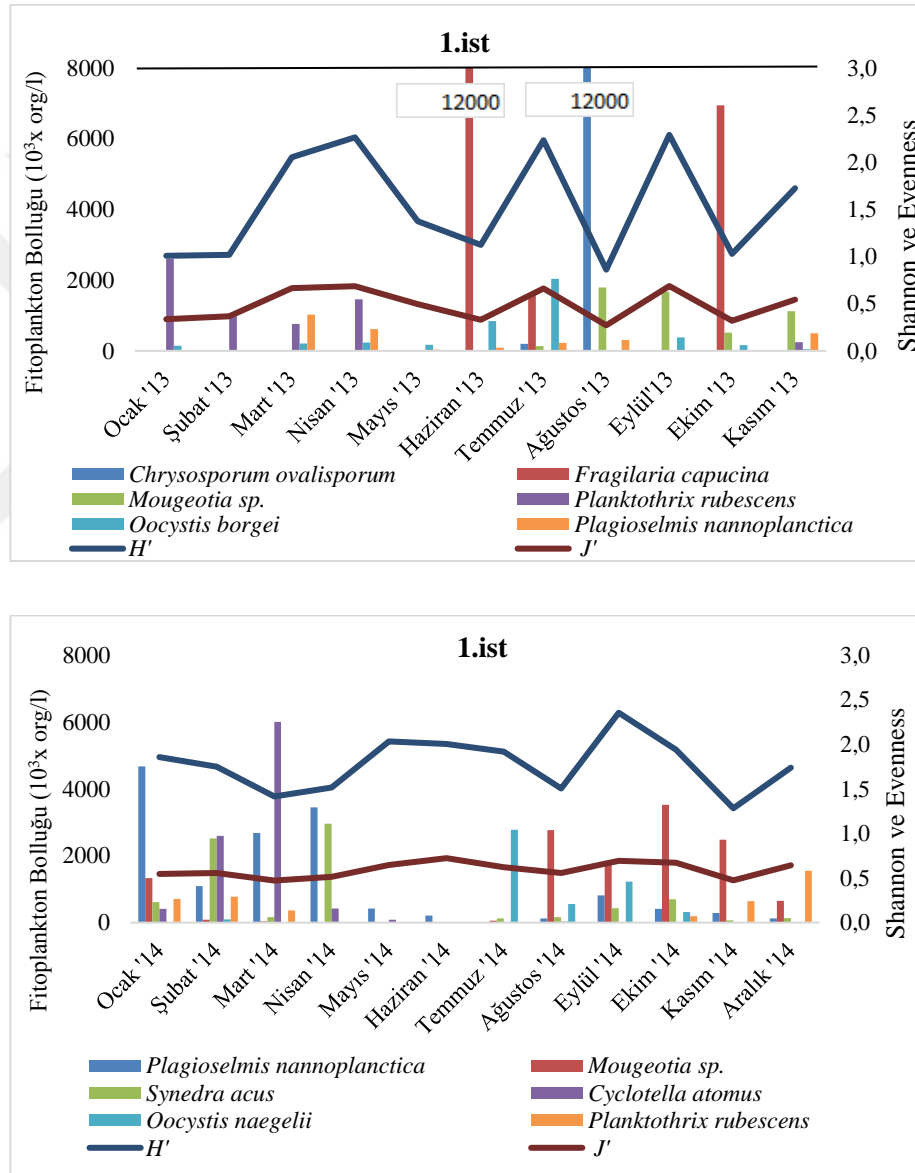
İznik Gölü fitoplanktonun bolluk değerleri, Shannon Çeşitlilik (H') ve Evenness (J') indeksine göre istasyon bazında aylara bağlı olarak değerlendirildi. Elde edilen bulgularda, Shannon çeşitlilik indeksi 0,41 – 2,49, Evenness indeksi ise 0,16 - 0,80 aralığında değişim gösterdi. Yıllık çeşitlilik indeksi genel olarak 1,0 – 2,0 değerleri arasında değişim gösterirken, en yüksek H' değeri Eylül 2013'de 3.istasyonda, en düşük H' değeri ise Ağustos 2013'de 4. istasyonda kaydedildi

2013 yılı ortalama Evenness değeri 0,52, 2014 yılında ise 0,60 olarak hesaplandı. 2014 yılında 2013 yılına göre daha düzenli fitoplankton dağılımı gösterirken en yüksek Evenness değerine Eylül 2013'de 4. istasyonda, en düşük değer ise Ağustos 2013'de 4. istasyonda tespit edildi (Şekil 4.42).

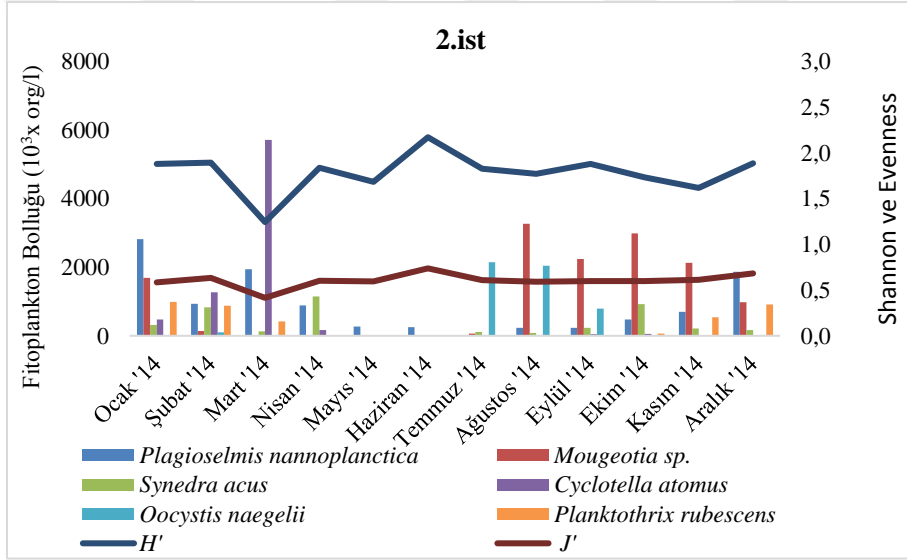
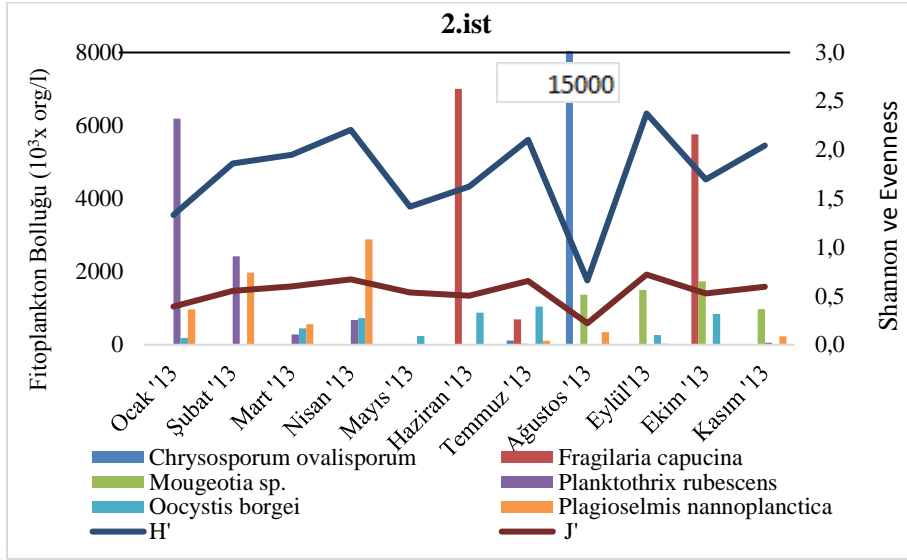
Tüm istasyonlarda *Chrysochloris ovalisporum* türünün 13×10⁶ org/l 'yi geçtiği ve diğer türlerin 7×10⁵ org/l 'nin altında kalarak düzensiz fitoplankton yoğunluk dağılımının görüldüğü Ağustos 2013'de çeşitlilik indeksi tüm istasyonlarda 1,0'in altında, evenness indeksi ise 0,16 ile en düşük değerde kaydedildi. Aynı şekilde aşırı artış göstererek diğer türler üzerinde baskınlık gösteren *Plagioselmis nannoplanctica* türünün 11×10⁶ org/l üstünde tespit edildiği 3. istasyon Mart 2014 ve *Planktothrix rubescens* türünün

2×10^6 org/l üzerinde tespit edildiği 4.istasyon Ocak 2013'de H' çeşitlilik indeksinin 1,0'in altına düştüğü tespit edildi.

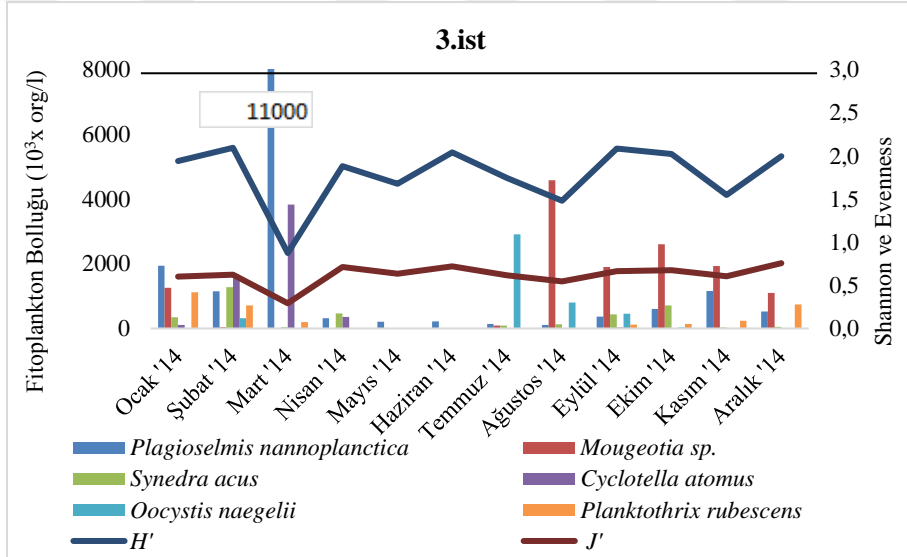
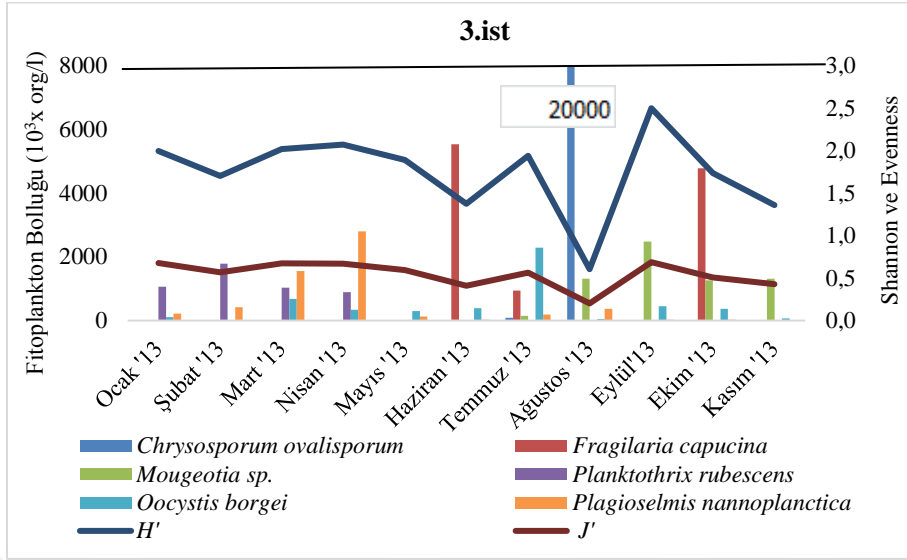
Eylül 2013 ve Haziran 2014' de ise fitoplankton çeşitlilik indeksi tüm istasyonlarda 2,0'nin üzerinde kaydedildi. Ayrıca bu aylarda tespit edilen fitoplankton yoğunluk dağılımı diğer aylara oranla daha düzenli dağılım göstererek tüm istasyonlarda 0,68'den 0,80 e kadar yüksek evenness değerleri belirlendi.



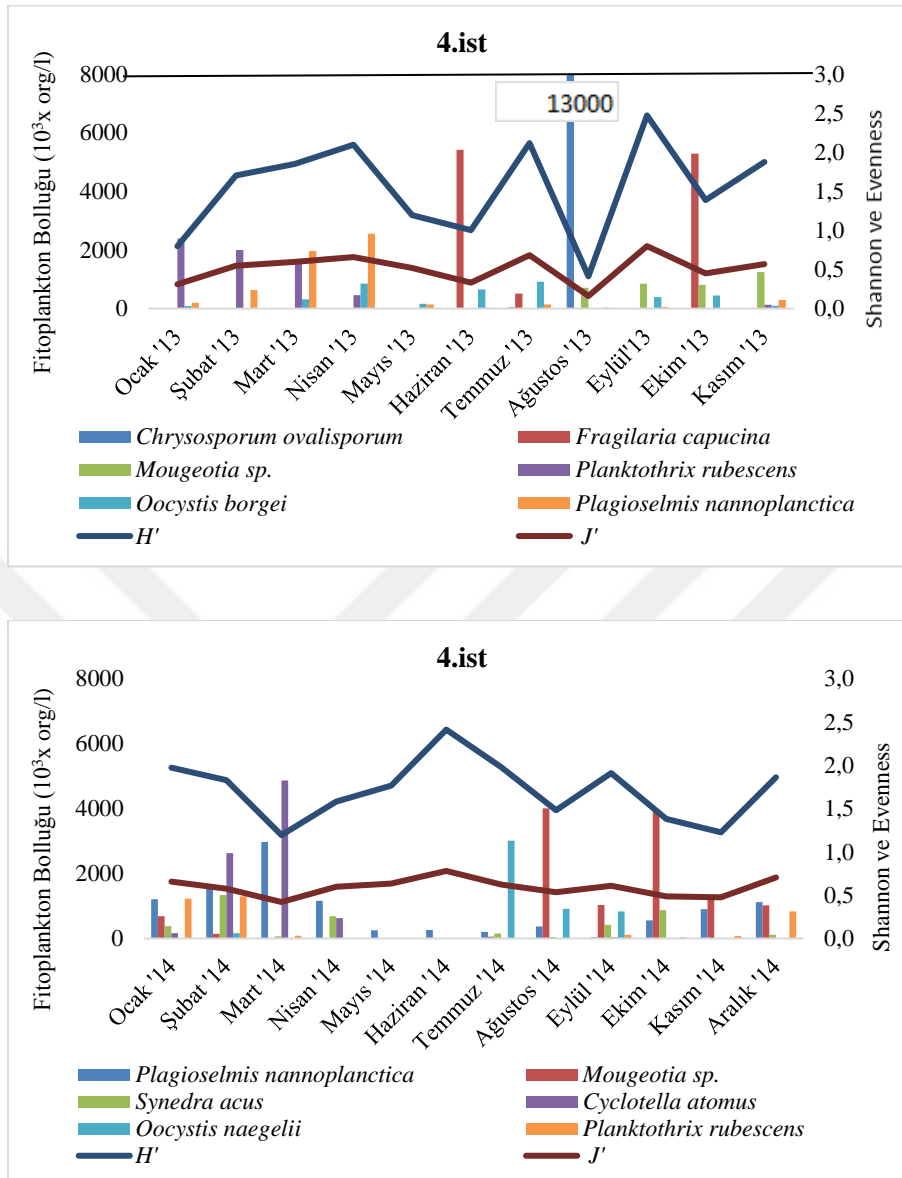
Şekil 4.39: 2013 -2014 yılı 1. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.



Şekil 4.40: 2013 -2014 yılı 2. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.



Şekil 4.41: 2013 -2014 yılı 3. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.



Şekil 4.42: 2013 -2014 yılı 4. istasyonda baskın türler, Shannon Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksinin aylara bağlı değişimi.

4.2.5.3 Spearman Rank Korelasyon Analizi

2013-2014 yılları arasında Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, pH, İletkenlik, Seki Diski Derinliği, orto-Fosfat, Toplam fosfor, Silika, Nitrit+Nitrat ve klorofil-*a* gibi fiziksel ve kimyasal parametreler ile fitoplankton grupları ve fitoplankton fonksiyonel grupları arasında Spearman Rank Korelasyon Analizi uygulandı. Elde edilen bulgulara göre, su kalitesi parametreleri ile fitoplankton fonksiyonel grupları arasında istatistiksel

bakımdan kayda değer ilişki tespit edildi. Ayrıca Fitoplankton fonksiyonel grupları ile su kalitesi parametreleri için uygulanan Spearman Rank Korelasyon analizinde anlamlı ilişki kaydedildi. Spearman Rank Korelasyon analizine göre elde edilen korelasyon değerleri (Tablo 4.6; Tablo 4.7; Tablo 4.8; Tablo 4.9) özetlendi.

Tablo 4.6:Belirlenen fonksiyonel grupların Sıcaklık ve Çözünmüş Oksijen parametreleri ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.

Fonksiyonel Grup	SICAKLIK				ÇÖZÜNÜMÜŞ OKSİJEN			
	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
C	-0,58**	-0,76**	-0,68**	-0,62**	-	0,56**	-	0,41*
D	-	-	-	-	-	-	0,42*	0,44*
H ₁	0,59**	0,71**	0,56**	0,65**	-0,42*	-0,59**	-0,59**	-0,56**
N	0,63**	0,62**	0,52**	0,54**	-	-	-	-
R	-0,87**	-0,85**	-0,85**	-0,88**	0,48*	0,55**	0,58**	0,52**
S _N	-	-	-	-	-	-	-0,48*	-
T	-	-	-	-	-0,70**	-0,43*	-0,54**	-0,49*

(**p<0.01; *p<0.05; - : anlamlı değil)

Tablo 4.7:Belirlenen fonksiyonel grupların İletkenlik ve Seki Diski parametreleri ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi

Fonksiyonel Grup	İLETKENLİK				SEKİ			
	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
C	-0,49*	-0,78**	-0,63**	-0,55**	-	-	-	-
D	-0,41*	-	-	-	-	-	-	-
H ₁	0,56**	0,70**	0,70**	0,57**	-	-	-	-
N	0,66**	0,62**	0,54**	0,50*	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	0,56**	0,46*	0,68**
L _o	0,44*	-	-	0,48*	-	-	-	-
R	-0,86**	-0,82**	-0,82**	-0,83**	-	-	-	-

(**p<0.01; *p<0.05; - : anlamlı değil)

Tablo 4.8: Belirlenen fonksiyonel Grupların o-PO₄ ve TP ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.

Fonksiyonel Grup	o-PO ₄				TP			
	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
C	0,53**	0,67**	0,57**	0,72**	0,45*	0,73**	0,54**	0,55**
R	0,48*	0,54**	0,60**	0,54**	0,56**	0,71**	0,64**	-
SN	-0,54**	-0,49*	-	-	-0,51*	-0,44*	-	-
T	-0,48*	-0,49*	-0,44*	-	-0,69**	-0,52*	-0,45*	-0,64**

(**p<0.01; *p<0.05; - : anlamlı değil)

Tablo 4.9: Belirlenen fonksiyonel Grupların Silika ve Kl-a ile Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.

Fonksiyonel Grup	SİLİKA				KL-a			
	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
C	0,45*	0,72**	0,59**	0,66**	-	-	-0,48*	-0,47*
D	-0,57**	-0,60**	-0,58**	-0,45*	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-0,63**	-0,52*	-0,47*	-0,54**
R	0,65**	0,74**	0,73**	0,72**	-	-	-	-
SN	-0,60**	-	-	-	-	-	-	-
T	-0,70**	-0,56**	-0,68**	-0,53**	-	0,50*	0,45*	-

(**p<0.01; *p<0.05; - : anlamlı değil)

Fonksiyonel grupların fiziksel ve kimyasal parametreler ile ilişkisi incelendiğinde, *Asterionella formosa*, *Cyclotella atomus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus astraea* gibi diatome türlerinin temsil ettiği C fonksiyonel grubu tüm istasyonlarda sıcaklık ve iletkenlik ile kuvvetli negatif; o-PO₄, TP ve Silika ile kuvvetli pozitif korelasyon gösterdi (p<0.01). Bununla birlikte 1. ve 2. istasyonlarda C fonksiyonel grubunun kl-a ile anlamlı bir korelasyon oluşturmazken, 3. ve 4. istasyonlarda ise negatif korelasyon gösterdi (sırasıyla; r=-0,48*; r=-0,47*). *Synedra acus* ile temsil edilen D fonksiyonel grubu silika ile 4. istasyonda negatif, (p<0.05; r=0,45*) diğer istasyonlarda kuvvetli negatif korelasyon gösterdi (p<0.01; sırasıyla; r=0,57**, r=0,60** r=0,58**). *Dolichospermum mendotae*, *Chrysoosporum ovalisporum*, *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* türleri ile temsil edilen H₁ fonksiyonel grubunun

sıcaklık ve iletkenlik ile tüm istasyonlarda kuvvetli pozitif ($p < 0.01$); Çözünmüş Oksijen ile 1. istasyonda negatif ($r = 0,42^*$; $p < 0.05$), diğer istasyonlarda kuvvetli negatif (sırasıyla $r = 0,59^{**}$ $r = 0,59^{**}$, $r = 0,56^{**}$; $p < 0.01$) korelasyon gösterdi. *Cosmarium depressum* var. *planctonicum*, *Cosmarium turpinii*, *Staurastrum cingulum* ve *Staurastrum* sp. türleri ile temsil edilen N fonksiyonel grubu sıcaklık ve iletkenlik ile kuvvetli pozitif korelasyon gösterirken, *Planktothrix rubescens* türü ile temsil edilen R fonksiyonel grubu sıcaklık ve iletkenlik ile kuvvetli negatif korelasyon gösterdi (Tablo 4.6; Tablo 4.7). Ayrıca R fonksiyonel grubunun o-PO₄, TP ve silika ile kuvvetli pozitif korelasyon gösterdiği tespit edildi (Tablo 4.8; Tablo 4.9).

Belirlenen fitoplankton fonksiyonel gruplar arasındaki Spearman Rank Korelasyonu analizine göre bazı grupların kendi içlerinde anlamlı korelasyonlar oluşturduğu tespit edildi. Spearman Rank Korelasyon analizine göre elde edilen korelasyon değerleri (Tablo 4.10) özetlendi.

Tablo 4.10: Belirlenen fonksiyonel gruplar arasındaki Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.

Fonksiyonel Gruplar	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
C ve D	0,58 ^{**}	-	0,42 [*]	0,57 ^{**}
C ve H ₁	-0,42 [*]	-0,50 [*]	-0,50 [*]	-0,45 [*]
C ve N	-0,46 [*]	-0,47 [*]	-	-0,45 [*]
C ve R	0,55 ^{**}	0,83 ^{**}	0,65 ^{**}	0,57 ^{**}
F ve J	0,44 [*]	0,70 ^{**}	0,47 [*]	0,47 [*]
F ve Lo	-	0,69 ^{**}	0,52 [*]	0,61 ^{**}
H ₁ ve R	-0,540 ^{**}	-0,50 [*]	-0,46 [*]	-0,49 [*]
N ve R	-0,52 [*]	-0,59 ^{**}	-0,47 [*]	-
Sn ve T	0,60 ^{**}	0,60 ^{**}	0,48 [*]	-
T ve F	-	-0,53 ^{**}	-0,53 ^{**}	-

(** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; - : anlamlı değil)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Fitoplankterler göllerde göl yönetim stratejilerinin oluşturulması ve izlenmesine temel teşkil eden, trofik düzeyin belirlenmesinde ekolojik durum göstergesi olarak kullanılan mikroskobik canlılardır (Bellinger ve Siege, 2010). Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan ve ortamdaki değişikliklerden hızlı bir şekilde etkilenen fitoplankton türlerinin su kalitesinin belirlenmesi amacıyla kullanılması, Avrupa Birliği'nin çıkardığı en kapsamlı su mevzuatı olan Su Çerçeve Direktifi (SÇD) kapsamında yapılan çalışmalar ile çok daha önemli hale geldi. SÇD'ne göre, göllerde fitoplankton kompozisyonu, bolluğu ve biyoması izlenmesi gereken biyolojik kalite unsurlarından biri olarak kabul edildi ve düzenli aralıklarla izlenmesinin yapılması zorunlu hale getirildi (EU 2000).

Biyolojik kalite elementlerinden birisi olan fitoplankterlerin İznik Gölünde bulunuşu ile ilgili olarak bu tez çalışması planlandı. Ocak 2013- Aralık 2014 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada dinlence, balıkçılık ve tarımsal amaçlı kullanılan İznik Gölü'nün fiziksel ve kimyasal parametreleri ile gölün fitoplankton tür kompozisyonu ve fonksiyonel grup dağılımının yoğunluk ve zamana bağlı değişimi ve tür çeşitliliği indeksi, eş zamanlı olarak incelendi ve gölün ekolojik yönden kalitesi belirlendi.

Diğer biyolojik kalite elementlerinde olduğu gibi fitoplankterlerde yaşam ortamındaki su kalitesi parametrelerinden etkilenirler. Mevcut fiziksel ve kimyasal şartlar ortamdaki fitoplankton tür çeşitliliğini, kompozisyonunu ve bolluğunu direkt etkileyebilir. İznik Gölü'nde de bu etkileşimi sayısallaştırabilmek için istatistiksel yöntemlere başvuruldu. Spearman Rank Korelasyonu analiz sonuçlarına göre İznik Gölü fitoplankton tür kompozisyonu ve yoğunluğunu etkileyen en önemli değişken olarak sıcaklık parametresi bulundu. 2013 yılında sıcaklık 8,4°C ila 27,8°C ve 2014 yılında 8,9°C ila 29,7°C arasında değişim gösterdi.

Fitoplankton çeşitliliği, kompozisyonu ve yoğunluğunu etkileyen en önemli parametrelerden birinin su sıcaklığı olduğu yapılan diğer çalışmalarda da vurgulandı (Touzet 2011; Tian ve diğ., 2012; Wang ve diğ., 2015; Zebek 2016). İznik Gölü'nde

tespit edilen birçok siyanobakteri türleri (özellikle siyanotoksin üretebilmepotansiyeline sahip türler) su sıcaklığı ile kuvvetli korelasyon gösterdi. (Tablo 4.6). Akçaalan ve diğ., (2015), yaptıkları bir çalışmada İznik Gölü'nde *Chrysochloris ovalisporum* ve *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* türlerinin cylindrospermopsin ürettiğini belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da Spearman Rank Korelasyonu sonucuna göre *Chrysochloris ovalisporum* ve *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* türlerinin yer aldığı H₁ fitoplankton fonksiyonel grubu ile sıcaklığın tüm istasyonlarda yüksek pozitif ilişkisi olduğu görüldü (sırasıyla; $r=0,60^{**}$; $r=0,71^{**}$; $r=0,56^{**}$; $r=0,66^{**}$). Özellikle her iki yılda da sıcaklığın en yüksek ölçüldüğü Ağustos ayında *Chrysochloris ovalisporum* türünün artışları dikkat çekti. Akçaalan ve diğ., (2006) tarafından toksin ürettiği belirtilen bir diğer tür *Planktothrix rubescens*' in göldeki varlığını rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada *Planktothrix rubescens* türü ile temsil edilen R fitoplankton fonksiyonel grubu tüm istasyonlarda sıcaklık ile kuvvetli negatif ilişki gösterdi (sırasıyla; $r=-0,87^{**}$; $r=-0,85^{**}$; $r=-0,86^{**}$; $r=-0,88^{**}$). Her iki yılda sıcaklığın 9- 12 °C arasında ölçüldüğü Ocak- Mart aylarında *Planktothrix rubescens* türü tüm istasyonlarda önemli artışlar gösterdi. Yapılan diğer bir çalışmada da bu alg için optimum sıcaklığın 12 olduğu belirtilmiştir. (Konopka 1982). Ayrıca çalışmada siyanobakteri grubu haricindeki türlerin temsil ettiği N ve C grupları da sıcaklık ile kuvvetli korelasyon gösterdi. Spearman Rank Korelasyon sonucuna göre *Cosmarium depressum*, *Cosmarium turpinii*, *Staurastrum cingulum* gibi desmidlerin yer aldığı N fonksiyonel grubu sıcaklıkla yüksek pozitif ilişki ($r=0,63^{**}$; $r=0,62^{**}$; $r=0,52^{**}$; $r=0,54^{**}$). *Asterionella formosa*, *Cyclotella atomus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus astraea* gibi diatomların temsil ettiği C fonksiyonel grubu ise tüm istasyonlarda sıcaklıkla yüksek negatif ilişki gösterdi ($r=-0,58^{**}$; $r=-0,76^{**}$; $r=-0,68^{**}$; $r=-0,62^{**}$).

Tablo 5.1:Sıcaklık ve fiziko-kimyasallar arasındaki Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi.

Fiziko-kimyasallar	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
Sıcaklık -İletkenlik	0,98**	0,98**	0,93**	0,85**
Sıcaklık - ÇO	-0,47*	-0,63**	-0,59**	-0,60**
Sıcaklık - Silika	-0,66**	-0,70**	-0,65**	-0,68**
Sıcaklık - o-PO4	-0,56**	-0,54**	-0,64**	-0,54**
Sıcaklık - TP	-0,68**	-0,65**	-0,62**	-0,44*

(**p<0.01; *p<0.05; - : anlamlı değil)

Suların iletkenliği sulardaki iyon sayısı hakkında bilgi vermektedir (Ünlü ve diğ., 2008). İznik Gölü'nde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ) ortalama değeri 886 $\mu\text{s/cm}$ olarak göreceli olarak yüksek bulundu. Eİ değerleri istasyonlar arasında kayda değer bir farklılıklar göstermezken zamana bağlı olarak önemli artış ve azalışlar kaydedildi. Yaz aylarında en yüksek seviyelere ulaşan Eİ değerleri kış aylarında önemli düşüşler gösterdi. Yapılan Spearman Rank testine göre sıcaklık ile iletkenlik tüm istasyonlarda yüksek pozitif korelasyon gösterdi. (Tablo. 5.1).

İznik Gölü'nde daha önce yapılmış çalışmalarda Ongan (1982), elektiriksel iletkenlik değerini minimum 937 $\mu\text{s/cm}$ (kış mevsiminde), maksimum 1100 $\mu\text{s/cm}$ 'lik (ilkbahar mevsiminde) ölçmüş, Albay ve Aykulu (2002), iletkenliğin 990-1050 $\mu\text{s/cm}$ arasında değiştiğini ve ortalama 1020 $\mu\text{s/cm}$ elektriksel iletkenliğe sahip olduğunu bildirmiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde gölün yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olduğu söylenebilmektedir.

İznik Gölü'nde 2013-2014 yıllarında yapılan ölçümlerde genel olarak pH değerlerinin istasyonlar bazında farklılık göstermedi. Araştırma süresince pH değerleri 8,1 ile 10,4 arasında değişiklik gösterdi. Ortalama pH değeri 2013 yılında 8,90, 2014 yılında ise 9,08 olarak kaydedildi. Albay ve Aykulu (2002), yaptıkları çalışmada İznik Gölü pH değerlerinin 8,9 ile 9,3 arasında değişiklik gösterdiğini ve ortalama pH değerinin ise 9,09 olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki pH verilerinin Albay ve Aykulu (2002)'nin yaptıkları çalışmadaki veriler ile benzerlik gösterdiği ve gölün alkali karakterli olduğu görülmektedir. İznik Gölü'nde diatom grubundan *Fragilaria capucina*'nın Haziran ve Ekim 2013, yeşil alglerden *Oocystis borgei*'nin Temmuz 2014

siyanobakteri grubundan *Planktothrix rubescens*'in ise Ocak-Şubat 2014 'de artış gösterdiği zamanlarda göldeki pH değerinin 9'un üzerinde olduğu görüldü. Lopez-Archilla ve diğ., (2004) ortalama pH' ın 9,52 olduğu Santa Olalla Gölü'nde yaptıkları çalışmada dış kaynakların girdisi olmamasına rağmen yüksek pH değerinin olmasını fotosentetik birincil üretim ile açıklamışlar ve maksimum pH değerlerinde yeşil algler, diatomlar ile Nostocales ve Chroococcales ordolarına ait siyanobakterilerin artış gösterdiklerini gözlemlemişlerdir. Ayrıca, pH ile ilgili Grant (1992) ve Horikoshi (1999), yaptıkları çalışmalarda canlıların yüksek pH' da (9 veya üzerinde) yüksek adaptasyona sahip olduklarını bildirmiştir.

Yapılan Secchi derinliği ölçümlerinde ışık geçirgenliği ortalama 4,5 metre bulundu. Gölde en yüksek Secchi diski değerleri Haziran 2014'te 10,4 m olarak kaydedildi. Secchi diski değerleri aşırı alg artışlarının meydana geldiği zamanlarda kayda değer düşüşler gösterdi. Özellikle siyanobakteri aşırı artışının gerçekleştiği Ağustos 2013'de görünürlüğün ciddi ölçüde azaldığı ve Secchi disk değerlerinin tüm istasyonlarda 1,5 m'nin altına düştüğü tespit edildi.

Çözünmüş oksijen (ÇO), suyun kirlenme derecesini ifade ederken, ayrıca sularda biyolojik büyüme ve su kirliliği hakkında değerlendirme yapılmasına yardımcı olabilecek önemli bir parametredir (Hejzlar ve Vyhnaek 1998, Singh ve diğ., 2008, Ünlü ve diğ., 2008, Zhou ve diğ., 2012). Sudaki ÇO değerlerine incelendiğinde İznik Gölü'nün ÇO bakımından zengin olduğu görülmektedir. Yüzey sularında ölçülen en düşük ÇO değeri Haziran 2014'de 7,45 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz 2014'te 11,88 mg/L ölçüldü. Spearman Rank Analizi sonuçlarına göre; ÇO ile sıcaklık arasında yüksek negatif ilişki olduğu saptandı (Tablo 5.1). Sucul ortamlarda çözünmüş oksijen değeri sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına da bağlıdır. (Akbulut ve Yıldız 2001). Ortamda yeterli miktarlarda N, P ve C'nun bulunması fotosentez hızını artırdığı da bilinen bir gerçektir. Bu nedenle sıcaklıkların yüksek ölçüldüğü Temmuz 2014 de çözünmüş oksijen değerlerinin düşmediği, ortamda artış gösteren yeşil alglerin fotosentetik aktivitesi ile ilişkili olarak arttığı görüldü.

Azot ve fosfor alg büyümesine etki eden en önemli sınırlayıcı besin tuzlarıdır (Felisberto ve diğ., 2011). Sulardaki nitratın kaynağını atmosferdeki azotun yağışlarla suya karışmasının yanı sıra, sanayi atıkları ve tarımda kullanılan azotlu gübreler

oluşturmaktadır. İznik Gölü'nde iki yıllık yapılan ölçümlerde Toplam Azot (TN) konsantrasyonu yüksek değerlerde tespit edildi. İznik Gölü'nde önceki yıllarda Albay ve Aykulu (2002) tarafından yapılan çalışmada, TN 0,014-0.873 mg/L olarak verilmiştir. Bu çalışmada 2013 yılında ortalama TN değeri 2,3 mg/L, 2014 yılı ise 1,5 mg/L olarak kaydedildi. İznik Gölü'nde örnekleme noktalarının çevresinde yaygın olarak tarım alanları, özellikle de zeytin bahçeleri mevcuttur. Tarımsal mücadelede kullanılan ilaçlar ise havzadan gelen dereler vasıtasıyla göle ulaşmaktadır. Ayrıca 1.istasyon yakınındaki Orhangazi Deresi'nin bazı meyve ve sebze işleme tesislerinin atıklarını da göle taşıdığı düşünülmektedir. Özellikle 1.istasyonda zaman zaman yüksek miktarda TN tespit edilmesi yukarıda belirtilen nedenlerden kaynaklanmış olabilir.

Göllerde fosfor konsantrasyonlarının genellikle yaz mevsiminde daha yüksek olduğu bilinmektedir (Søndergaard ve diğ., 1999, 2001). Bunun nedeni olarak ilkbahar mevsiminde fotosentezin hızlanması sonucunda alglerin fosforu kullanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (İleri ve diğ., 2014). Buna bağlı olarak gölde alg artışlarının meydana geldiği Haziran, Ağustos, Ekim 2013 aylarında ve Temmuz- Ekim 2014 ayları arasında düşük miktarlarda o- PO₄ ve TP değerleri tespit edildi. Göl suyunda tespit edilen göreceli olarak yüksek o- PO₄ ve TP değerleri gelecek yıllarda gölde ötrofikasyonunun belirteci olarak kabul edildi.

Yapılan Spearman Rank Korelasyon testine göre *Mougeotia* sp. türünün temsil ettiği T fonksiyonel grubunun o-PO₄ ve TP ile yüksek negatif ilişki gösterdi (Tablo 4.8). *Mougeotia* sp. türü özellikle göldeki toplam fosfor konsantrasyonunun 20 µg/L altına düştüğü Eylül- Ekim (2014) aylarında gölde artışlar gerçekleştirdiği görüldü. Tapolczai ve diğ., (2014) besin tuzunun *Mougeotia* sp. üzerinde sınırlayıcı etkisinin olmadığını ve toplam fosforun 20 µg/L altına düştüğünde bu türün artışlar gösterdiğini belirtmiştir. Reynolds ve diğ. (2002), tarafından mezotrofik göllerin metalimniyonunda bulunduğu belirtilen ve o-PO₄ ve TP ile yüksek pozitif ilişki gösteren *Planktothrix rubescens* türünün ise gölde karışımın gerçekleştiği Ocak- Mart ayları arasında her iki yılda da yüzey suyunda önemli miktarlarda bulunduğunu rapor etti. Bu durumu Vaughan ve diğ., (2001), yazın metalimniyonda artış gösteren *Planktothrix rubescens* türünün kışın suların soğumasıyla karışımın meydana gelmesi ve metalimniyondaki *Planktothrix rubescens* 'in epilimniyona geçmesi ile ilişkilendirmiştir. Gölde karışımın meydana

gelip yüzey suyunda o-PO₄ ve TP'un yüksek tespit edildiği kış aylarında bu nedenle *Planktothrix rubescens* ve o-PO₄ - TP arasında yüksek pozitif ilişki kaydedildi (Tablo 4.8).

Sucul ekosistemlerde fitoplankton yoğunluğunun en iyi göstergelerinden bir tanesi klorofil-*a* miktarıdır. Spearman Rank Korelasyon analizi sonucuna göre kl-*a* ile besin tuzları arasında negatif ilişki tespit edildi (Tablo 5.2).

Tablo 5.2:Klorofil *a* ve besin tuzları arasında Spearman Rank Korelasyonu ilişkisi

Kl- <i>a</i> ve Besin tuzları ilişkisi	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist
kl- <i>a</i> - o-PO ₄	-0,65**	-0,506*	-0,635**	-0,436*
kl- <i>a</i> - TP	-0,44*	-0,51*	-0,50*	-
kl- <i>a</i> - Silika	-0,45*	-0,49*	-0,52**	-0,61**

(**p<0.01; *p<0.05; - : anlamlı değil)

Örnekleme yapılan istasyonlarda fiziko-kimyasal parametreler Yüzey Su Kalitesi Yönetmeliğinde göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sınır değerleri açısından (Tablo 5.3) açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 5.3:Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Seviye Sınır Değerleri

Trofik Düzey	TP (µg/L)	TN (µg/L)	Klorofil- <i>a</i> (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Oligotrofik	≤10	≤350	<3.5	>4	>7
Mezotrofik	30	650	9	2	6
	50*	1000*	15*	1,5*	4*
Ötrofik	100	1500	25	1	3
Hipertrofik	>100	>1500	>25	<1	<3

*Gölet veya baraj göllerinde geçerlidir. (10 Ağustos 2016 tarihli ve29797 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği.

Buna göre, TN açısından değerlendirildiğinde tüm istasyonlar hiperötrofik koşulları gösterirken TP açısından değerlendirildiğinde 1 ve 2. istasyonlar mezotrofik, 3. ve 4. istasyonlar ötrofik durumda bulundu. Klorofil-*a* değerlerine göre, tüm istasyonlar mezotrofik karakteri gösterirken, Secchi Disk derinliği açısından ise 2, 3 ve 4. İstasyonlar oligotrofik, 1. istasyon mezotrofik koşulları, TN değerlerine göre ise tüm istasyonlar oligotrofik koşulları işaret etmektedir.

Tablo 5.4:İznik Gölü’nde çalışma periyodunca ölçülen değerlerin Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi

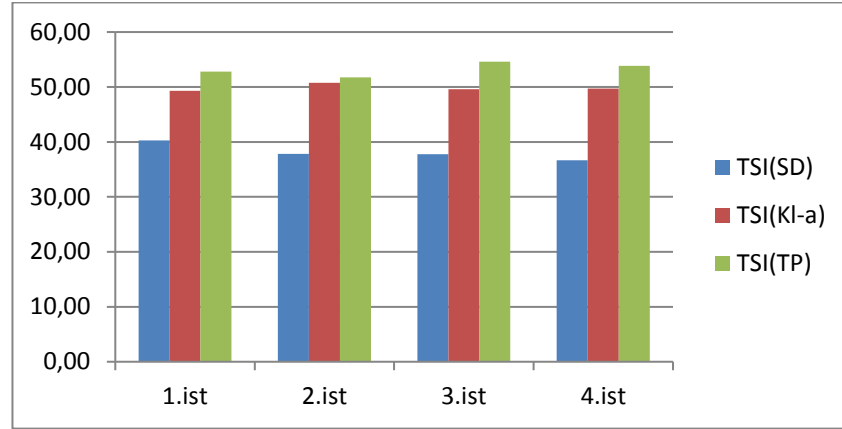
	1. İst	2. İst	3. İst	4. İst	
TN (mg/L)	2280	1950	1640	1660	Hiperötrofik
TP (mg/L)	29,1	27,2	33,1	31,4	Ötrofik
Kl-a (µg/L)	6,8	7,8	6,9	7,1	Mezotrofik
Secchi Derinliği (m)	3,9	4,7	4,7	5,1	Oligotrofik
Çözünmüş Oksijen	9,5	9,3	9,4	9,3	Oligotrofik
SONUÇ	Mezotrofik	Mezotrofik	Mezotrofik	Mezotrofik	

Elde edilen sonuçlara göre araştırma süresince göl suyunda Toplam Azot (TN) göreceli olarak yüksek konsantrasyonlarda tespit edildi. Göl yüzey suyunda yüksek seviyelerde TN bulunması gölün uzun zaman sürecinde ötrofikasyon sürecine girebileceğini gösterdi. Trofik seviyenin belirlenmesi amacı ile ölçülen diğer parametreler bakımından değerlendirildiğinde gölün oligotrof ile ötrof özellikler arasında değişim gösterdiği yani mezotrof karaktere yakın su kalitesine sahip olduğu söylenebilir. Trofik seviyenin belirlenmesinde ağırlıklı olarak bulunan trofik seviyenin veya her biri ayrı bir trofik seviyeyi gösteriyorsa en kötü olan trofik seviyenin seçilmesi tercih edildi. İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, 1. ve 2. istasyon mezotrofik, diğer istasyonlar ise ötrofiğe yakın koşullar içerdiği gözlemlendi.

Gölün trofik durumunun Carlson Trofik İndeksi, (1977) (CTI) kullanılarak da değerlendirildi. Göl suyu trofik seviyesi Sechi diski derinliği bakımından 1.istasyonda mezotrofik, diğer istasyonlarda oligo-mezotrofik, klorofil-*a* bakımından 2.istasyonda ötrofik diğer istasyonlarda ise mezotrofinin üst sınırında yer aldı. Toplam fosfor bakımından ise tüm istasyonlarda ötrofik karakter gösterdi (Şekil 5.4).

Tablo 5.5: Carlson Trofik İndeksi sınır değerleri

TSI	KI-a	SD	TP	Özellikler
<30	<0,95	<8	<6	Oligotrofik durum: Berrak su, Hipolimniyon hep oksijenli
30-40	0,95-2,6	4-8	6-12	Sığ göllerin hipolimniyonları Bazen anoksik olabilir
40-50	2,6-7,3	2-4	12-24	Mezotrofik durum: Su orta berraklıkta, Yazın hipolimniyonun anoksik olma olasılığı yüksek
50-60	7,3-20	1-2	24-48	Ötrofik durum: Anoksik hipolimniyon beklenir Makrofitler sorun olabilir
60-70	20-56	0,5-1	48-96	Siyanobakteriler baskın,alg kökenli Köpürme ve makrofit sorunları
70-80	56-155	0,25-0,5	96-192	Hiperötrofik durum: Işıık sınırlayıcı Birincil üretim
<80	<155	<0,25	192-384	Aşırı alg artışları, Çok az makrofit



Şekil 5.1: Carlson Trofik İndeksine göre gölün trofik durumunun değerlendirilmesi

Yüzey Suyu Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (2016) ve Carlson trofik İndeksi sonuçları benzerlik gösterdi. Her iki değerlendirmeye göre de göl suyu mezotrofiden ötrofiye geçiş aşamasında yer aldığı tespit edildi.

Fitoplankton topluluklarında ‘mevsimsel süksesyon’ olarak adlandırılan rekabet alanı her yıl değişmektedir (Sommer, 1986). Bu nedenle İznik Gölü fitoplanktonu iki yıllık mevsimsel değişiminin birbirleriyle benzerlik gösterdiği fakat baskın tür ve miktarlarında önemli değişiklikler meydana geldiği görüldü. 2013 yılı fitoplankton bolluk miktarları değerlendirildiğinde, *Chrysoosporum ovalisporum*, *Fragilaria capucina*, *Planktothrix rubescens*, *Plagioselmis nannoplanctica*, *Mougeotia* sp. ve *Oocystis borgei* baskın organizmaları oluştururken, 2014 yılında ise yine *Planktothrix rubescens*, *Plagioselmis nannoplanctica*, *Mougeotia* sp. ve *Oocystis borgei* türlerinin yine baskın organizmaları oluşturduğu fakat, *Chrysoosporum ovalisporum* ve *Fragilaria capucina* türlerinin *Cyclotella atomus* ve *Synedra acus* ile yer değiştiği tespit edildi.

Gölde seçilen 4 istasyonun toplam biyomas değerlerinin zamana bağlı değişimi istasyonlar arasında paralellik gösterdi. Hem 2013 yılında hem de 2014 yılında Ağustos ayında en yüksek toplam biyomas değerleri elde edilirken, Mayıs ayları en düşük biyomas değerlerinin ölçüldüğü aylar olarak kaydedildi. Her iki yılda da Ağustos aylarındaki yüksek biyomas değerlerine *Chrysoosporum ovalisporum* türü sebep olurken, Mayıs aylarındaki düşüşe ortamda bulunan zooplanktonun artışının fitoplankton üzerindeki ciddi baskısının neden olduğu düşünüldü. (Şekil 5.2)



Şekil 5.2: İznik Gölü'nden alınan kepçe örneğinde görülen fitoplankterlerle beslenen bir *Ceriodaphnia* türü

Gölde özellikle ilkbahar sonu ve yaz başlangıcında fitoplankton biyomasında düşüş görülürken, yaz sonu ve sonbaharda ise siyanobakteri türlerinin artışının da etkisiyle fitoplankton biyoması artış gösterdi. Her iki yılda da kış aylarında hem diyatomeler hem de *P. rubescens*'in varlığı fitoplankton biyomasına ciddi katkı sağladı. Temmuz ayında baskın gruplar olarak gölde sadece desmidler ve yeşil alglerin yer aldığı görülürken, Ağustos aylarında *Mougeotia* sp. ve siyanobakteri artışları gerçekleşti. Ağustos ayından yıl sonuna kadar *Mougeotia* sp.'nin göldeki varlığı ciddi ölçüde devam ederken, rekabette öne geçen bu tür siyanobakteri artışını sınırladı. Tüm istasyonların ortalamasına göre iki yıl boyunca aylık biyomas miktarı %10'un üzerinde tespit edilen türlerin biyomas yüzdeleri Tablo 5.6'de verildi.

Tablo 5.6:Aylara göre baskın türlerin biyomas yüzdesi.

	2013 (İstasyon ortalaması)	2014 (İstasyon ortalaması)
Ocak	<i>Planktothrix rubescens</i> (%85)	<i>Mougeotia</i> sp. (%40) <i>Planktothrix rubescens</i> (%34)
Şubat	<i>Planktothrix rubescens</i> (%79) <i>Cyclotella meneghiniana</i> (%10)	<i>Cyclotella atomus</i> (%11) <i>Planktothrix rubescens</i> (%48) <i>Synedra acus</i> (%12)
Mart	<i>Planktothrix rubescens</i> (%53) <i>Cyclotella atomus</i> (%13)	<i>Cyclotella atomus</i> (%50) <i>Planktothrix rubescens</i> (%18)
Nisan	<i>Planktothrix rubescens</i> (%41) <i>Asterionela formosa</i> (%12)	<i>Oocystis borgei</i> (%19) <i>Synedra acus</i> (%19) <i>Tetraëdron minimum</i> (%10)
Mayıs	<i>Dolichospermum mendotae</i> (%70) <i>Tetraëdron minimum</i> (%10)	<i>Oocystis borgei</i> (%15) <i>Tetraëdron minimum</i> (%39)
Haziran	<i>Fragilaria capucina</i> (%71)	<i>Dolichospermum mendotae</i> (%39) <i>Peridinium</i> sp. (%16)
Temmuz	<i>Oocystis borgei</i> (%19) <i>Cosmarium depressum</i> (%16) <i>Fragilaria capucina</i> (%15) <i>Staurastrum cingulum</i> (%11)	<i>Oocystis borgei</i> (%37) <i>Cosmarium depressum</i> (%30) <i>Staurastrum cingulum</i> (%10) <i>Peridinium</i> sp. (%8)
Ağustos	<i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (%84) <i>Mougeotia</i> sp. (%13)	<i>Mougeotia</i> sp. (%58) <i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (%13) <i>Cosmarium turpunii</i> (%16)
Eylül	<i>Mougeotia</i> sp. (%59) <i>Cosmarium turpunii</i> (%11)	<i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (%30) <i>Mougeotia</i> sp. (%26) <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (%19) <i>Cosmarium turpunii</i> (%10)
Ekim	<i>Fragilaria capucina</i> (%49) <i>Mougeotia</i> sp. (%26)	<i>Mougeotia</i> sp. (%65) <i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (%10) <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (%10)
Kasım	<i>Mougeotia</i> sp. (%64)	<i>Mougeotia</i> sp. (%72) <i>Planktothrix rubescens</i> (%13) <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (%10)
Aralık	Örnekleme yapılmadı	<i>Mougeotia</i> sp. (%35) <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (%16) <i>Planktothrix rubescens</i> (%34)

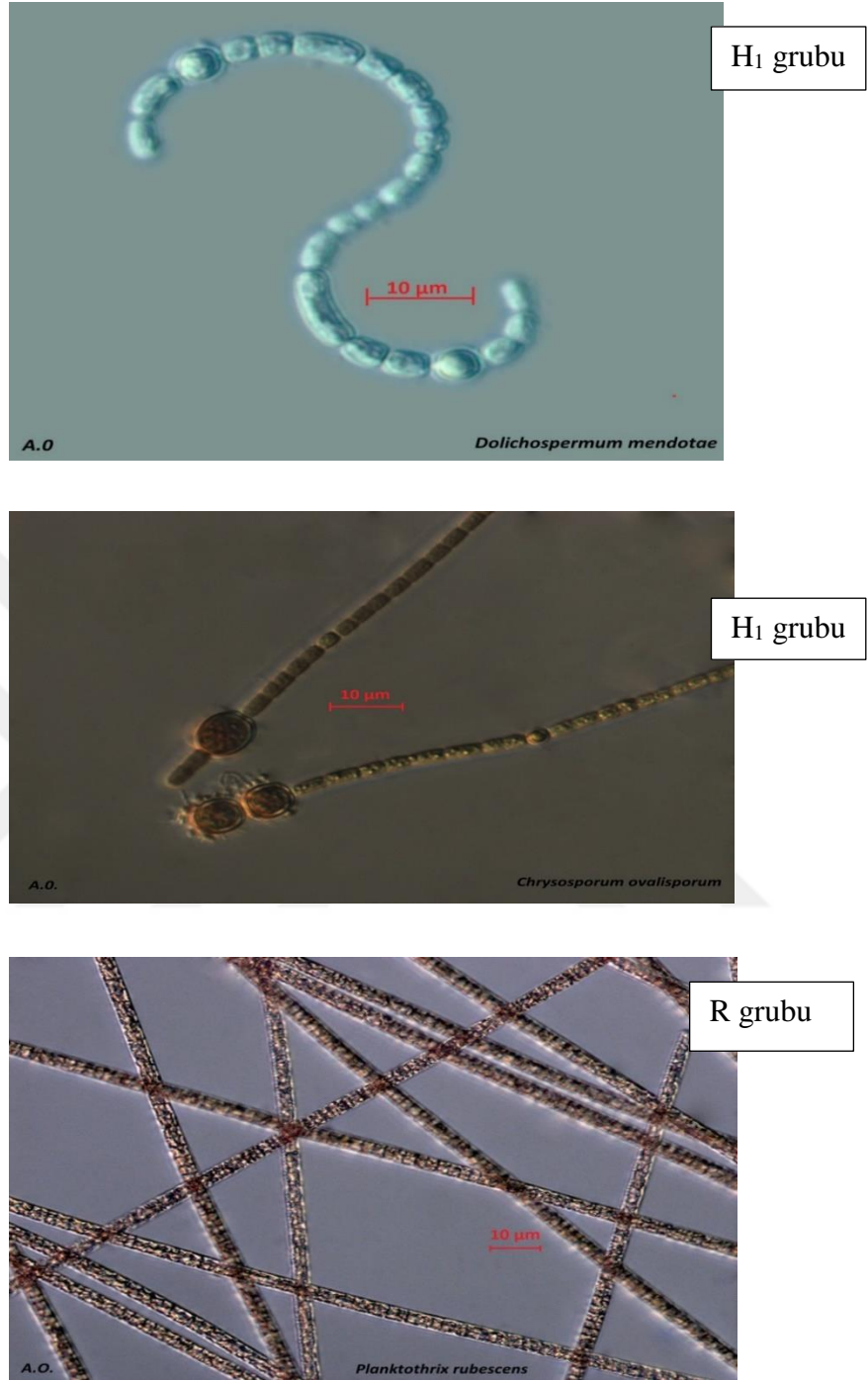
İznik fitoplanktonu, farklı trofik seviyelerde farklı fitoplankton topluluklarının bulunduğu görüşünün kabulü ile oluşturulan farklı göl tiplerinin temsil edildiği fonksiyonel gruplar içerisinde değerlendirildi. Reynolds ve diğ. (2002) ve Padisak ve diğ. (2009), belirlediği 39 farklı fonksiyonel gruptan biri olan H₁ grubu, ötrofik, tabakalaşmış veya sığ göllerde, azotu fikse edebilen Nostocalean türleri ile temsil edildiği rapor edildi. Gölde bu grup zaman zaman baskın türler olarak ortaya çıkan *Dolichospermum mendotae*, *Chrysoosporum ovalisporum*, *Dolichospermum smithii*, *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, ile temsil edildi.

Toksik bir tür olan *Chrysoosporum ovalisporum*, türü için Forti (1910), rüzgarsız havaların ve yüksek su sıcaklığının bu türün aşırı artışlar gerçekleştirme periyodu için öncülük ettiğini belirtti. Akçaalan ve diğ., (2014b), bu türün İznik Gölü'nde cylindrospermopsin toksini ürettiğini ve su sıcaklığının 27°C olduğu Ağustos ayında aşırı artış gerçekleştirdiğini belirtti. Yapılan örneklemede, *Chrysoosporum ovalisporum* türünün Ağustos 2013'de tüm istasyonlarda aşırı artış gerçekleştirdiği, ve Eylül ayında da gölde önemli ölçüde varlığını devam ettirdiği tespit edildi (Şekil5.3). Ağustos 2014'de ise bu türün yine gölde önemli ölçüde varlık gösterdiği fakat 2013 Ağustos ayındaki kadar bir artış gerçekleştirmediği görüldü. Bununla birlikte her iki yılda H₁ grubunun varlık gösterdiği Ağustos aylarında bu gruba yine siyanotoksin ürettiği bilinen *Cylindrospermopsis raciborskii* türü ile temsil edilen S_N grubunun daima eşlik ettiği ve varlıklarını da Ekim'e kadar devam ettirdiği gözlemlendi. Bununla ilgili Padisak ve diğ. (2009), H₁ ve S_N gruplarının birbirleri ile rakip olduklarını ve zaman zaman buldukları ortamda eş baskınlık gösterebildiklerinden bahsetmiş, yaz dönemi gelişimlerinin H₁ → S_N → S₁ şeklinde ilerlediğini belirtmiştir. Reynolds ve diğ. (2002) ve Padisak ve diğ. (2009), S_N grubunun ılıman tabakalaşma gösteren göllerde *Cylindrospermopsis raciborskii* türü ile S₁ grubunu ise çalkantılı göllerde *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena limnetica* ve *Pseudanabaena* sp. türleri ile temsil edildiği belirtilmişlerdir. İznik Gölü'nde ise kış dönemi boyunca zaman zaman S₁ grubunun gölde varlık gösterdiği fakat hiçbir zaman toplam biyomas miktarının %5 'ine ulaşamadığı görüldü.

Diğer bir H₁ grubu üyesi olan *Dolichospermum mendotae* Mayıs 2013 ve Haziran 2014 tarihlerinde artış gösterdi (Şekil 5,3). Akçaalan ve diğ. (2014b), bu türün dünyada

özellikle mezo-ötrofik göllerde bulunduğunu ve dağılım alanının oldukça geniş olduğunu belirtmiştir. İznik gölü bu türün artışı için uygun koşulları sağlamaktadır. Dünyada Finlandiya, Brezilya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti ve Bangladeş'ten rapor edilmiştir (Noges ve Viirret, 2001; Affan ve diğ., 2005; Werner ve Laughinghouse, 2009; Padisak ve diğ., 2010; Zapomelova ve diğ., 2010). Dünyada ve Türkiye'de aşırı artışına dair kayıt bulunamamış fakat göl fitoplankton komünitesinin bir bileşeni olduğu belirtilmiştir.

Mezotrofik, derin ve tabakalanma gösteren göllerin metalimniyonunda, R fonksiyonel grubu ile temsil edilen *Planktothrix rubescens*, gölde zaman zaman artışlar gösteren diğer bir toksik siyanobakteri türüdür (Şekil 5,3). Bu tür diğer siyanobakteri türlerinden farklı olarak düşük sıcaklık ve ışık yoğunluğunu tercih eder. Bu alg için optimum sıcaklık 12 °C olduğundan tür stenoterm olarak adlandırılır. (Akçaalan ve diğ., 2014a). *Planktothrix rubescens*' in bir göldeki dağılımını etkileyen en önemli etken ışıktır. Işık yoğunluğu *P. rubescens*' in hangi derinlikte yerleşeceğini belirleyen başlıca faktördür (Konopka, 1982). Işık şiddeti *P. rubescens*'inyüzebilirligi üzerinde etkilidir. Bu tür içerdiği gaz vakuelleri sayesinde suda yüzebilirligini ayarlar (Walsby, 1994). Bu durum, türün yaz aylarında daha uygun koşulların olduğu termoklin tabakasına yerleşmesine yardımcı olur. Böylelikle epilimniyonda iyice azalmış olan fosfor konsantrasyonu diğer algler için sınırlayıcı olmasına rağmen termoklinde yer alan *P. rubescens* hipolimniyondan bu tabakaya ulaşan fosforu kullanarak artış yapabilmektedir. Gölün devamlı karışım halinde bulunduğu kış aylarında ise metalimniyondaki *Planktothrix rubescens* epilimniyona geçerek yüzeyde de artış gösterebilmektedir. Bu nedenle her iki yılın Ocak- Mart aylarında tüm istasyonlarda bu türün yüksek miktarlarda varlık göstermiştir.



Şekil 5.3: Siyanotoksin üretme potansiyeline sahip artış gösteren siyanobakteri türleri

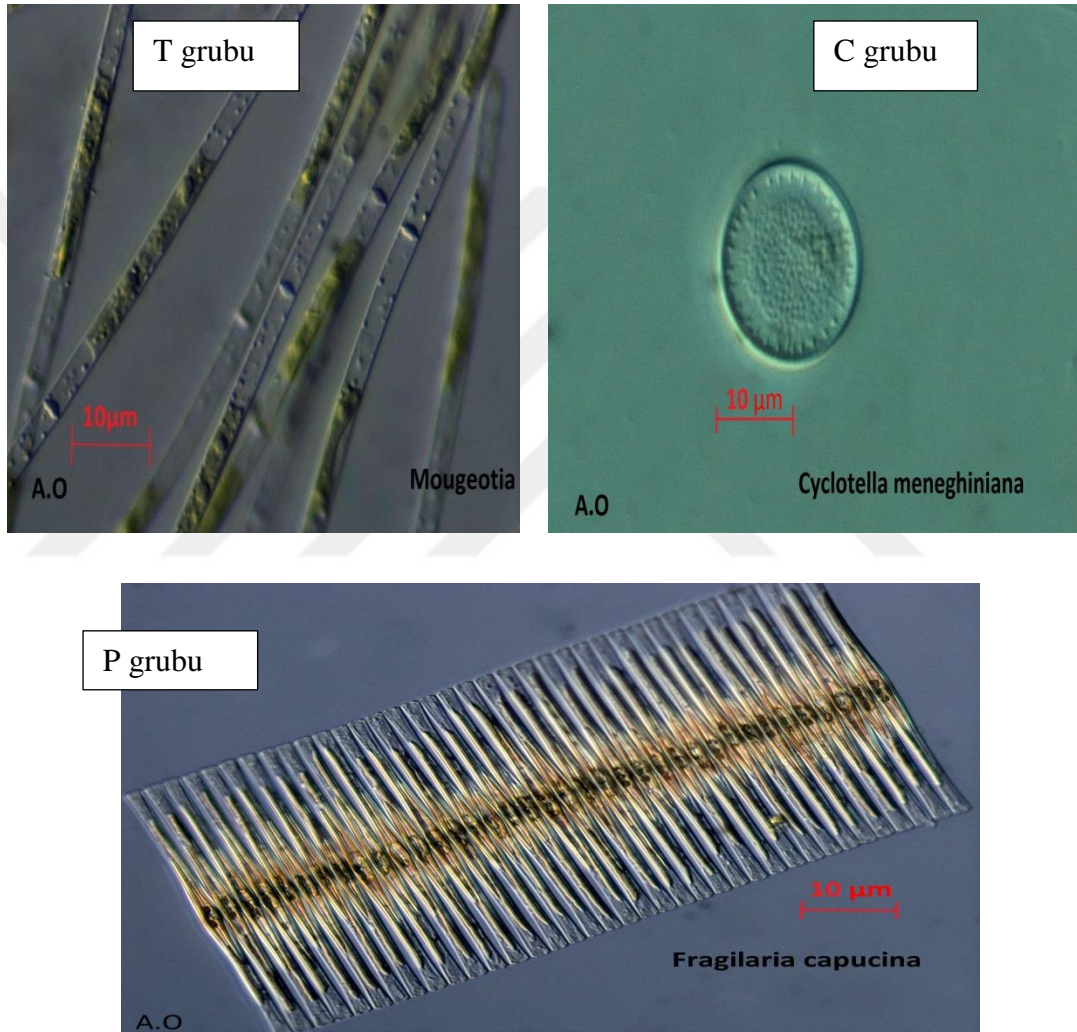
P fonksiyonel grubu içerisinde yer alan *Fragilaria capucina*, ötrofik göllerin epilimniyonunda bulunan ve ortamdaki besin tuzunun artışına bağlı olarak artış gösteren bir türdür (Şekil 5.4). Bu nedenle karışımın gerçekleşerek yüzeyde besin tuzu artışının

gerçekleştiği ilkbahar ve yaz sonlarında bu türün artışı dikkat çekmektedir. Bu durum İznik Gölü'nde 2013 Mayıs sonu ve Ekim aylarında gerçekleşen *Fragilaria capucina* artışlarıyla doğrulandı (Şekil 5.4). P fonksiyonel grubu, çok derin olmayan ve sürekli karışım halinde bulunan desmidlerin yer aldığı N fonksiyonel grubu ile benzer ortam özelliklere sahiptir fakat N fonksiyonel grubuna göre daha yüksek trofik seviyeye sahiptir. 2014 Haziran ayında ise gölde *Fragilaria capucina* türü gözlemlenmezken, Ekim ayında tekrar önemli artış gösterdi. 2014 Haziran ayında bu türün gölde yüksek sayılara ulaşamamasına 2014 yılında termoklin oluşumun daha geç oluşması ve *Dolichospermum mendotae* artışının Haziran ayına ötelenmesi, bununla birlikte Temmuz ayında da gölde yeşil alglerin artışı ile *Fragilaria capucina* türünün göldeki besin tuzu açısından rekabet gösterememesinden kaynaklandığı düşünüldü.

Derin iyi karışan mezo-oligotrofik göllerin epilimnionunda T fonksiyonel grubunu temsil eden *Mougeotia* sp. gölde artış gösteren diğer bir türdür (Şekil 5.4). Tapolczai ve diğ., (2015), bu türün, kloroplastlarının dizilimi sayesinde ışıktan maksimum oranda yararlanabildiği, morfolojik yapıları sayesinde zooplankton için besin kaynağı olarak tüketilemediği ve düşük fosfat konsantrasyonlarında diğer türlere nazaran çok iyi gelişim gösterebilmeleri nedeniyle iyi bir rekabetçi olduğunu belirtmiştir. Bununla ilgili Genova, Garda, Maggiore ve Kinneret göllerinde yaptıkları çalışmalarda toplam fosforun 20 µg/L altına düştüğü zamanlarda bu türün maksimum biyomasa ulaştığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Polli ve Simona, (1992), Ligona Gölü'nde, Anneville ve Pelletier (2000), ise Genova Gölü'nde *Mougeotia*'nın gelişim süreçleri incelenmiş ve bu türün gölde ilk görülmeye başlamasının ve daha sonra artışlar gerçekleştirmesinin akabinde gölde ötrofikasyon sürecinin başladığını ve toplam fosforun arttığı ötrofikasyon döneminde de gölde bulunmadıklarını belirtmişlerdir. Sonuç olarak bu türü gölde ötrofikasyon sürecinin habercisi olarak tanımlamışlardır. İznik Gölü'nde ise her iki yılda toplam fosforun 20 µg/L altında ölçüldüğü Ağustos ayından yıl sonuna kadar gölde tespit edildi. Özellikle 2014 Ekim- Kasım aylarında 4. istasyonda toplam biyomasın %80' ini oluşturdu. Bu durum yakın gelecekte gölde ötrofikasyon sürecinin başlayacağını işaret etmektedir.

Derin iyi karışan mezotrofik gölleri temsil eden F fonksiyonel grubu içerisinde yer alan yeşil alglerden *Oocystis borgei* türü yaz ayları süresince artış gösterdi.

Karışan ötrofik, küçük - orta büyüklükte göllerde C fonksiyonel grubu içerisinde değerlendirilen diatom türlerinden *Cyclotella atomus* ve *Cyclotella meneghiniana* türleri gölde devamlı karışımın olduğu, besin tuzu yönünden zengin Ocak - Mart aylarında artışlar gerçekleştirdi. Kozmopolit olarak adlandırılan bu türler alkali özellik gösteren sularda *Cyclotella meneghiniana* türünün yoğun olarak bulunduğu diğer bir çalışmada da rapor edilmiştir (Gürbüz 1990).



Şekil 5.4:Gölde zaman zaman artış gösteren türler.

Yine mezotrofik gölleri temsil eden X₂ fonksiyonel grubu içerisinde yer alan *Plagioselmis nannoplantica*, en küçük nanoplanktonik türlerdir. Küçük olması

nedeniyle de zooplankton için önemli besin kaynağı oluşturur. Bu tür araştırma periyodu boyunca gölde “devamlı bulunan tür” olarak tespit edildi.

Genel olarak değerlendirildiğinde gölde örnekleme istasyonlarında tespit edilen türler fonksiyonel gruplara göre değerlendirildiğinde gölün mezotrofik yapıda olduğu ve hatta bazı türlerin ötrofikasyon sürecinin başladığına işaret ettiği sonucuna varıldı.

Tür çeşitliliği, sucul ekosistemlerde trofik seviyenin belirlenmesi ile yakından ilgilidir (Telesh, 2004). Balloch ve diğ., (1976), Shannon Çeşitlilik İndeksi’ni sucul ekosistemler üzerinde uygulayarak suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılabileceğini belirtmiş, Hendley (1977) ise bu indeksi diatom komunitelerinde kullanarak, kirlilik derecelerini gösteren bir skala oluşturmuştur. Wu (1984), fitoplanktonu su kalitesinin belirlenmesinde indikatör olarak kullandığı çalışmada bu indeksin kirliliğin derecesinin belirlenmesiyle yakından ilişkili olduğunu, Margalef (1964;1967;1968) tür çeşitliliğinin fazla olduğu yerlerde kirliliğin de göreceli olarak daha az olduğunu belirtmiştir.

Spearman Rank Korelasyon sonucuna göre 2013-2014 yılı tespit edilen Çeşitlilik ve Evenness indeksleri arasında yüksek pozitif ilişki olduğu görüldü. Yapılan birçok araştırmada da Çeşitlilik ve Evenness düzenlilik indeksi arasında yüksek pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir (Stirling ve Wilsey, 2001). Tüm istasyonlarda yıllık ortalama Shannon indeks değerlerinin 1,0 - 2,0 değerleri aralığında olduğu görüldü (Tablo 5.7). Shekhar ve diğ., (2008), yaptıkları çalışmada 2,0’nin altındaki indeks değerlerinin ciddi ölçüde kirlenmiş suları temsil ettiklerini belirtmişlerdir.

2013 yılında Shannon Çeşitlilik ve Evenness indekslerinin 2014 yılına göre daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 5.8). Bunun nedeni 2013 yılındaki aşırı artışların daha sık gerçekleşmesi ve türler arasındaki dağılımın daha düzensiz olması ile açıklanabilir. Örneğin Ağustos 2013’de *Chrysothrix ovalisporum* türünün aşırı artışı ile fitoplankton çeşitliliği ve düzensizliğinin azaldığı ve tüm istasyonlarda çeşitlilik indeksi 1,0’in altında, Evenness düzensizlik indeksi ise 0,16 ile en düşük değerde olduğu görüldü.

Tablo 5.7: İstasyonlara göre yıllık ortalama Shannon çeşitlilik (H') ve Evenness (J') Değerleri

İznik Gölü	2013		2014	
	H'	J'	H'	J'
1.ist	1,54	0,49	1,78	0,59
2.ist	1,75	0,54	1,79	0,61
3.ist	1,75	0,56	1,78	0,62
4.ist	1,54	0,51	1,72	0,59

Tablo 5.8: 2013-2014 yılı Fitoplankton türlerinin bolluk ve Shannon, Evenness Değerleri.

Yıl	Varyasyon	Miktar (Tüm istasyonların ortalaması)	Varyasyon aralığı (Tüm istasyonların ortalaması)
2013	Toplam tür	85	
	Miktar	849×10 ³ org/l (ortalama)	1×10 ³ -15×10 ⁶ org/l
	Shannon Çeşitlilik İndeksi	1,64 (ortalama)	0,41-2,49
	Evenness	0,52 (ortalama)	0,16-0,80
	Artış yapan türler	6	
2014	Toplam tür	71	
	Miktar	1×10 ⁶ org/l (ortalama)	812 - 13×10 ⁶ org/l
	Shannon Çeşitlilik İndeksi	1,77 (ortalama)	0,27-0,78
	Evenness	0,60 (ortalama)	0,83-2,41
	Artış yapan türler	6	

Gölde balıkçılığın yanında tarımda yoğun şekilde endüstriyel gübre ve pestisit, kullanımının bazı fitoplankton türlerinin direnç kazanarak aşırı artışına ve dolayısıyla su kalitesinin bozulup suyun kullanılamaz haline geçmesine neden olmaktadır. Su kalitesinde bozulmayı önleyip, gölün sürdürülebilir kullanımını sağlamak için göl çevresindeki tarımsal faaliyetlerin denetlenmesi ve izleme çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Su kalitesi izleme programları oluşturulurken de sadece fiziksel-kimyasal değişkenleri kullanmak yerine biyolojik ve fiziko-kimyasal verilerin beraber

değerlendirildiği çalışmaların yürütülmesi gereklidir. Çünkü, ekosistem temelli su kalitesi yönetiminde içinde belli canlıları barındıramayan bir sucul ortam, insanlar için de kullanılabilir bir kaynak olması olanaklı değildir.

İznik Gölü'nde yapılan bu çalışma ile dinlence ve sulama amaçlı kullanılan gölde algelere yönelik olarak ilk defa uzun süreli izleme çalışması yapıldı. Göl suyu tespit ediken fitoplankton fonksiyonel gruplara göre değerlendirildiğinde gölün mezotrofidan ötrofiye geçiş aşamasında olduğu tespit edildi. Bu durum diğer fiziko-kimyasal parametrelerle de örtüştü. Shannon Çeşitlilik İndeksi'ne göre ciddi ölçüde kirlenmiş sular kategorisine giren İznik Gölü'nde, zaman zaman artış gösteren türlerden bazılarının da aynı zamanda siyanotoksin üretme potansiyeli olan siyanobakteri gruplarından olduğu görüldü. Gölün trofik seviyesinin belirlenmesinde fitoplankton topluluklarının kullanılmasının önemli olmasının yanında artış yapan türlerin halk sağlığını doğrudan etkileyebilecek biyotoksinleri üretme potansiyellerinin olması, izlemenin fitoplankton türlerine göre yapılmasını çok daha önemli olduğunu ortaya koydu. Bu nedenle de "Su Çerçeve Direktifi" kapsamında incelenmesi gereken canlı gruplarından biri olan fitoplankton gruplarının öncelikle doğru teşhislerinin yapılarak ekolojik isteklerinin bilinmesi ve fiziko-kimyasal veriler ile beraber değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Acıpınar, H., 2005, “İznik Gölü’nde Yaşayan Levkit Balığı (*Rutilus frisii* Nordmann, 1840)Populasyonu Üzerine Bir Araştırma”, .EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Affan, A., Jewel, A.S., Haque, M., Khan, S., Lee, J.B., 2005, “Seasonal cycle of phytoplankton in aquaculture ponds in Bangladesh”, *Algae*, 20, 43–52.
- Akbulut, A.,& Yıldız, K. 2001, Mogan Gölü (Ankara) planktonik Bacillariophyta üyeleri ve dağılımları. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(4), 1081-1093.
- Akcaalan,R., Young, F.M., Metcalf, J.S., Morrison, L.F., Albay, M.,& Codd,G.A., 2006, Microcystin analysis in single filaments of *Planktothrix* spp. in laboratory cultures and environmental blooms. *Water Research*, 40: 1583-1590.
- Akcaalan, R., Mazur-Marzec, H., Zalewska, A., & Albay, M., 2009, Phenotypic and toxicological characterization of toxic *Nodularia spumigena* from a freshwater lake in Turkey. *Harmful Algae*, 8(2), 273-278.
- Akcaalan, R., Köker, L., Gürevin, C., &Albay, M., 2014a, *Planktothrix rubescens*: a perennial presence and toxicity in Lake Sapanca. *Turkish Journal of Botany*, 38: 782-789.
- Akcaalan, R., Köker, L., Oğuz, A., Spoo, L., Meriluoto, J., &Albay, M., 2014b, First Report of Cylindrospermopsin Production by Two Cyanobacteria (*Dolichospermum mendotae* and *Chrysoosporum ovalisporum*) in a Turkish Lake. *Toxins*, 6(11): 3173-3186.
- Akkoyunlu, A., 2003, Evaluation of Eutrophication Process in Lake İznik, *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol.,12, no: 7, 801-807.
- Aktan, Y., 1996, *İznik Gölü’nün kıyı bölgesi sedimanları üzerinde yaşayan alg toplulukları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Laleli/İstanbul
- Aktan, Y., 2006, Species composition, abundance and seasonality of phytoplankton in a moderately deep Turkish lake. *Beifheft zur Nova Hedwigia* 130: 325-338
- Albay, M.1996, *İznik Gölü Kirlenme Düzeyinin Biyolojik Yönden İncelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Laleli/İstanbul

- Albay, M. and Aykulu, G., 2002, Invertebrate Grazer-Epiphytic algae Interactions on Submerged Macrophytes in a mesotrophic Turkish Lake. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt: 19, Say (1-2): 247- 258.
- Albay, M., Akcaalan, R., Aykulu, G., Tufekci, H., Beattie, K.A.& Codd, G.A., 2003a, Occurrence of toxic cyanobacteria before and after copper sulphate treatment in a water reservoir, Istanbul, Turkey. *Archiv für Hydrobiologie Suppl. Algological Studies*, 109: 67 - 78.
- Albay, M., Akcaalan, R., Tufekci, H., Metcalf, J. S., Beattie, K. A., &Codd, G.A., 2003b, Depth profiles of cyanobacterial hepatotoxins (microcystins) in three Turkish freshwater lakes. *Hydrobiologia*, 505(1-3): 89-95.
- Altuner, Z.,& Gürbüz, H., 1994, Tercan Baraj Gölü fitoplankton topluluğu üzerinde bir araştırma. *Doğa TU. Bot. Dergisi*, 18, 443-450.
- Anneville, O. & J. P. Pelletier, 2000, Recovery of Lake Geneva from eutrophication: quantitative response of phytoplankton. *Archiv für Hydrobiologie* 148: 607–624.
- Anonymous 2000. Water Framework Directive, EU. <http://ec.europa.eu>.
- APHA-AWWA WPCF, 1989, *Standard methods for the examination of water and wastewater,4500-P-G* , Washington DC 17th ed.,1391.
- Aykulu, G., & Obalı, O., 1981, Phytoplankton biomass in the Kurtboğazı dam lake. *Faculté des Sciences de l'Université d'Ankara*.
- Aykulu, G., 2006, Marmara Bölgesi tatlısu Cyanophytlerinin kültür ortamında tanımlanması ve toksik tür ve suşların saptanması. Proje no: TÜBİTAK 2006-462
- Bagheri, S., Mansor, M., Turkoglu, M., Makaremi, M., & Babaei, H. 2012, Temporal distribution of phytoplankton in the south-western Caspian Sea during 2009–2010: a comparison with previous surveys. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(06), 1243-1255.
- Balloch, D., Davies, C.E., Jones, F.H., 1976, Biological assessment of water quality in three British rivers: the North Esk (Scotland), the Ivel (England) and the Taff (Wales). *Water Pollution Control* 75, 92–114.
- Barsanti, L., Gualtieri, P., 2006. *Distribution of Algal Division*, Algae, In Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group Chapter 1 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742
- Bellinger GE, Siegee, DC 2010. *Fresh Water Algae: Identification and Use as Bio-indicators* First edition John Wiley and Sons, Ltd. p. 271.
- Bold, H. C. MJ., 1978. Wynne Introduction to the algae. *New Jersey*.

- Celik, K.,&Ongun, T., 2006. Seasonal dynamics of phytoplankton assemblages across nutrient gradients in shallow hypertrophic Lake Manyas, Turkey. *Lake and Reservoir Management*, 22 (3): 250–260
- Celik, K., & Ongun, T., 2008. Spatial and temporal dynamics of the steady-state phytoplankton assemblages in a temperate shallow hypertrophic lake (Lake Manyas, Turkey). *Limnology*, 9(2), 115-123
- Chaput, E., 1936. Carte geologique de la region d'Angora 1-. 135,000. *University of İstanbul*
- Cirik, S. ve Gökpinar, Ş., 2006, Plankton Bilgisi ve Kültürü, *Ege Üniversitesi Yayınları*, Bornova, İzmir No:17
- Darkoç, B. Tuncel, M., 1981. Marmara Bölgesi Coğrafyası. *İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yay. No:18 İstanbul.*
- Deveciyan, K., 1915, *Fishe und Fisheri in der Turkei*. Konstantinopol- İstanbul.
- DSİ, 1997. 1.Bölge Müdürlüğü, Bursa- İznik Projesi Planlama Raporu, Bursa
- EU 2000. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000. Establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*.
- Hejzlar, J. ve V. Vyhnaek., 1998, Longitudinal heterogeneity of phosphorus and phytoplankton concentrations in deep-valley reservoirs. *International Review of Hydrobiology* 83, 139-146.
- Horikoshi K., 1999, Alkaliphiles: some applications of their products for biotechnology. *Microbiol Mol Biol Rev* 63:735–750
- Fakıoğlu, Ö., Atamanalp, M.,& Demir, N., 2011, Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(2): 65-71.
- Federation, W. E., & American Public Health Association. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association (APHA): Methods; 4500-P-G; 4500 P-J; 4500-NO3-E; 4500-NO2-B ; 4500-SiO2-C Washington, DC, USA., Washington DC 17th ed.,1391.
- Felisberto SA, Leandrini JA, Rodrigues L., 2011, Effects of nutrients enrichment on algal communities: An experimental in mesocosms approach. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 23(2):128-137. doi: 10.1590/S2179-975X2011000200003
- Forti, A. *Diagnoses Myxophycearum Novarum, Series IV*; Atti e Memorie dell'Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere, Arti e Commercio di Verona: Verona, Italy, 1911; Volume 12, pp. 3–5.

- Gaygusuz, Ö., Tarkan, A.S., Gürsoy Gaygusuz. Ç., 2007, Changes in the fish community of the Ömerli reservoir (Turkey) following the introduction of non-native gibel carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) and other human impacts. *Aquatic Invasions*. 2: 117-120.
- Gönüloğlu, A., & Aykulu, G., 1984, Çubuk-I Baraj Gölü algleri üzerinde araştırmalar I- Fitoplanktonun kompozisyonu ve yoğunluğunun mevsimsel değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*, 8(3), 330-342.
- Gönüloğlu, A., & Obalı, O., 1986, Phytoplankton of Karamuk Lake (Afyon) Turkey. *Communication Fac. Sci. Üniv.. Ank. Ser*, 4, 105-128.
- Gönüloğlu, A., & Çomak, Ö., 1990, Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) fitoplanktonunun araştırılması. *X. Ulusal biyoloji kongresi*, 121-130.
- Gualtieri, P., And Barsanti, L., 2006, *Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology*. CRC Press, *Taylor and Francis Group*. 301 p. İl
- Gürbüz, H., 1990, *Karasu (Fırat) Nehri Alg Florası Üzerine Bir Araştırma*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Basılmamış, s. 82.
- Gürbüz, F., Metcalf J.S., Karahan A.G., & Codd G.A., 2009, Analysis of dissolved microcystins in surface water samples from Kovada Lake, Turkey. *Sci Total Environ*, 407(13): 4038-46
- Graham, L. E., & Wilcox, L. W., 2000, Introduction to the algae: occurrence, relationships, nutrition, definition, general features. *Algae*, 1-21.
- Grant WD., 1992, Alkaline environments. In: Lederberg J (ed) *Encyclopedia of microbiology*, vol 1, Academic Press, San Diego, pp 73–80
- Hendley, N.I., 1977, The species diversity index of some in-shore diatoms communities and its use in assessing the degree of pollution insult on parts of the North Coast of Cornwall. In: Cramme, J. (Ed.), *Fourth Symposium on recent and fossil marine diatoms*, pp. 355–378.
- Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Pollinger, U., & Zohary, T. 1999, Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of phycology*, 35(2), 403-424.
- İleri, S., Karaer, F., Katip, A., & Sonay, O., 2014, Sığ Göllerde Sığ Göllerde Su Kalitesi Değerlendirilmesi Uluabat Gölü Örneği, *Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 19, Sayı 1.
- Ilmavirta, V., 1982. Dynamics of phytoplankton in Finnish lakes. In *Lakes and Water Management*(pp. 11-20). Springer Netherlands.
- ISO-CEN EN 1484 1997. "Water quality guidelines for the determination of Total Organic Carbon and Dissolved Organic Carbon".

- John, M. D., A. B. Whitton & J. A. Brook, 2002, *The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*. The Natural History Museum, Cambridge. pp. 707.
- Katip, A., İleri, S., Karaer, F., & Onur, S., 2015, Determination of the trophic state of Lake Uluabat (Bursa-Turkey). *Ekoloji*, 24(97), 24-35.
- Kira, T., & Sazanami, H., 1991, Socio-Economic Aspects of Lake Reservoir Management
- Komarek J & Fott B., 1983, “*Chlorophyceae (Grünalgen)*. Ordnung: Chlorococcales”. In: Huber-Pestalozzi - Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie 7 Teil, 1 Hälfte. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Komarek, J., Anagnostidis, K., 1986, “*Modern approach to the classification system of cyanophytes 2-Chroococcales*”, Arch. Hydrobiol./Algolog. Studies, 43, 157-226.
- Komarek, J., Anagnostidis, K., 1989, “*Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales*”, Arch. Hydrobiol./Algolog. Studies, 56, 247-345.
- Komarek, J., Hübel, M., Hübel, H., Smarda, J. 1993, “*The Nodularia studies. 2. Taxonomy*”, Algol. Stud., 68, 1–25.
- Komarek, J., & K. Anagnostidis, 1998, *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota. Teil 1. Chroococcales*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin
- Komarek, J. & K. Anagnostidis., 2005, *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota. Teil 2. Oscillatoriales*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin
- Komarek, J. & Anagnostidis, K., 2008, “*Cyanoprokaryota. Part 2: Oscillatoriales*”, *Süßwasserflora von Mitteleuropa Freshwater Flora of Central Europe*, Spektrum Akademischer Verlag, 759 sayfa, Büdel, B., Gartner, G., Krienitz, L., Schagerl, M. (Eds).
- Konopka, A., 1982, “Buoyancy regulation and vertical migration by *Oscillatoria rubescens* in Crooked Lake, Indiana”, *Br. Phycol. J.*, 17, 427-442
- Krammer K & Lange-Bertalot H., 1986., *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae*, Band 2/1, 1. Teil: Naviculaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Krammer K & Lange-Bertalot H., 1988, *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae*, Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae. Epithemiaceae, Surirellaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Krammer K & Lange-Bertalot H., 1991a, *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae*, Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

- Krammer K & Lange-Bertalot H., 1991b, *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae*, Band 2/4, 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- Lind, E.M. ve Brook, A.J., 1980, "Desmids of the English Lake District", *Freshwater Biological Association Sci. Publ.* No: 42. ISBN 0 9003386401.
- Lopez-Archilla, A. I., Moreira, D., López-García, P., & Guerrero, C., 2004, Phytoplankton diversity and cyanobacterial dominance in a hypereutrophic shallow lake with biologically produced alkaline pH. *Extremophiles*, 8(2), 109-115.
- Mandaville, S. M., 2002, *Benthic Macroinvertebrates in Freshwater – Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*, Project H - 1. (NovaScotia: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax).
- Margalef, D.R., 1964, Correspondence between the classic types of lakes and the structural and dynamic properties of their populations. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung Für Theoretische und Angewandte Limnologie* 15, 169–175.
- Margalef, D.R., 1967, Some concepts relative to the organization of plankton. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 5, 257–289.
- Margalef, D.R., 1968, Perspectives in Ecological Theory. *The University of Chicago Press*, Chicago, pp. 111.
- Meşeli, A., 2010, İznik Gölü Havzasında Çevre Sorunları, *Dicle University Journal of Ziya Gokalp Education Faculty*, 14.
- Nöges, P., Viirret, M., 2001, "Environmental conditions and the development of *Planktonema lauterbornii* Schmidle in phytoplankton of Karhijärvi, a lake in SW Finland", *Boreal Environ. Res.*, 6, 181–190.
- Nusch E.A., 1980, Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination, *Archiv Hydrobiol/Ergeb Limnol*, 14, 14–36.
- Odum, H. T., & Odum, E. C., 2008, *A prosperous way down: principles and policies*. University Press of Colorado.
- Ongan, T., 1982, Güney Marmara bölgesi içsu ürünleri geliştirme ve su kaynaklarının envanteri projesi. *İÜ FF Hidrobiyoloji Araş. Enst.*
- Ozeren, S. C., 2009, Age, growth and reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri*, Risso 1810 (Pisces: Atherinidae) in Lake Iznik, Turkey. *Journal of Fisheries International*, 4(2), 34-39.
- Özuluğ, M., Altun, Ö., & Meriç, N., 2005, On the fish fauna of Lake İznik (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 29(4), 371-375.

- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) 1982, *Eutrophication of Waters*. Monitoring assessment and control. Final Report. OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control), Environment Directorate, OECD, Paris, 154 p
- Padisák, J., Borics, G., Fehér, G., Grigorszky, I., Oldal, I., Schmidt, A., & Zámóné-Doma, Z., 2003, Dominant species, functional assemblages and frequency of equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. In *Phytoplankton and Equilibrium Concept: The Ecology of Steady-State Assemblages*(pp. 157-168). Springer Netherlands.
- Padisák, J., Borics, G., Grigorszky, I., & Soróczki-Pintér, É., 2006, Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia*, 553(1), 1-14.
- Padisak, J., O. Crossetti & L. Naselli-Flores., 2009, Use and misuse in the application of phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1–19.
- Padisák, J.; Hajnal, E.; Krienitz, L.; Lakner, J., Üveges, V. 2010, “Rarity ecological memory, rate of floral change in phytoplankton—And the mystery of the Red Cock”, *Hydrobiologia*, 653, 45–64.
- Pankin, W., 1941. Die Vegetation einiger Seen und Umgebung von Joachimsthal. *Bibliotheca Botanica*, H 119: 1–162.
- Pankin, W., 1945, Zur Entwicklungsgeschichte der Algensoziologie und zum Problem der ‘echten’ und ‘zugehörigen’ Algengesellschaften. *Archiv für Hydrobiologie* 41: 92–111
- Parker, B.C., Samsel Jr, G.L., & Prescott, G. W., 1973, Comparison of microhabitats of macroscopic subalpine stream algae. *American Midland Naturalist*, 143-153.
- Pielou, E.C., 1966, Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10, 370– 383.
- Polli, B. & M. Simona, 1992, Qualitative and quantitative aspects of the evolution of the planktonic populations in Lake Lugano. *Aquatic Sciences* 54: 303–320.
- Renner, K., 1970, *Zur Fortpflanzungsbiologie und Embryonalentwicklung von Gastroidea viridula Deg.* (Col. Chrysomelidae). *Zool. Anz.* 185, 274–283
- Reynolds, C. S., 1980, Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarctic Ecology* 3:141–159.
- Reynolds, S., 1997, *Kingdoms and communities in Western Europe, 900-1300*. Oxford University Press.
- Reynolds, C. S., 2000, Phytoplankton designer – or how to predict compositional responses to trophic-state change. *Hydrobiologia* 424: 123–132.

- Reynolds, C. S., V. Huszar, K., Kruk, L., Naselli-Flores & S., Melo, 2002, Towards classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24: 417–428.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949, *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana IL.
- Shannon, C. E. & Weaver, W., 1963, *The Mathematical Theory of Communication*. (Urbana: University of Illinois Press).
- Shekhar, T. S., Kiran, B. R., Puttaiah, E. T., Shivaraj, Y., & Mahadevan, K. M., 2008, Phytoplankton as index of water quality with reference to industrial pollution. *Journal of Environmental Biology*, 29(2), 233
- Singh, A.P., Srivastava P.C., Srivastava, P., 2008, Relationships of Heavy Metals in Natural Lake Waters with Physico-chemical Characteristics of Waters and Different Chemical Fractions of Metals in Sediments. *Water Air Soil Pollut.* 188 p: 181-193.
- Sommer, U., 1986, The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodensee) in comparison to other deep lakes of central Europe. *Hydrobiologia*, 138(1), 1-7.
- Søndegaard, M., J.P. Jensen, E. Jeppesen, 1999, Internal phosphorus loading in shallow Danish lakes. *Hydrobiologia* 408/409, 145.
- Søndegaard, M., J.P. Jensen, E. Jeppesen, 2001, Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. *Scient. World J.*, 1, 427.
- South, G. R. Whittick, 1987, *Introduction to Phycology*. Blackwell Scientific Publication. Oxford. VIII-341 pp.
- Sömek, H., Ustaoglu, M.R., & Yağcı, M., 2008, A Case Report: Algal Bloom of *Microcystis aeruginosa* in a Drinking-Water Body, Eğirdir Lake, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 177-179.
- Sömek, H., & Balık, S., 2009, Seasonal variation of algal flora and environmental conditions of Karagöl (a mountain lake, İzmir-Turkey). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (Su Ürünleri Dergisi)*, 26(2), 121-128.
- Stirling, G., Wilsey, B., 2001, Empirical Relationships between Species Richness, Evenness, and Proportional Diversity. *The American Naturalist* 158 (3), 286–299.
- Sun, J., & Liu, D., 2003, Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of plankton research*, 25(11), 1331-1346.
- Tapolczai, K., Anneville, O., Padisák, J., Salmaso, N., Morabito, G., Zohary, T., ... & Rimet, F., 2015., Occurrence and mass development of *Mougeotia* spp. (Zygnemataceae) in large, deep lakes. *Hydrobiologia*, 745(1), 17-29.

- Taş, B., & Gönülol, A., 2007. Planktonic algae of Derbent Dam Lake (Samsun, Turkey). *Journal of Fisheries Sciences. com*, 1(3), 111-123.
- Telesh, I.V., 2004, Plankton of the Baltic estuarine ecosystems with emphasis on Neva Estuary: a review of present knowledge and research perspectives. *Marine Pollution Bulletin* 49, 206–219.
- Tian C, Pei H, Hu W, Xie J. 2012, Variation of cyanobacteria with different environmental conditions in Nansi Lake, China. *J Environ Sci*. 23(8):1394–1402. doi: 10.1016/S1001-0742(11)60964-9
- Touzet N. 2011, Mesoscale survey of western and northwestern Irish lakes e Spatial and aestival patterns in trophic status and phytoplankton community structure. *J Environ Manage*. 92(10):2844-2854. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.06.034
- Türkmen, E.N.I., & Uzun, A., 2010, İznik Gölü (Bursa) Ornithofaunasının Biyoekolojisi, *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Esentepe Kampüsü Serdivan/SAKARYA
- TS EN 15204 Değiştirilmiş mikroskopi yöntemi (Utermöhl technique) kullanılarak fitoplanktonların sayılmasına dair standart kılavuz.
- [U.S. EPA] U.S. Environmental Protection Agency. 1979. Methods for chemical analysis of water and wastes. Method 415.1. Total Organic Carbon in Water (Combustion or Oxidation), EPA-600/4-79-020. Washington, DC
- Utermöhl, H., 1958, *Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik*. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., Vol.9,1–38 (in German).
- Ünlü, A., Çoban, F. ve Tunç M. S., 2008, Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniv. Müh.Mim. Fak. Der.* 23, 1, 119-127.
- Van den Hoek C, Jahns HM, Mann DG, 1995, *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge
- Vaughan, I. P., Davis, P. A., & Walsby, A. E., 2001, Changes in the photosynthetic coefficients α and Pm of *Planktothrix rubescens* grown on light-dark cycles. *Aquatic sciences*, 63(3), 350-362.
- Wu, J.T., 1984, Phytoplankton as bioindicator for water quality in Taipei. *Botany Bulletin of Academia Sinica* 25, 205–214.
- Walsby, A.E., 1994, “Gas vesicles”, *Microbiological reviews*, 58, 94-144. Jutta 99.
- Werner, V.R.; Laughinghouse, H.D., 2009, “IV. Bloom-forming and other planktonic *Anabaena* (Cyanobacteria) morphospecies with twisted trichomes from Rio Grande do Sul State, Brazil”, *Nova Hedwig*, 89, 17–47

- Wang L, Wang C, Deng D, Zhao X, Zhou Z. 2015, Temporal and spatial variations in phytoplankton: correlations with environmental factors in Shengjin Lake, China. *Environ Sci Pollut Res.* 22(22):14144–14156. doi: 10.1007/s11356-015-4640-2
- Yağci, M. A., & Ustaoglu, M. R., 2012. Zooplankton fauna of Lake İznik (Bursa, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 36(3), 341-350.
- Yarar, M., Magnin, G., 1997. Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. *Doğal Hayatı Koruma Derneği*. Ana Basım A.Ş. İstanbul, 313.
- Zębek E. 2016, Long-term cyanobacterial dynamics as related to physicochemical water parameters in a restored urban lake. *J Elem.* 21(1):269-282. doi: 10.5601/jelem.2015.20.2.882
- Zhou, Jie-xing, Wang, J., Wang, P., Hua, Y., Liu, B., Li, J., 2012, Wavelet Analysis of Water Quality Changes in Dianchi Lake during the past 7a. *Procedia Earth and Planetary Science* 5 p: 280 – 288.
- Zapomělová, E., Řeháková, K., Jezberová, J., Komárková, J., 2010, "Polyphasic characterization of eight planktonic *Anabaena* strains (Cyanobacteria) with reference to the variability of 61 *Anabaena* populations observed in the field", *Hydrobiologia*, 639, 99–113.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ayça OĞUZ
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	27.04.1988
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05074871474
E-Posta Adresi	aycaaoguz@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Su Ürünleri Fakültesi
Bölümü	Temel Bilimler
Mezuniyet Yılı	2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Temel Bilimler
Programı	İç Sular Biyolojisi
Mezuniyet Tarihi	2017

Makale ve Bildiriler	
Oğuz, A., Akçaalan, R., Albay, M. İznik Gölü Su Kalitesinin Fitoplankton Gruplarına Göre Belirlenmesi, Ulusal Su ve Sağlık Kongresi, 26-30 Ekim 2015, Antalya (sözlü sunum)	
Akçaalan Albay R., Köker L., Oğuz A., Spoof L., Meriluoto J., Albay M., "First Report of Cylindrospermopsin Production by Two Cyanobacteria (<i>Dolichospermum mendotae</i> and <i>Chrysochloris ovalisporum</i>) in Lake Iznik, Turkey", TOXINS, vol.6, pp.3173-3186, 2014	
Oğuz, A., Akçaalan, R., Albay, M. İznik Gölü Yaz Fitoplanktonunun Derinliğe Bağlı Değişimi VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos 2014, Bursa (Poster)	
Akçaalan, R., Oğuz, A., Köker, L., Gürevin, C., Gaygusuz, Ö., Dorak, Z., Yıldız C.,	

Serezli, E., Albay, M. İznik Gölü Trofik Seviyesinin Belirlenmesi VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25- 28 Ağustos 2014, Bursa

