

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KETENCE GÖLÜ
FİTOPLANKTON KOMÜNİTE YAPISI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kübra KÖSE

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Tuğba ONGUN SEVİNDİK

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

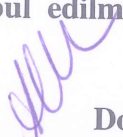
KETENCE GÖLÜ
FİTOPLANKTON KOMÜNİTE YAPISI

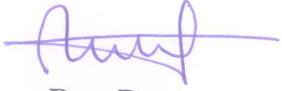
YÜKSEK LİSANS TEZİ

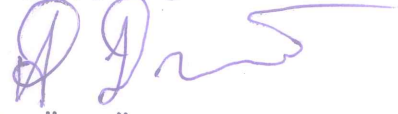
Kübra KÖSE

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ

Bu tez 30/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr.
Arzu MORKOYUNCU
YÜCE
Jüri Başkanı


Doç. Dr.
Tuğba ONGUN
SEVİNDİK
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Ali DOĞRU

Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Kübra KÖSE

30.05.2019



TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca benden hiçbir emeğini esirgemeyen, umutsuzluğa düştüğüm anlarda beni teşvik eden sevgili danışman hocam Doç.Dr.Tuğba Ogun SEVİNDİK'e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca bu yolda benimle birlikte titizlikle çalışıp emek harcayan, manevi desteğini esirgemeyen ailem ve sevgili nişanlım İsmail İŞGÖR 'e de sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x
 BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
 BÖLÜM 2.	
MATERYAL VE METOD	5
2.1. Araştırma Alanının Tanımı ve Örnek Alma İstasyonları	5
2.2. Fiziksel ve Kimyasal Parametreler.....	6
2.2.1. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, pH, çözünmüş oksijen ve suyun ışık geçirgenliği	6
2.2.2. Kimyasal analizler.....	6
2.2.2.1. Nitrat azotu (NO ₃ -N) analizi.....	6
2.2.2.2. Nitrit azotu (NO ₂ -N) analizi	7
2.2.2.3. Ortofosfat (PO ₄ -P) analizi.....	7
2.2.2.4. Toplam fosfor (TP) analizi	8
2.2.2.5. Silika (SiO ₂) analizi	8
2.3. Fitoplankton Örneklerinin Toplanması, Sayımı, Teşhisi ve Biyokütle Hesabı.....	9
2.4. Verilerin Analizi.....	10

BÖLÜM 3.

BULGULAR	11
3.1. Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	11
3.1.1. Sıcaklık	11
3.1.2. Elektriksel iletkenlik	12
3.1.3. Toplam çözünmüş madde	13
3.1.4. Secchi diski	13
3.1.5. Çözünmüş oksijen miktarı	14
3.1.6. pH	15
3.1.7. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$)	16
3.1.8. Nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$)	16
3.1.9. Ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)	17
3.1.10. Toplam fosfor (TP)	18
3.1.11. Silika (SiO_2)	19
3.2. Fitoplankton Kompozisyonu	20
3.3. Fitoplanktonun Takson Sayısının Mevsimsel Değişimi	24
3.4. Fitoplanktonun Toplam Biyokütlesinin Mevsimsel Değişimi	25
3.5. Fitoplankton Gruplarının Mevsimsel Değişimi	26
3.6. Fitoplanktonun Baskın Türlerinin Mevsimsel Değişimi	28
3.7. Fitoplankton ve Tüm Parametreler Arasındaki Korelasyon Analizi	29
3.8. Kanonik Uyum Analizi (CCA)	31

BÖLÜM 4.

TARTIŞMA VE SONUÇ	33
KAYNAKÇA	40
ÖZGEÇMİŞ	46

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

NO ₃ -N	: Nitrat azotu
NO ₂ -N	: Nitrit azotu
PO ₄ -P	: Ortofosfat
SO ₄	: Sülfat
SiO ₂	: Silika
CO ₂	: Karbondioksit
TP	: Toplam Fosfor
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde
O ₂	: Oksijen gazı
NaNO ₂	: Sodyum nitrit
KNO ₃	: Potasyum nitrat
KH ₂ PO ₄	: Potasyum dihidrojen fosfat
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
Na ₂ SiF ₆	: Sodyum fluosilikat
CCA	: Temel bileşen analizi
ANOVA	: Tek yönlü varyans analizi
TSI	: Carlson trofik durum indeksi
BM	: Birleşmiş Milletler
DSİ	: Devlet Su İşleri
WHO	: World Health Organization
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
WWAP	: World Water Assessment Program
Ppt	: Tuzluluk birimi
pH	: Çözeltilerin asitlik veya bazlık derecesi
L	: Litre
mL	: Mililitre

M	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
Km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
km ³	: Kilometreküp
Cm	: Santimetre
Mm	: Milimetre
Nm	: Nanometre
G	: Gram
Mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
Dk	: Dakika
%	: Yüzde miktarı
µS	: Mikrosimens
°C	: Santigrad Derece

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Araştırma alanı ve örnek alma istasyonları.....	5
Şekil 3.1. Ketence Gölü'nde sıcaklığın aylara göre değişimi	11
Şekil 3.2. Ketence Gölü'nde elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi	12
Şekil 3.3. Ketence Gölü'nde toplam çözünmüş madde değerlerinin aylara göre değişimi	13
Şekil 3.4. Ketence Gölü'nde Secchi diski değerlerinin aylara göre değişimi	14
Şekil 3.5. Ketence Gölü'nde çözünmüş oksijen miktarının aylara göre değişimi ..	15
Şekil 3.6. Ketence Gölü'nde pH değerlerinin aylara göre değişimi	15
Şekil 3.7. Ketence Gölü'nde nitrat azotu değerlerinin aylara göre değişimi	16
Şekil 3.8. Ketence Gölü'nde nitrit azotu değerlerinin aylara göre değişimi	17
Şekil 3.9. Ketence Gölü'nde ortofosfat değerlerinin aylara göre değişimi	18
Şekil 3.10. Ketence Gölü'nde toplam fosfor değerlerinin aylara göre değişimi	19
Şekil 3.11. Ketence Gölü'nde silika değerlerinin aylara göre değişimi	20
Şekil 3.12. Fitoplanktonun takson sayısının mevsimsel değişimi	25
Şekil 3.13. Fitoplanktonun toplam biyokütlesinin mevsimsel değişimi	26
Şekil 3.14. Birinci istasyonda fitoplankton gruplarının yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi	27
Şekil 3.15. İkinci istasyonda fitoplankton gruplarının yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi	27
Şekil 3.16. Birinci istasyonda baskın olan türlerin yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi	28
Şekil 3.17. İkinci istasyonda baskın olan türlerin yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi	29
Şekil 3.18. Çevresel değişkenlere ve baskın fitoplankton türlerine uygulanan Kanonik Uyum Analizi (CCA). (1. ist: Sarı, 2. ist: Açık yeşil;	

Çevresel Değişkenler: Eİ: Elektriksel iletkenlik, Si: Silika, NO₃: Nitrat-azotu, NO₂: Nitrit-azotu, PO₄: Ordofosfat, TP: Toplam fosfor, TDS: Toplam çözünmüş madde, Sıc: Sıcaklık, ÇO: Çözünmüş oksijen, Secchi: Secchi diski derinliği) (Dominant fitoplankton taksonlarının kısaltmaları metin içinde verilmiştir). 32



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Yıl boyunca 1. İstasyonda ölçülen tüm parametrelerin korelasyon tablosu (Sıc: su sıcaklığı, TDS: toplam çözünmüş madde, El: elektriksel iletkenlik, ÇO: çözünmüş oksijen, PO ₄ : orto fosfat, NO ₃ : nitrat azotu, NO ₂ : nitrit azotu, Si: çözünmüş silika, TP: toplam fosfor, TksnSy: takson sayısı, Biokt: biyokütle).....	30
Tablo 3.2. Yıl boyunca 2. İstasyonda ölçülen tüm parametrelerin korelasyon tablosu (Sıc: su sıcaklığı, TDS: toplam çözünmüş madde, El: elektriksel iletkenlik, ÇO: çözünmüş oksijen, PO ₄ : orto fosfat, NO ₃ : nitrat azotu, NO ₂ : nitrit azotu, Si: çözünmüş silika, TP: toplam fosfor, TksnSy: takson sayısı, Biokt: biyokütle).....	30

ÖZET

Anahtar sözcükler: Fitoplankton, Kanonik Uyum Analizi, Ketence Gölü, Su Kalitesi

Ketence Gölü'nün fitoplankton gruplarının tür çeşitliliği ve yoğunluklarının mevsimsel dağılımını belirlemek ve temel fiziksel ve kimyasal parametreler ile ilişkilendirmek için Ekim 2016 - Eylül 2017 tarihleri arasında gölde belirlenen 2 istasyonda aylık periyotlarda arazi çalışması yapılmıştır. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik (EI), toplam çözünmüş madde (TDS), pH ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu (ÇO) YSI pro plus su kalitesi ölçüm sondası kullanılarak, suyun ışık geçirgenliği, Secchi diski kullanılarak aylık olarak ölçülmüştür. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), toplam fosfor (TP) ve silika (SiO_2) aylık olarak alınan su örneklerinin laboratuvarında standart metodlara göre analiz edilmesi ile belirlenmiştir. Su örneklerine sedimentasyon yöntemi uygulanmış, fitoplanktonun teşhisi ve sayımı Olympus BX51 marka araştırma mikroskopunda Palmer-Maloney sayım kamerası kullanılarak yapılmıştır. Hücresel biyokütle, hücresel hacim verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Ketence Gölü'nde ölçülen parametrelerin ortalaması şu şekildedir: su sıcaklığı $18,1^\circ\text{C}$, EI $404,7 \mu\text{S cm}^{-1}$, TDS $306,7 \text{ mg L}^{-1}$, pH 8,6, ÇO $6,5 \text{ mg L}^{-1}$, Secchi diski derinliği 78,4 cm, $\text{NO}_3\text{-N}$ $0,41 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ $0,006 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ $0,02 \text{ mg L}^{-1}$, TP $0,06 \text{ mg L}^{-1}$, SiO_2 $0,008 \text{ mg L}^{-1}$. Araştırma süresince Bacillariophyta grubuna ait 26, Charophyta grubuna ait 2, Chlorophyta grubuna ait 28, Cryptophyta grubuna ait 4, Cyanobacteria grubuna ait 8, Euglenozoa grubuna ait 16, Miozoa grubuna ait 6 ve Ochrophyta grubuna ait 2 takson olmak üzere toplamda 92 takson tanımlanmıştır. *Cryptomonas erosa*, *Trachelomonas volvocina*, *Cyclotella meneghiniana*, *Ulnaria acus*, *Glenodinium gymnodinium*, *Apocathium aciculiferum*, *Pantocsekiella ocellata*, *Peridiniopsis cunningtonii*, *Phacus longicauda*, *Euglena rubra*, *Naiadinium polonicum*, *Tetraëdron minimum*, *Trachelomonas oblonga*, *Euglenaria clavata* ve *Euglena chlamydophora* belirli dönemlerde biyokütlelerinde görülen artışlar sonucu fitoplanktonun baskın üyelerini teşkil etmişlerdir. Kanonik uyum analizi fiziksel ve kimyasal değişkenleri dikkate alarak baskın türleri 4 farklı gruba ayırmıştır.

Fiziksel ve kimyasal parametreler açısından gölün su kalitesi I. ve II. kalite su özellikleri göstermektedir. Bununla birlikte toplam alg biyokütlesinin ötrofik duruma işaret etmesi, fitoplanktonun tür kompozisyonu ve gölde Euglenozoa üyelerinin hem takson sayısının hem de biyokütleyle olan desteklerinin fazla olması göz önüne alındığında gölün su kalitesinin ötrofik olduğu düşünülmektedir.

PHYTOPLANKTON COMPOSITION OF LAKE KETENCE

SUMMARY

Keywords: Canonical Correspondance Analysis, Lake Ketence, Phytoplankton, Water Quality

The purpose of this study was to determine species composition and the biomass of phytoplankton, and the variations in the main physical and chemical parameters affecting phytoplankton distributions in Lake Ketence. Monthly sampling was carried out at 2 stations between October 2016 and September 2017. Water temperature, specific conductance (SC), total dissolved solid (TDS), pH and dissolved oxygen (DO) were measured monthly using a YSI proplus water probe. Water transparency was determined monthly using a Secchi disk during the sampling. Nitrate-nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrite-nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$), orthophosphate ($\text{PO}_4\text{-P}$), total phosphorus (TP) and silica (SiO_2) were analyzed monthly according to standard methods. The identification and counting of phytoplankton were carried out using an Olympus BX51. For counting, a Palmer-Maloney phytoplankton counting chamber was used. The biomass was calculated from the biovolume of cells.

Mean values of measured parameters in Lake Ketence were as follow: water temperature $18,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, SC $404,7\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$, TDS $306,7\text{ mg L}^{-1}$, pH 8,6, DO $6,5\text{ mg L}^{-1}$, Secchi disk 78,4 cm, $\text{NO}_3\text{-N}$ $0,41\text{ mg L}^{-1}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ $0,006\text{ mg L}^{-1}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ $0,02\text{ mg L}^{-1}$, TP $0,06\text{ mg L}^{-1}$, SiO_2 $0,008\text{ mg L}^{-1}$. During the course of the study, a total of 92 taxa in 8 divisions have been identified, including 26 species in Bacillariophyta, 2 species in Charophyta, 28 species in Chlorophyta, 4 species in Cryptophyta, 8 species in Cyanobacteria, 16 species in Euglenozoa, 6 species in Miozoa and 2 species in Ochrophyta. *Cryptomonas erosa*, *Trachelomonas volvocina*, *Cyclotella meneghiniana*, *Ulnaria acus*, *Glenodinium gymnodinium*, *Apocalathium aciculiferum*, *Pantocsekiella ocellata*, *Peridiniopsis cunningtonii*, *Phacus longicauda*, *Euglena rubra*, *Naiadinium polonicum*, *Tetraëdron minimum*, *Trachelomonas oblonga*, *Euglenaria clavata* and *Euglena chlamydophora* species were dominant in phytoplankton during different time of the study period. Dominant species were separated in 4 groups in consequence of physical and chemical variables in Canonical Correspondance Analysis.

The water quality of lake is classified as I and II based on physical and chemical parameters. However, considering the total algal biomass, phytoplankton composition and the dominance of Euglenozoa species, the water quality of the lake is supposed to be eutrophic.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dünya üstündeki toplam tatlı su miktarı, toplam suyun %2,5'i olup, bunun yalnızca %0,3'ü (yaklaşık 105.000 km³) ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Geri kalan tatlı sular çoğunlukla kutuplarda, yüksek dağlardaki buzullarda ve yeraltı rezervlerinde depolanmış ve kullanılamaz durumdadır (Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri, 2003).

Mevcut tatlı su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu %19 ile sanayi ve %11 ile evsel kullanım izlemektedir. Ayrıca gıda ve enerji sektörü de tatlı su kaynaklarının yoğun olarak kullanıldığı diğer alanlardır (FAO Aquastat, 2013). 2030 yılında su ihtiyacının yaklaşık %50 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bunun en önemli sebebi nüfus artışıdır. Dünya nüfusunun 2030 yılında 8,3 milyar olması beklenmektedir. Nüfus artışı ile birlikte kentleşmenin artması, bunun yanında sanayileşmenin devam etmesi, tarımsal ilaçların kullanımındaki artış ve suni gübrelere bağlı olarak su kaynaklarının miktarı ve kalitesi üzerindeki baskıların daha da artması beklenmektedir (UNDESA, 2009, Muluk ve ark., 2013).

Küresel iklim değişikliği su kaynaklarının mevcut durumlarını daha da kritik hale getiren diğer bir konudur. İklim tahminleri, aşırı hava şartları oluşumlarının artacağını, sıcaklığın dünya genelinde 1-2 °C daha yükseleceğini, kurak bölgelerin daha da az yağış alacağını yada yağışlı bölgelerin daha da fazla yağış alacağını öngörmektedir. Kuraklık şartlarının beklendiği bölgeler arasında Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Güney Avrupa ön sıralarda yer almaktadır (National Intelligence Council, 2012).

Türkiye üç tarafı su ile çevrili bir ülke olsa da tatlı su varlığı açısından zengin bir ülke değildir. Türkiye ılıman, yarı-kurak ve sıcaklıklarda aşırılıkların yaşandığı bir

iklim kuşağındadır ve ülke genelinde yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm olup, dünya ortalamasının (800 mm) altındadır (Muluk ve ark., 2013). Ülkemiz su kaynakları bakımından zengin bir ülke konumunda olmadığı gibi, küresel iklim değişikliklerinden de etkilenen bir coğrafyada bulunmaktadır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası iklim değişikliğinin etkilerinin en şiddetli hissedileceği yerlerden bir tanesi olarak öngörülmektedir (Muluk ve ark., 2013). Türkiye'nin gelecek kuşaklara yeterli seviyede ve sağlık değeri yüksek su kaynakları bırakabilmesi için; kaynakların oldukça bilinçli kullanımı ve akıllıca korunması gerekmektedir. Birleşmiş Milletler gelişme raporunda, su ile ilgili sorunların esas olarak kıtlıktan değil, su kaynaklarının yanlış kullanımından ortaya çıkacağı vurgulanmaktadır (UNWWDR, 2003).

Tatlı su kaynakları içinde durgun sular kategorisine giren göller, oluşumlarına göre doğal ve yapay olacak şekilde ikiye ayrılmaktadır. Doğal göller oluşumlarına göre; tektonik, volkanik, karstik, buzul ve set gölleri olmak üzere birbirinden farklılık göstermektedir. Doğal göller, birbirinden farklı özelliklere sahip toprak yapılarının çökmesi ya da hareketlenmesi sonucu meydana gelmektedir. Yapay göller ise insan eli ile yapılmış olan göllerdir. Bu göller akarsu vadisinin önünün yapay bir setle kapatılması ile oluşan baraj gölleridir. Baraj gölleri enerji üretmek, içme ve sulama suyu sağlamak, erozyonu önlemek ve taşkınlardan korunmak amacıyla yapılmaktadır (Tanyolaç, 2009). Ülkemizde toplam 200 civarında doğal göl bulunmaktadır. Bunların yüzölçümü 9000 km² kadardır (Muluk ve ark., 2013).

Algler, fotosentetik canlılar olup, organik karbon bileşiklerinin temel üreticisi olarak sucül ekosistemlerin birincil trofik basamağını oluşturmaktadır (Wehr ve Sheath, 2003). Alglerin suyun hareketleriyle pasif olarak yer değiştiren ve suda askıda kalabilmek için farklı adaptasyonlar gösteren grubuna fitoplankton denilmektedir. Bu canlılar tek hücreli, koloniyal ya da iplikli morfolojik yapıda olabilmektedir. Hem prokaryotik, hem de ökaryotik hücre yapısında olanları mevcuttur (Fogg ve ark., 1965; Wehr ve Sheath, 2003). Boyutları 1 µm ile 500 µm arasında değişen mikroskobik organizmalardır (Reynolds, 1984). Fitoplankton komuniteleri ışık yoğunluğu, sıcaklık, tuzluluk, besin tuzu oranları avcılık, rekabet gibi farklı

faktörlerden etkilenebilmektedir. Özellikle sudaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlere hızlı cevap verdiklerinden dolayı, su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik indikatör olarak kullanılmaktadır (Domingues ve Galvão, 2007; Wu ve ark., 2012).

Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde sucul ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesinde, sürdürülebilir su kullanımının sağlanmasında ortak bir yaklaşıma varılması gerektiği düşünülerek oluşturulan Su Çerçeve Direktifi, 2000'de Avrupa Birliği tarafından kabul edilmiştir (EC, 2000). Su Çerçeve Direktifi, Avrupa'nın yüzey ve yeraltı suları için sürdürülebilir yönetim stratejileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Direktifte suların ekolojik durumunun belirlenmesinde farklı canlı grupları kullanılmaktadır. Su Çerçeve Direktifi fitoplanktonları yüzey sularının ekolojik durumunun değerlendirilmesi için kullanılması gereken beş kalite unsurundan biri olarak belirlemiştir (EC, 2000).

Göllerin trofik durumunun belirlenmesinde fitoplankton topluluklarının tür kompozisyonu ve yoğunluklarında meydana gelen değişimlerden yararlanılmaktadır. Her bir türün diğer türler ile arasında meydana gelen rekabet, her bir türün farklı besin tuzu alım kapasitesi ve yıl boyunca fiziksel çevre şartlarına verdikleri farklı tepkiler, fitoplankton komünite kompozisyonunda ve yoğunluklarında yıl içinde değişimlere neden olmaktadır. Böylece zaman içinde gölün fiziksel ve kimyasal şartlarında meydana gelen değişimlerle ilgili çıkarımlar elde etmek mümkündür (Elser ve ark., 2000; Nevers ve Whitman, 2010). Bir sucul ekosistemin genel limnolojik durumunun bilinmesi, korunması ve iyileştirilmesi adına yapılacak yönetim sistemi planları için ilk basamağı oluşturmaktadır.

Bu çalışma, küçük bir set gölü olan ve tarımsal sulama amacıyla kullanılan Ketence Gölü'nün fitoplankton ekolojisi ve genel limnolojik durumu hakkında bilgi edinmeyi amaçlamaktadır. Gölde fitoplankton gruplarının tür çeşitliliği ve yoğunluklarının mevsimsel dağılımını belirlemek suretiyle 12 aylık bir süre içerisinde belirlenen 2 istasyondan örnekleme yapılmıştır. Temel fiziksel ve kimyasal parametrelerin analizleri de yapılmıştır. Böylece fitoplankton tür çeşitliliğinin belirlenmesinin yanı

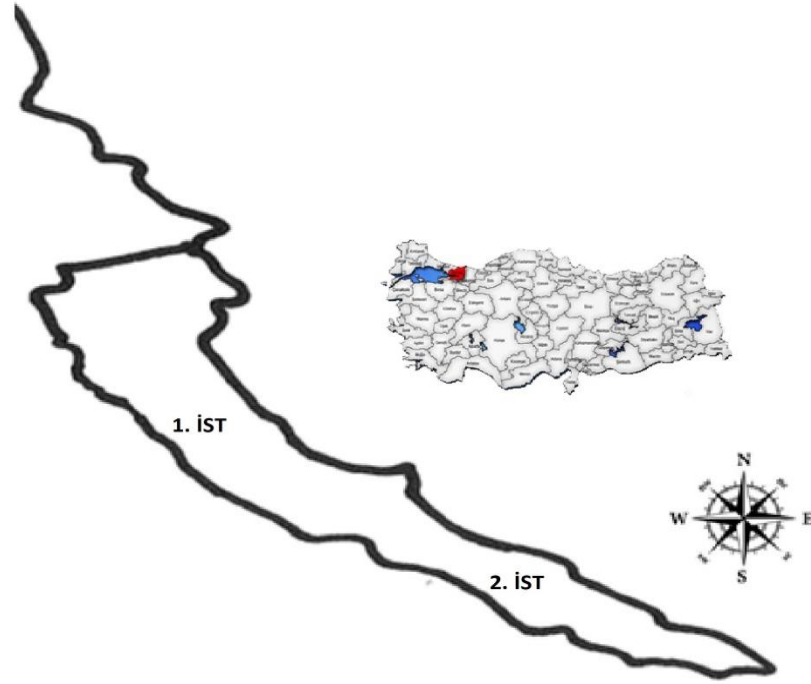
sıra her türün aylara göre biyokütlesindeki değişimler ve bunun nedenleri temel fiziksel ve kimyasal parametreler ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın, bu gölün planktonik alg florasının tanımlanmasına, gölün genel trofik durumunun belirlenmesine ve Türkiye alg florasını belirleme çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



BÖLÜM 2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma Alanının Tanımı ve Örnek Alma İstasyonları

Kocaeli'nin Kartepe ilçesi sınırları içinde bulunan Ketence Gölü, İzmit şehir merkezi'nin 17 km doğusunda bulunmaktadır (X: 40763593, Y: 30115950) (Şekil 2.1.). Ketence Gölü, 1980 yılında Kirazoğlu ve Ketence köylerinin faydalanması için yaptırılmış olan yapay bir set gölüdür ve tarım alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Uzunluğu 1,5 km, genişliği 0,3 km, ortalama derinliği 2 m'dir.



Şekil 2.1. Araştırma alanı ve örnek alma istasyonları

2.2. Fiziksel ve Kimyasal Parametreler

2.2.1. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, pH, çözünmüş oksijen ve suyun ışık geçirgenliği

Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında belirlenen iki istasyonda yüzeyin 10 cm altından su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, pH ve çözünmüş oksijen YSI proplus su kalitesi ölçüm sondası kullanılarak; suyun ışık geçirgenliği ise Secchi diski kullanılarak örneklemeler sırasında aylık olarak belirlenmiştir.

2.2.2. Kimyasal analizler

Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak, belirlenen iki istasyonda yüzeyin 10 cm altından koyu renkli plastik su kaplarına 500 mL su alınarak kimyasal analizler için kullanılmıştır. Alınan su örneklerinden Nitrat Azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), Nitrit Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), Ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), Toplam Fosfor (TP) ve Silika (SiO_2) analizleri laboratuvarda yapıldı (Strickland ve Parsons, 1972; Technicon Industrial Methods, 1977 a, b). Araziden getirilen su örnekleri TP analizi için kullanılacak su hariç Whatman GF/C filtre kağıdından geçirilerek süzölmüştür.

2.2.2.1. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) analizi

$\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonu; su örneklerinin standart metodlara göre spektrofotometrik olarak ölçülmesi sonucu belirlendi. Bu analiz için 0, 0.25, 1, 2 ve 3 mL' lik seriler ile arazi numunelerinin bulunduğu yedi ayrı erlen kullanılmıştır. Serilerin bulunduğu erlenlere sadece 0, 0.25, 1, 2 ve 3 mL çalışma solüsyonu konuldu, saf su eklenmedi. Çalışma solüsyonu, stok solüsyonunun 1:10 oranında seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Stok solüsyonu 0.722 gr L^{-1} KNO_3 (potasyum nitrat) ile hazırlandı. Diğer erlenlere ise 10 mL araziden getirilen su örneklerinden konuldu. Sonrasında hem serilere hemde örneklerle 1 mL sodyum-salisilat solüsyonundan eklenip 95°C 'de etüvde bir gece kuruyana kadar beklendi. Ertesi gün örneklerin üzerine 1 mL sülfürik asit çözeltisi eklendi ve iyice çalkalandı. Ardından 50 mL distile su eklenmiştir. Daha

sonra 7 mL sodyum hidroksit - tartarat çözeltisi eklenmiştir. Örnekler distile su ilavesi yapılarak toplamda 100 mL olması sağlandı. İyice karıştırıldıktan sonra hemen 420 nm’ de spektrofotometrik ölçümü yapılmıştır.

2.2.2.2. Nitrit azotu (NO₂-N) analizi

NO₂-N konsantrasyonu; su örneklerinin standart metodlara göre spektrofotometrik olarak ölçülmesi sonucu belirlenmiştir. Bu analiz için; 0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 mL’lik seriler ile arazi numunelerinin bulunduğu yedi ayrı erlen kullanılmıştır. Serilerin bulunduğu erlenlere 50 mL saf su konulup; erlenlerden sırayla 0, 0.5, 1, 1.5, 2 mL saf su çıkarıldı. Çalışma solusyonu, stok solusyonunun 1:1000 oranında seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Çıkarılan saf su yerine yine aynı miktarlarda çalışma solüsyonu eklenmiştir. Stok solusyonu 2.482 gr L⁻¹ NaNO₂ (sodyum nitrit) ile hazırlanmıştır. Diğer erlenlere ise 50 mL araziden getirilen su örneklerinden konuldu. Sonrasında hem serilere hemde örnekler 1 mL sülfanilamid solüsyonu eklenip 5 dk. beklenmiştir. 1 mL N (1-naftil) etilin-diamin solüsyonu eklendi ve karıştırıldı. 10 dk. beklendikten sonra 550 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır.

2.2.2.3. Ortofosfat (PO₄-P) analizi

PO₄-P konsantrasyonu, su örneklerinin standart metodlara göre spektrofotometrik olarak ölçülmesi sonucu belirlenmiştir. Bu analiz için 0, 0.25, 0.5, 1, 2 ve 5 mL’ lik seriler ile arazi numunelerinin bulunduğu sekiz ayrı erlen kullanılmıştır. Serilerin bulunduğu erlenlere 50 mL saf su konulup; erlenlerden sırayla 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 5 mL saf su çıkarılmıştır. Çalışma solusyonu, stok solusyonunun 1:1000 oranında seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Stok solusyonu 24.393 gr KH₂PO₄ (potasyum dihidrojen fosfat) + 800 mL saf su +1 mL H₂SO₄ (sülfürik asit) ile hazırlanmıştır. Çıkarılan saf su yerine yine aynı miktarlarda çalışma solüsyonu eklendi. Diğer erlenlere ise 50 mL araziden getirilen su örneklerinden konuldu. Sonrasında hem serilere hemde örnekler 5’er mL çözelti karışımı eklenip karıştırıldı. Çözelti karışımı 100 mL amonyum molibdat çözeltisi, 250 mL sülfürik asit çözeltisi, 100 mL askorbik asit çözeltisi, 50 mL potasyum antimonil tartarat çözeltisi eklenerek

hazırlanmıştır. 5 dk. beklendikten sonra 720 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır.

2.2.2.4. Toplam fosfor (TP) analizi

TP konsantrasyonu su örneklerinin standart metodlara göre spektrofotometrik olarak ölçülmesi sonucu belirlendi. Bu analiz için 0, 0.25, 0.5, 1, 2 ve 5 mL' lik seriler ile arazi numunelerinin bulunduğu sekiz ayrı erlen kullanıldı. Serilerin bulunduğu erlenlere 50 mL saf su konulup; erlenlerden sırayla 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 5 mL saf su çıkarıldı. Çalışma solusyonu, stok solusyonunun 1:1000 oranında seyreltilmesi ile hazırlandı. Stok solusyonu 24.393 gr KH_2PO_4 + 800 mL saf su +1 mL H_2SO_4 ile hazırlandı. Çıkarılan saf su yerine yine aynı miktarlarda çalışma solüsyonu eklendi. Diğer erlenlere ise 50 mL arazi örneklerinden konuldu. Sonrasında hem serilere hemde örnekler 1'er mL potasyum persülfat çözeltisi eklendi. Kaplar ağzı açık bir şekilde tartılıp etüve yerleştirildi. 120 °C' de 1 gece etüvde bırakıldıktan sonra bu ağırlıkları da ölçülüp buharlaşan su miktarı kadar yerine saf su eklendi. Sonra ortofosfat için hazırlana çözeltiden 5'er mL eklendi. 5 dk. beklendikten sonra 885 nm'de spektrofotometrik ölçümü yapılmıştır.

2.2.2.5. Silika (SiO_2) analizi

SiO_2 konsantrasyonu; su örneklerinin standart metodlara göre spektrofotometrik olarak ölçülmesi sonucu belirlendi. Bu analiz için; 0, 3, 5, 10 ve 15 mL'lik seriler ile arazi numunelerinin bulunduğu yedi ayrı plastik kap kullanıldı. Serilerin bulunduğu plastik kaplara 50 mL saf su konulup; plastik kaplardan sırayla 0, 3, 5, 10 ve 15 mL saf su çıkarıldı. Çalışma solusyonu, stok solusyonunun 1:100 oranında seyreltilmesi ile hazırlandı. Stok solusyonu 6.69 gr L^{-1} Na_2SiF_6 (sodyum fluosilikat) ile hazırlandı. Çıkarılan saf su yerine yine aynı miktarlarda çalışma solüsyonu eklendi. Diğer kaplara ise 50 mL arazi örneklerinden konuldu. Sonrasında hem serilere hemde örnekler 2.5 mL amonyum molibdat solüsyonu eklenip 5 dk. beklendi. 1 mL hidroklorik asit solüsyonu eklendi ve 5 dk. daha beklendi. 1 mL

oxalik asit çözeltisi eklenerek hemen 420 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır.

2.3. Fitoplankton Örneklerinin Toplanması, Sayımı, Teşhisi ve Biyokütle Hesabı

Fitoplankton analizi için gerekli su örnekleri, Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak yüzeyin 10 cm altından 100 mL’lik ışık geçirmeyen kapalı şişelere alındı. Laboratuvara getirilen su örnekleri, organizmaların homojen dağılımını sağlamak amacıyla iyice çalkalanıp 50 mL’si dereceli silindirlere konuldu. Fiksasyon için KI + I ve % 4’lük formaldehit içeren solüsyon damlatılarak, çökme olması için en az 24 saat beklemeye bırakıldı. Dereceli silindirlerin dibine çökme gerçekleşince üst kısımdaki fazla su bir bullu pipet yardımıyla uzaklaştırıldı ve silindirlerin dibindeki 5 mL’lik kısım daha küçük şişelere aktarılıp şişelerin üzeri etiketlenerek analizler için saklandı (Utermöhl, 1958). Fitoplankton sayımı Olympus BX51 marka mikroskopta Palmer-Maloney plankton sayım kamarası kullanılarak yapıldı. İpliksi ve koloni halinde bulunan organizmaların hücre sayıları dikkate alındı. Sayılan hücrelerin mL’deki yoğunluğunun hesaplanmasında aşağıdaki matematiksel formül kullanılmıştır (Denklem 2.1.) (Wetzel ve Likens, 1991).

$$\text{Hücre sayısı mL}^{-1} = \frac{(C)(1000 \text{ mm}^3)}{(A)(D)(F)} \quad (2.1)$$

C = Sayılan hücre sayısı

A = Sayım yapılan bölgenin mm² olarak alanı

D = Sayım yapılan bölgenin mm olarak derinliği

F = Sayım bölgesinin kaç birim olduğu

Diyatomeler, çöktürülen su örneklerinin sıcak hidrojen peroksit yöntemiyle temizlenmesinden sonra daimi preperatlarının Naprax ile hazırlanmasının ardından teşhis edildi (Swift, 1967). Diğer fitoplanktonun teşhisleri hazırlanan geçici preperatlardan yapıldı. Fitoplanktonun teşhisinde Round ve ark., (1990); Huber – Pestalozzi, (1941, 1950, 1961, 1962, 1969, 1972, 1975, 1982, 1983); Jensen, (1985);

Kramer ve Lange-Bertalot (1986,1991a, 1991b, 1999, 2003); Kelly, (2000); Geitler, (1925); Desichary, (1959); Komarek ve Anagnostidis (2008), John ve ark., (2003), Heering, (1914); Czurda, (1932); Philipose, (1967); Lind ve Brook, (1980); Schilling, (1913); Bourrelly, (1968, 1970) teşhis anahtarları kullanıldı. Teşhis edilen türler algaebase tür listesinden kontrol edilmiştir (Guiry ve Guiry, 2019).

Hücre hacimleri (biyohacim) her tür için, hücre ebatlarının geometrik olarak formüle edildikleri şekillerin hacim formüllerine göre hesaplandı ve bulunan değerler biyokütleye çevrilmiştir (Wetzel ve Likens, 1991; Edmondson, 1959; Sun ve Liu, 2003).

2.4. Verilerin Analizi

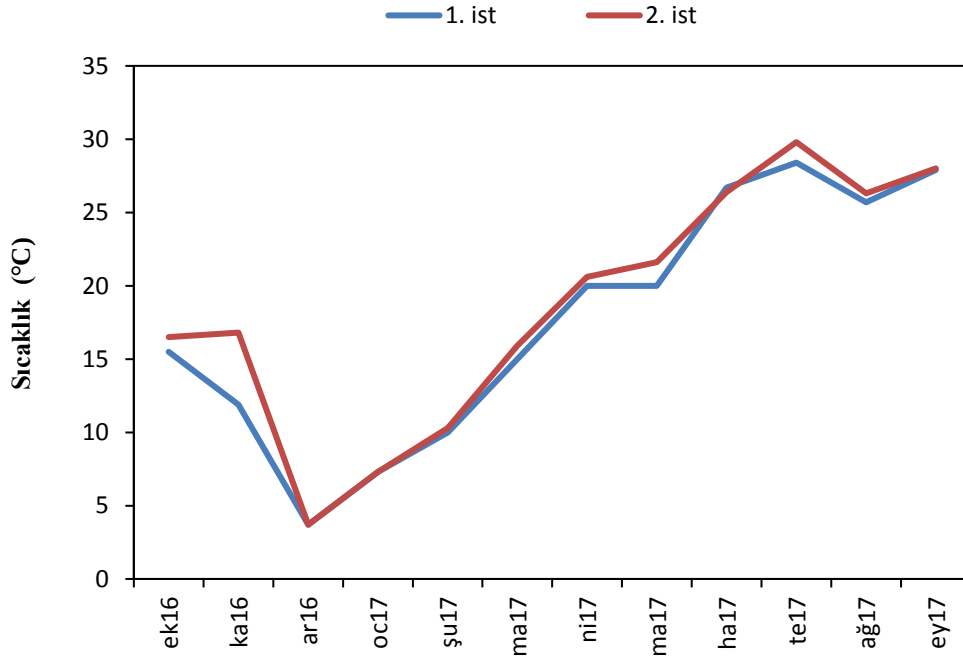
Fitoplanktonun takson sayısı ve biyokütlesinin suda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametrelerle olan ilişkisi Spearman Korelasyon Analizi kullanılarak SPSS 20.0 istatistiksel paket programı yardımıyla yapıldı. Baskın türler ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Kanonik Uyum Analizi (CCA) kullanılarak PAST 3.22 programı ile belirlenmiştir. (Hammer ve ark., 2001).

BÖLÜM 3. BULGULAR

3.1. Fiziksel ve Kimyasal Parametreler

3.1.1. Sıcaklık

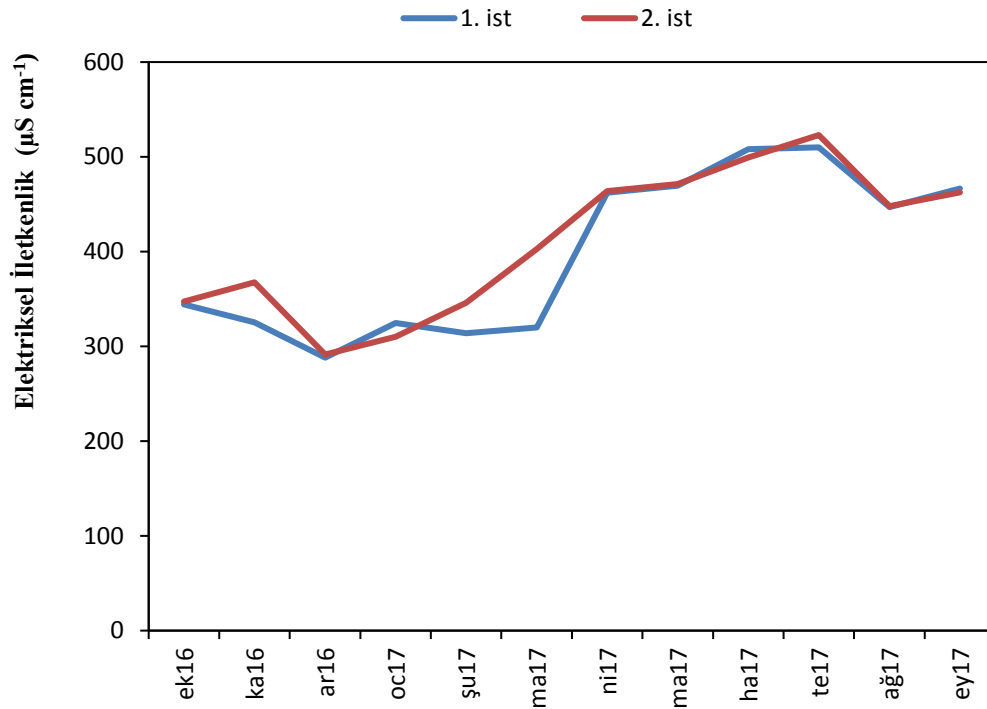
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum sıcaklık 2016 yılının Aralık ayında 2. istasyonda 3,6 °C olarak ölçülürken, maksimum sıcaklık 2017 yılının Temmuz ayında 2. istasyonda 29,8 °C olarak kaydedildi. Ketence Gölünde kış ayının sonuna doğru su sıcaklığının artmaya başladığı ve yaz boyunca yüksek değerlerde seyrettiği görüldü (Şekil 3.1.). Her iki istasyonda da büyük oranda sıcaklık farkına rastlanmadı.



Şekil 3.1. Ketence Gölü'nde sıcaklığın aylara göre değişimi

3.1.2. Elektriksel iletkenlik

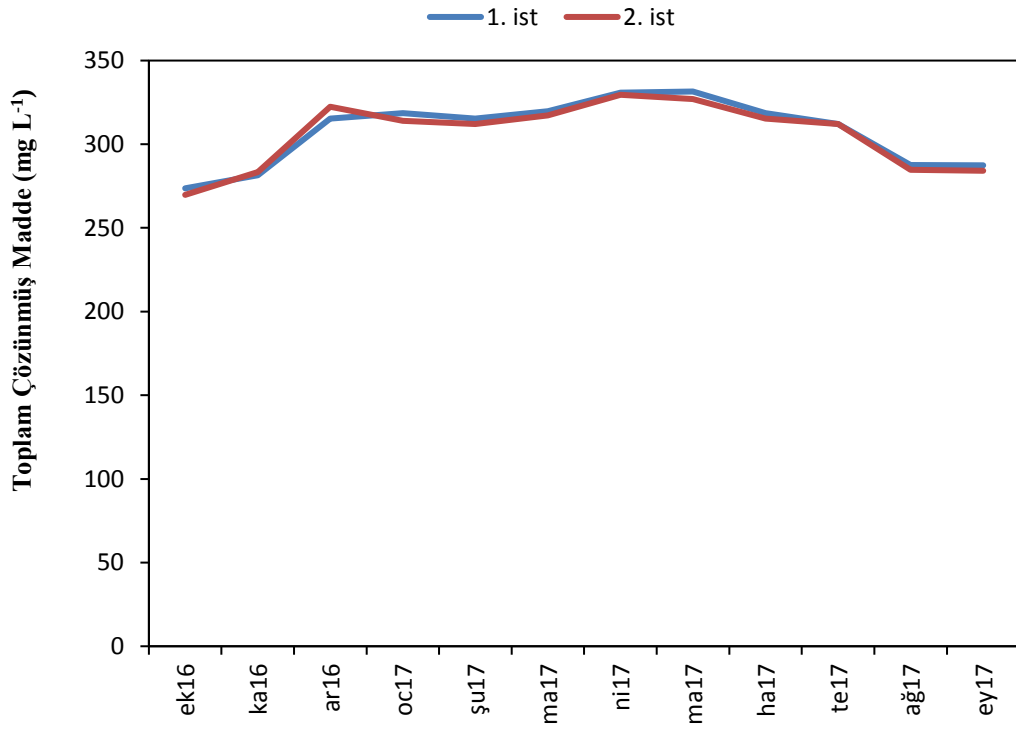
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum elektriksel iletkenlik 2016 yılının Aralık ayında 1. istasyonda $288,1 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak kaydedilirken, maksimum elektriksel iletkenlik 2017 yılının Temmuz ayında 1. istasyonda $510 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak kaydedildi. Ketence Gölü'nde elektriksel iletkenlik değerlerinin ilkbahar ve yaz aylarında sonbahar ve kış aylarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Ketence Gölü'nde elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.3. Toplam çözünmüş madde

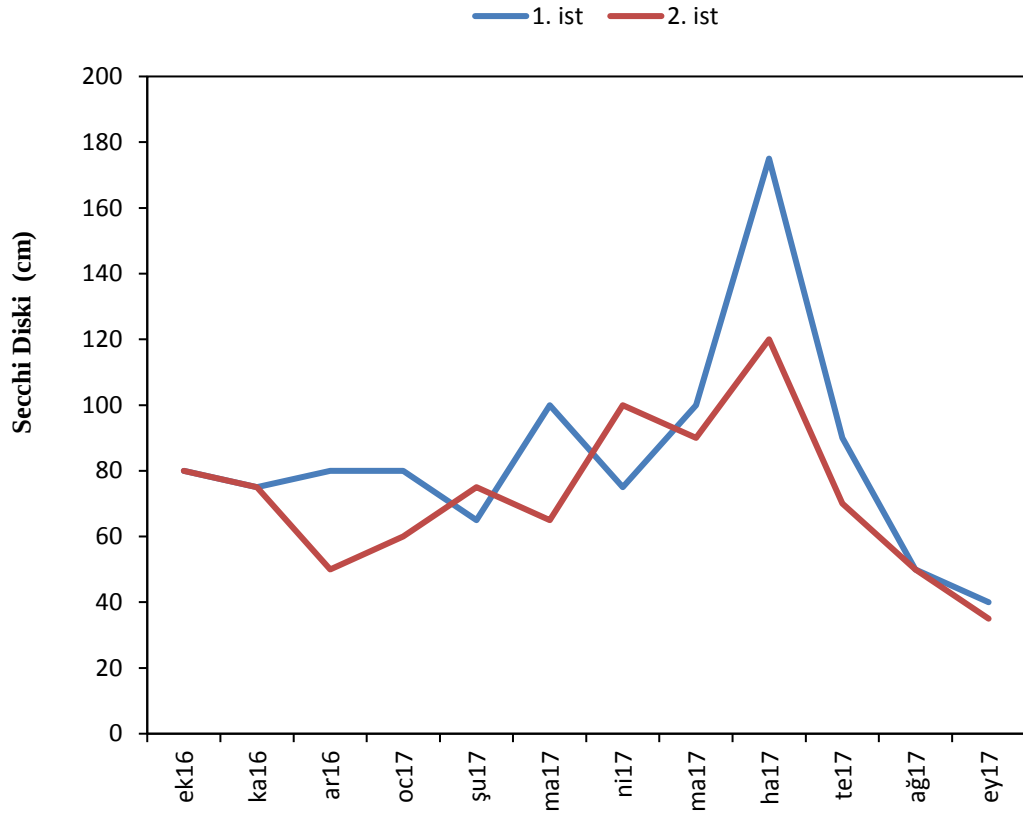
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum toplam çözünmüş madde 2016 yılının Ekim ayında 2. istasyonda 269,75 mg L⁻¹ olarak kaydedilirken, maksimum toplam çözünmüş madde 2017 yılının Nisan ayında 1. istasyonda 330,85 mg L⁻¹ olarak kaydedildi (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Ketence Gölü'nde toplam çözünmüş madde değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.4. Secchi disk

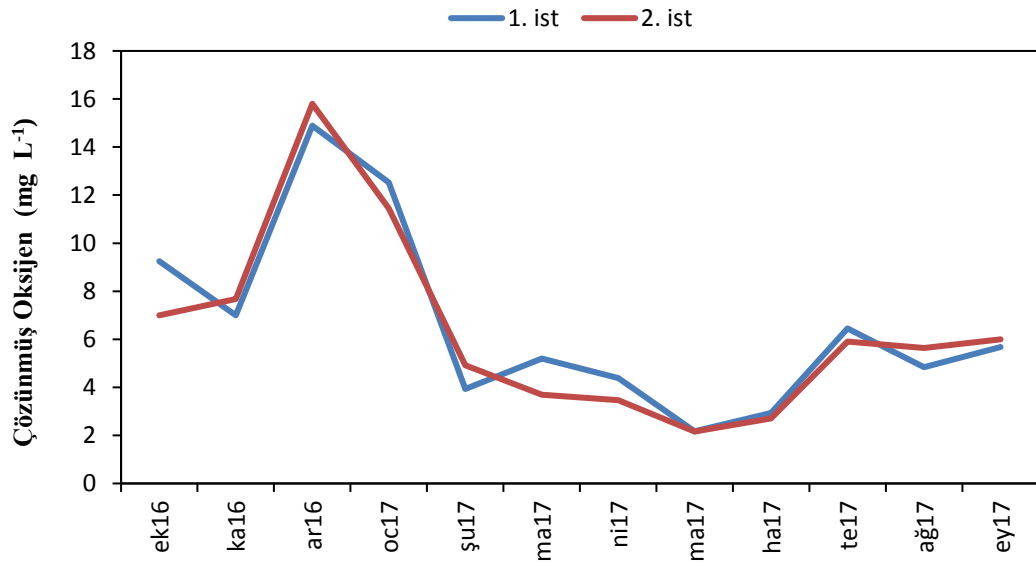
Ketence Gölü'nde Secchi disk derinliği minimum 2017 yılının Eylül ayında 2. istasyonda 35 cm olarak ölçülürken, maksimum 2017 yılının Haziran ayında 1. istasyonda 175 cm olarak ölçüldü (Şekil 3.4.). Secchi disk derinliği değerlerinin ilkbahar sonu ve yaz başında daha yüksek olduğu gözlemlendi.



Şekil 3.4. Ketence Gölü'nde Secchi disk değeri aylara göre değişimi

3.1.5. Çözünmüş oksijen miktarı

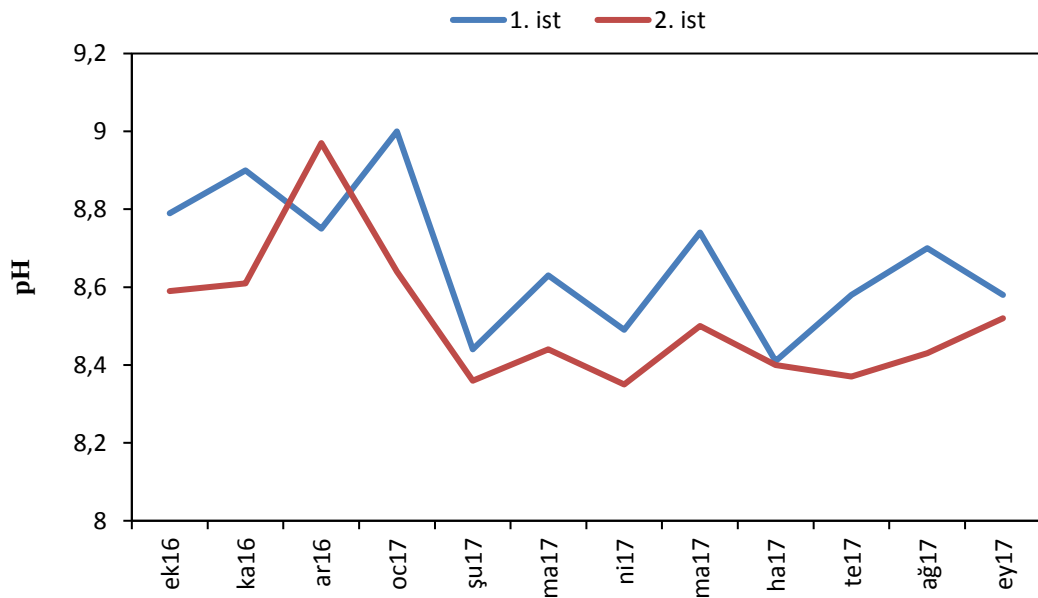
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum çözünmüş oksijen miktarı 2017 yılının Mayıs ayında 2. istasyonda $2,16 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedilirken, maksimum çözünmüş oksijen miktarı 2016 yılının Aralık ayında 2. istasyonda $15,8 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedildi (Şekil 3.5.). Çözünmüş oksijen miktarının sonbahar ve kış aylarında daha yüksek olduğu gözlemlendi.



Şekil 3.5. Ketence Gölü'nde çözülmüş oksijen miktarının aylara göre değişimi

3.1.6. pH

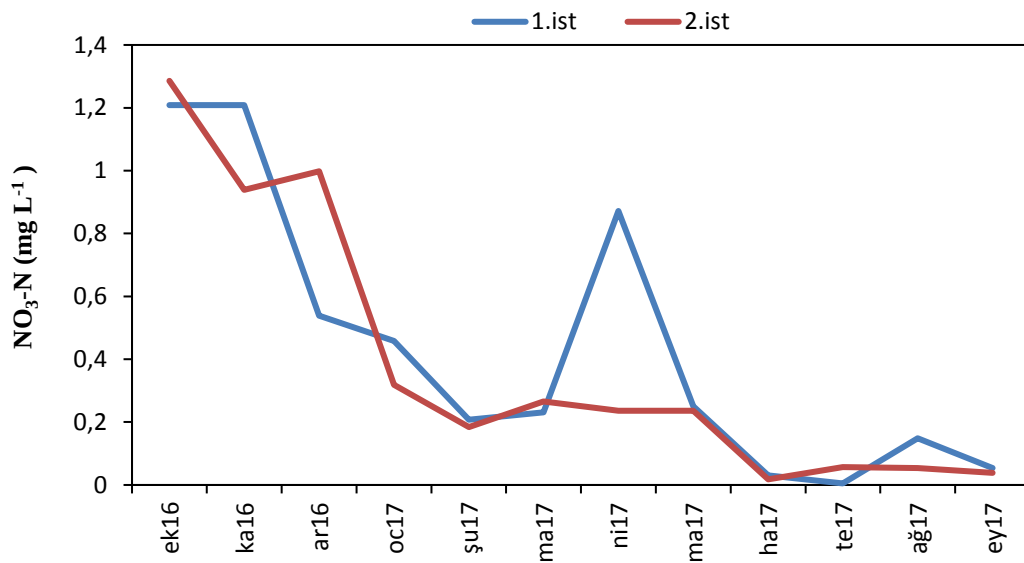
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum pH 2017 yılının Nisan ayında 2. istasyonda 8.34 olarak kaydedilirken, maksimum pH 2017 yılının Ocak ayında 1. istasyonda 9 olarak kaydedildi (Şekil 3.6.). Sonbaharın sonlarına doğru ve kış aylarında pH değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlendi.



Şekil 3.6. Ketence Gölü'nde pH değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.7. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$)

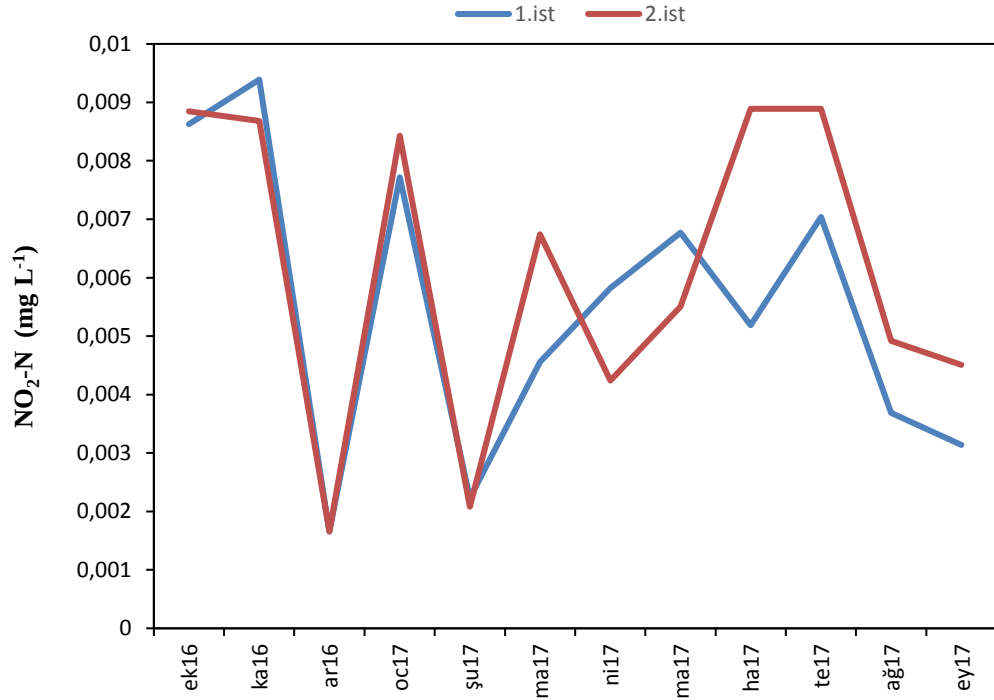
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum $\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonu 2017 yılının Haziran ayında 2. istasyonda $0,017 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedilirken, maksimum $\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonu 2016 yılının Ekim ayının 2. istasyonunda $0,285 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedildi (Şekil 3.7.). Sonbaharın sonlarına doğru ve kış aylarında $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlendi.



Şekil 3.7. Ketence Gölü'nde nitrat azotu değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.8. Nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$)

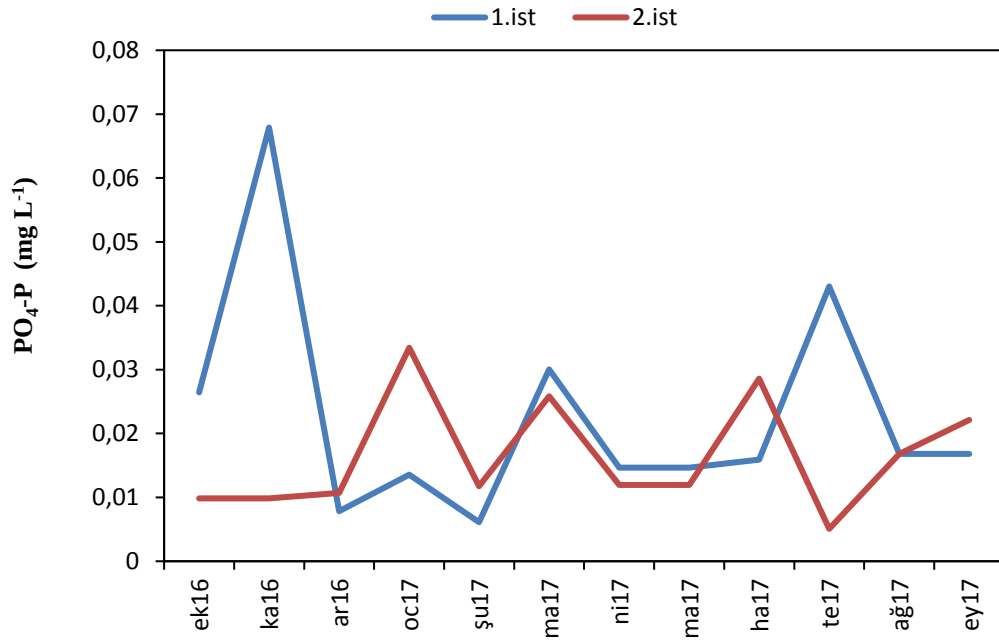
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum $\text{NO}_2\text{-N}$ konsantrasyonu 2016 yılının Aralık ayında her iki istasyonda $0,0017 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedilirken, maksimum $\text{NO}_2\text{-N}$ konsantrasyonu 2016 yılının Kasım ayında 1. istasyonda $0,0094 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedildi (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Ketence Gölü’nde nitrit azotu değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.9. Ortofosfat (PO₄-P)

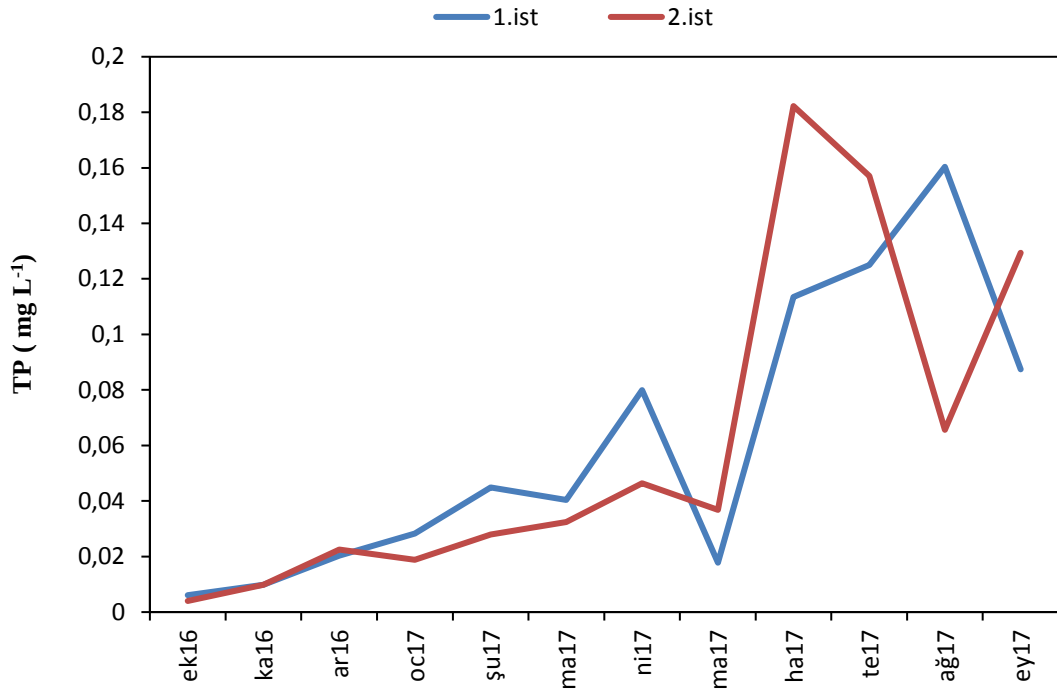
Ketence Gölü’nde yapılan ölçümlerde minimum PO₄-P konsantrasyonu 2017 yılının Şubat ayında 1. istasyonda 0,006 mg L⁻¹ olarak kaydedilirken, maksimum PO₄-P konsantrasyonu 2016 yılının Kasım ayında 1. istasyonda 0,067 mg L⁻¹ olarak kaydedildi (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Ketence Gölü'nde ortofosfat değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.10. Toplam fosfor (TP)

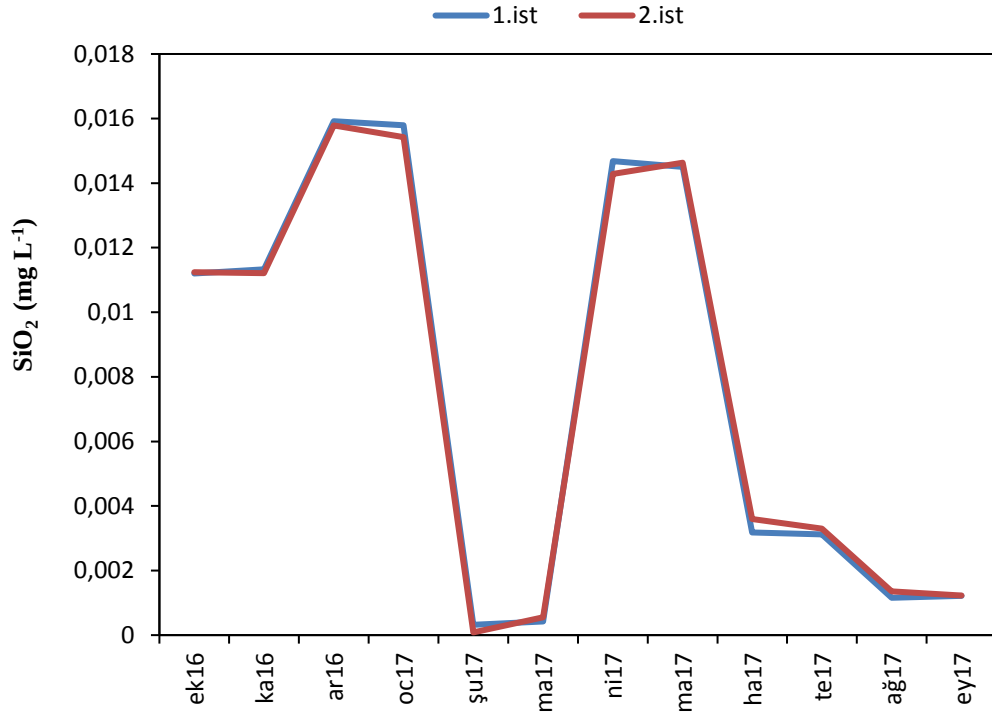
Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum TP konsantrasyonu 2016 yılının Ekim ayında 2. istasyonda 0,004 olarak kaydedilirken, maksimum TP konsantrasyonu 2017 yılının Haziran ayında 2. istasyonda 0,18 mg L⁻¹ olarak kaydedildi (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Ketence Gölü'nde toplam fosfor değerlerinin aylara göre değişimi

3.1.11. Silika (SiO₂)

Ketence Gölü'nde yapılan ölçümlerde minimum SiO₂ konsantrasyonu 2017 yılının Şubat ayında 2. istasyonda 0,00008 mg L⁻¹ olarak kaydedilirken, maksimum SiO₂ konsantrasyonu 2016 yılının Aralık ayında 1. istasyonda 0,015 mg L⁻¹ olarak kaydedildi (Şekil 3.11.). SiO₂ değerlerinde Şubat ve Mart 2017 aylarında diğer aylara göre ani bir azalmanın olduğu gözlemlendi.



Şekil 3.11. Ketence Gölü'nde silika değerlerinin aylara göre değişimi

3.2. Fitoplankton Kompozisyonu

Ketence Gölü komünitesinde Bacillariophyta grubuna ait 26, Charophyta grubuna ait 2, Chlorophyta grubuna ait 28, Cryptophyta grubuna ait 4, Cyanobacteria grubuna ait 8, Euglenozoa grubuna ait 16, Miozoa grubuna ait 6 ve Ochrophyta grubuna ait 2 takson olmak üzere toplamda 92 takson tanımlanmıştır. Mevcut tanımlanan taksonlar aşağıda belirtilmiştir:

Bacillariophyta

Amphora eximia J.R.Carter

Amphora ovalis (Kützing) Kützing

Bacillaria paxillifera (O.F.Müller) T.Marsson

Cyclotella meneghiniana Kützing

Cymbella affinis Kützing

Cymbopleura amphicephala (Nägeli) Krammer

Diatoma moniliformis (Kützing) D.M.Williams

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson

Fragilaria capucina Desmazières

Navicula cryptocephala Kützing

Navicula menisculus Schumann

Navicula rostellata Kützing

Navicula sp.

Navicula trivialis Lange-Bertalot

Navicula veneta Kützing

Nitzschia acicularis (Kützing) W.Smith

Nitzschia amphibia Grunow

Nitzschia linearis W.Smith

Nitzschia recta Hantzsch ex Rabenhorst

Pantocsekiella ocellata (Pantocsek)

Placoneis anglophila (Lange-Bertalot)

Surirella angusta (Ehrenberg) Ehrenberg

Surirella librile (Ehrenberg)

Tabellaria fenestrata (Lyngbye)

Ulnaria acus (Kützing) Aboal

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère

Charophyta

Heimansia pusilla (L.Hilse) Coesel

Staurostrum tetracerum Ralfs ex Ralfs

Chlorophyta

Ankistrodesmus arcuatus Korshikov

Chlamydomonas angulosa O.Dill

Chlamydomonas incerta Pascher

Chlamydomonas indica A.K.Mitra

Chlamydomonas reinhardtii P.A.Dangeard

Chlamydomonas sp.

Coenochloris fottii (Hindák) Tsarenko

Crucigenia tetrapedia (Kirchner)

Desmodesmus abundans (Kirchner) E.H.Hegewald

Desmodesmus armatus (Chodat) E.H.Hegewald

Desmodesmus armatus var. *longispina* (Chodat) E.Hegewald

Desmodesmus caudatoaculeatus (Chodat) P.M.Tsarenko

Desmodesmus communis E.Hegewald

Messastrum gracile (Reinsch) T.S.Garcia

Monactinus simplex (Meyen)

Monactinus simplex var. *echinulatum* (Wittrock) Pérez, Maidana & Comas

Monoraphidium circinale (Nygaard) Nygaard

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová

Oocystis parva West & G.S.West

Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E.Hegewald

Scenedesmus obtusus Meyen

Stauridium tetras Ehrenberg

Tetradesmus obliquus (Turpin) M.J.Wynne

Tetraëdriella regularis (Kützing) Fott

Tetraëdron minimum (A.Braun) Hansgirg

Tetrastrum elegans Playfair

Tetrastrum glabrum (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany

Willea rectangularis (A.Braun) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko

Cryptophyta

Cryptomonas caudata J.Schiller

Cryptomonas erosa Ehrenberg

Cryptomonas ovata Ehrenberg

Plagioselmis nannoplantica (Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall

Cyanobacteria

Limnolyngbya circumcreta (G.S.West) X.Li & R.Li.

Aphanocapsa delicatissima West & G.S.West

Jaaginema sp.

Komvophoron constrictum (Szafer)

Komvophoron crassum (Vozzhennikova) Anagnostidis & Komárek

Planktolyngbya brevicellularis G.Cronberg & Komárek

Planktolyngbya limnetica (Lemmermann)

Pseudanabaena limnetica (Lemmermann)

Euglenozoa

Anisonema prosgeobium Skuja

Euglena chlamydophora Mainx

Euglena limnophila var. *swirenkoi* (Arnoldi) T.G.Popova

Euglena rubra A.D.Hardy

Euglena tuberculata Swirenko

Euglenaria clavata (Skuja) Karnkowska & E.W.Linton

Lepocinclis acus (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian

Lepocinclis ovum (Ehrenberg)

Phacus acuminatus Stokes

Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin

Trachelomonas crebea var. *obesa* Balech

Trachelomonas hispida (Perty)

Trachelomonas oblonga Lemmermann

Trachelomonas scabra Playfair

Trachelomonas scabra var. *labiata* (Teiling)

Trachelomonas volvocina (Ehrenberg)

Miozoa

Apocalathium aciculiferum (Lemmermann) Craveiro, Daugbjerg, Moestrup & Calado

Ceratium hirundinella (O.F.Müller)

Glenodinium gymnodinium Penard

Gymnodinium wigrense Woloszyńska

Naiadinium polonicum (Woloszyńska) Carty

Peridiniopsis cunningtonii Lemmermann

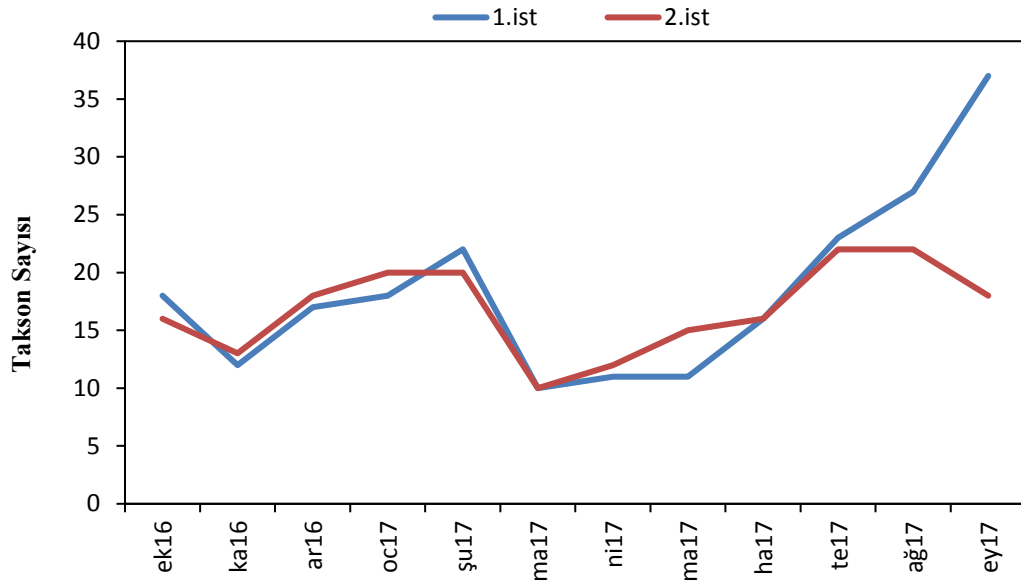
Ochrophyta

Centrtractus belonophorus (Schmidle)

Pseudokephyrion entzii W.Conrad

3.3. Fitoplanktonun Takson Sayısının Mevsimsel Değişimi

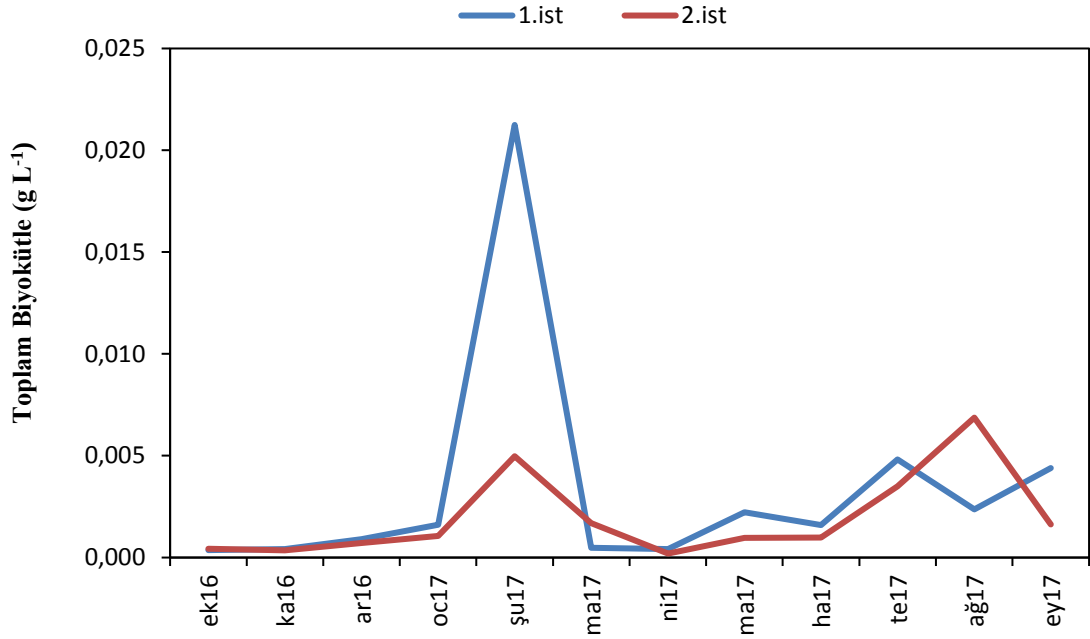
Ketence Gölü'nde 1. istasyonda 2017 Mart ayında minimum 10 takson bulunurken, 2017 Eylül ayında maksimum 37 takson teşhis edildi. 2. istasyonda 2017 Mart ve Nisan aylarında minimum 10 takson bulunurken, 2017 Temmuz ve Ağustos aylarında 22 takson tespit edildi (Şekil 3.12.). Takson sayısının Ocak ve Şubat 2017 tarihlerinde artma gösterdiği, ilkbaharda bu iki aya göre daha düşük olduğu ve yaz aylarında diğer tüm aylara göre daha yüksek olduğu belirlendi.



Şekil 3.12. Fitoplanktonun takson sayısının mevsimsel değişimi

3.4. Fitoplanktonun Toplam Biyokütlesinin Mevsimsel Değişimi

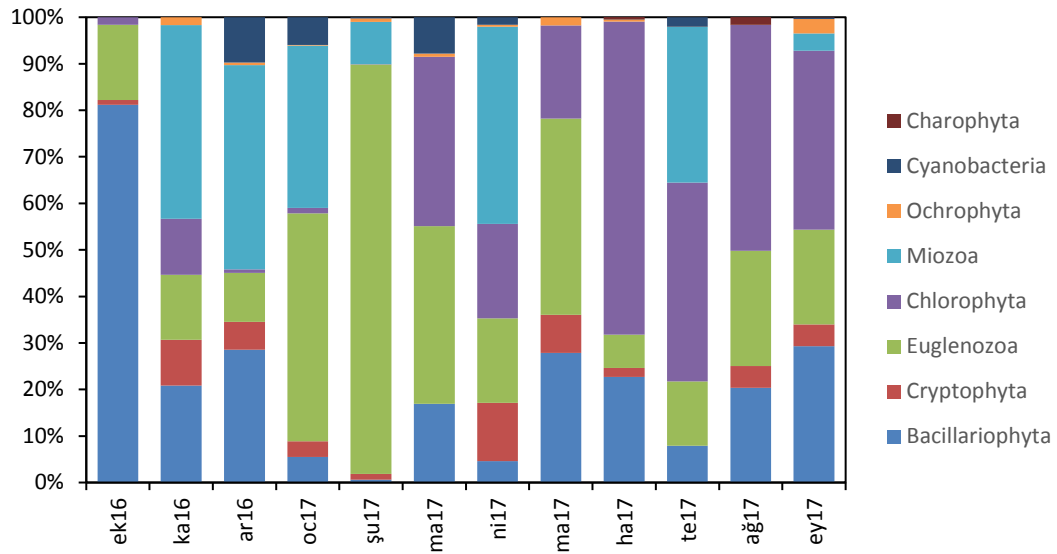
Ketence Gölü'nde 1. istasyonda 2016 Ekim ve Kasım aylarında ve 2017 Nisan ayında minimum biyokütle değeri $0,0004 \text{ g L}^{-1}$ olarak ölçülürken, 2017 Şubat ayında maksimum $0,02 \text{ g L}^{-1}$ olarak belirlendi. 2. istasyonda 2017 Nisan ayında minimum biyokütle değeri $0,0002 \text{ g L}^{-1}$ olarak ölçülürken, 2017 Ağustos ayında maksimum $0,0069 \text{ g L}^{-1}$ olarak belirlendi (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Fitoplanktonun toplam biyokütlesinin mevsimsel değişimi

3.5. Fitoplankton Gruplarının Mevsimsel Değişimi

Ketence Gölü'nde 1. istasyonda toplam biyokütlenin önemli bir kısmını oluşturan Bacillariophyta divizyonu 2016 Ekim ayında, Euglenozoa divizyonu 2017 Ocak, Şubat, Mart ve Mayıs aylarında, Chlorophyta divizyonu 2017 Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında ve Miozoa divizyonu 2016 Kasım, Aralık ve 2017 Nisan aylarında baskınlıkta söz sahibi olan fitoplankton gruplarıdır (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. Birinci istasyonda fitoplankton gruplarının yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi

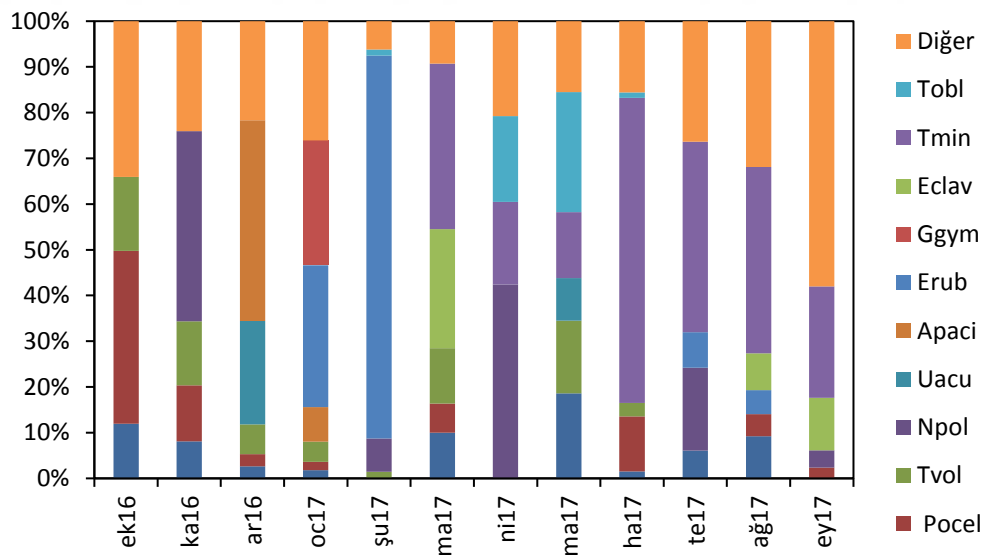
Ketence Gölü'nde 2. istasyonda toplam biyokütlenin önemli bir kısmını oluşturan Bacillariophyta divizyonu 2016 Ekim ayında, Euglenozoa divizyonu 2016 Kasım, 2017 Ocak, Şubat, Mart, Ağustos ve Eylül aylarında, Chlorophyta divizyonu 2017 Mayıs, Haziran, Temmuz aylarında ve Miozoa divizyonu 2016 Aralık ve 2017 Nisan aylarında baskınlıkta söz sahibi olan fitoplankton gruplarıdır (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. İkinci istasyonda fitoplankton gruplarının yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi

3.6. Fitoplanktonun Baskın Türlerinin Mevsimsel Değişimi

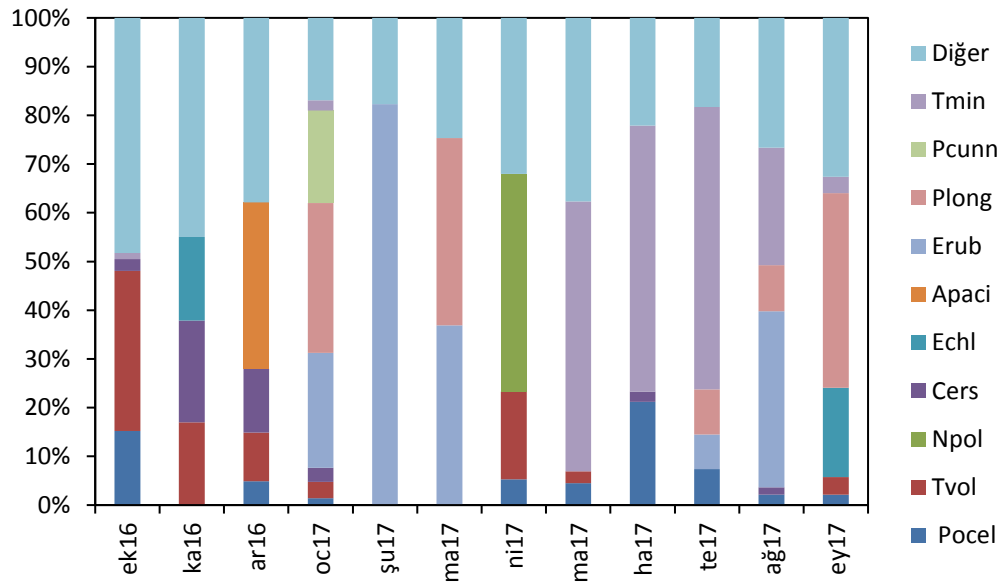
Ketence Gölü'nde 1.istasyonda 2016 Ekim ayında toplam biyokütlenin %37,8'ini *Pantocsekiella ocellata*(Pocel), %16,1'ini *Trachelomonas volvocina*(Tvol), 2016 Kasım ayında %41,6'sını *Naiadinium polonicum* (Npol), %13,9'unu *T.volvocina*, 2016 Aralık ayında %43,9'unu *Apocalathium aciculiferum* (Apaci), %22,7'sini *Ulnaria acus* (Uacu), 2017 Ocak ayında %30,9'unu *Euglena rubra* (Erub), %27,4'ünü *Glenodinium gymnodinium* (Ggym), 2017 Şubat ayında %83,8'ini *E. rubra* ve %7,29 *N. polonicum*, 2017 Mart ayında %36,2'sini *Tetraëdron minimum* (Tmin), %26,1'ini *Euglenaria clavata* (Eclav), 2017 Nisan ayında %42,4'ünü *N. polonicum*, %18,1'ini *T. minimum*, 2017 Mayıs ayında %26,3'ünü *Trachelomonas oblonga* (Tobl), %18,6'sını *Cyclotella meneghiniana* (Cmen), %15,9'unu *T.volvocina*, 2017 Haziran ayında %66'sını *T. minimum*, 2017 Temmuz ayında %41,7'sini *T. minimum*, %18,2'sini *N. polonicum*, 2017 Ağustos ayında %40,7'sini *T. minimum*, %9,3'ünü *C. meneghiniana*, 2017 Eylül ayında ise %24,3'ünü *T. minimum* ve %11,5'ini *E. clavata* oluşturdu (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Birinci istasyonda baskın olan türlerin yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi

Ketence Gölü'nde 2.istasyonda 2016 Ekim ayında toplam biyokütlenin %32,8'ini *T.volvocina*, %15,2'sini *P. ocellata*, 2016 Kasım ayında %20,9'unu *Cryptomonas erosa* (Cers), %17,1'ini *T.volvocina*, %17,2'sini *Euglena chlamydochora*

(Echl), 2016 Aralık ayında %34,2'sini *A. aciculiferum*, %13,1'ini *C. erosa*, 2017 Ocak ayında %30,8'ini *Phacus longicauda* (Plong), %23,6'sını *E. rubra*, %15,9'unu *Peridiniopsis cunningtonii* (Pcunn), 2017 Şubat ayında %82,3'ünü *E. rubra*, 2017 Mart ayında %38,5'ini *P. longicauda*, %36,9'unu *E. rubra*, 2017 Nisan ayında %44,7'sini *N. polonicum*, %18,02'sini *T. volvocina*, 2017 Mayıs ayında %55,4'ünü *T. minimum*, 2017 Haziran ayında %54,6'sını *T. minimum*, %21,2'sini *P. ocellata*, 2017 Temmuz ayında %57,9'unu *T. minimum*, %9,3'unu *P. longicauda*, 2017 Ağustos ayında %36,2'sini *E. rubra*, %24,1'ini *T. minimum*, 2017 Eylül ayında ise %39,9'unu *P. longicauda* ve %18,3'ünü *E. chlamydomphora* oluşturdu (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. İkinci istasyonda baskın olan türlerin yüzde değerlerinin mevsimsel değişimi

3.7. Fitoplankton ve Tüm Parametreler Arasındaki Korelasyon Analizi

Fitoplanktonların toplam takson sayısının ve toplam biyokütlesinin göldeki, su sıcaklığı, toplam çözünmüş madde, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, orto fosfat, nitrat azotu, nitrit azotu, çözünmüş silika, toplam fosfor ile arasındaki ilişki Tablo 3.1. ve 3.2.'de verilmiştir. Koyu renk ile gösterilen değerler, istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. 1. istasyonda takson sayısı, su sıcaklığı ($r = -0,59$, $P < 0,05$) ve toplam çözünmüş madde ($r = -0,65$, $P < 0,05$) ile negatif korelasyon gösterirken,

toplam biyokütle nitrat azotu ile negatif ($r = -0,81$, $P < 0,01$), toplam fosfor ($r = 0,59$, $P < 0,05$) ile pozitif korelasyon göstermiştir. 2. istasyonda toplam biyokütle silika ile negatif ($r = -0,71$, $P < 0,01$) korelasyon göstermiştir. Her iki istasyonda da takson sayısı ve toplam biyokütle pozitif korelasyon göstermiştir ($r = 0,66$; $r = 0,65$; $P < 0,05$).

Tablo 3.1. Yıl boyunca 1. İstasyonda ölçülen tüm parametrelerin korelasyon tablosu (Sıc: su sıcaklığı, TDS: toplam çözünmüş madde, Eİ: elektriksel iletkenlik, ÇO: çözünmüş oksijen, PO₄: orto fosfat, NO₃: nitrat azotu, NO₂: nitrit azotu, Si: çözünmüş silika, TP: toplam fosfor, TksnSy: takson sayısı, Biokt: biyokütle)

	Sıc	Eİ	pH	TDS	ÇO	NO ₃	NO ₂	PO ₄	TP	Si	TksnSy	Biokt
Sıc	1,00	,24**	-,02	,52	-,21	-,11*	-,45	,09	-,17*	,21	-,59*	-,20
Eİ	,24**	1,00	-,38	,06	-,42	-,51	,35	,37	,46	-,04	,14	,24
pH	-,02	-,38	1,00	-,26	,70*	,64*	,42	,16	-,68*	,56	-,08	-,42
TDS	,52	,06	-,26	1,00	-,56	-,07	-,56	-,47	,07	,25	-,65*	-,03
ÇO	-,21	-,42	,70*	-,56	1,00	,45	,26	,32	-,39	,35	,17	-,37
NO ₃	-,11*	-,51	,64*	-,07	,45	1,00	,05	-,05	-,83**	,57	-,47	-,81**
NO ₂	-,45	,35	,42	-,56	,26	,05	1,00	,51	,06	-,02	,45	-,02
PO ₄	,09	,37	,16	-,47	,32	-,05	,51	1,00	,03	-,31	-,02	-,26
TP	-,17*	,46	-,68*	,07	-,39	-,83**	,06	,03	1,00	-,48	,47	,59*
Si	,21	-,04	,56	,25	,35	,57	-,02	-,31	-,48	1,00	-,28	-,45
TksnSy	-,59*	,14	-,08	-,65*	,17	-,47	,45	-,02	,47	-,28	1,00	,66*
Biokt	-,19	,24	-,42	-,03	-,37	-,81**	-,02	-,26	,59*	-,45	,66*	1,00

** 0.01 seviyesinde anlamlıdır

* 0.05 seviyesinde anlamlıdır

Tablo 3.2. Yıl boyunca 2. İstasyonda ölçülen tüm parametrelerin korelasyon tablosu (Sıc: su sıcaklığı, TDS: toplam çözünmüş madde, Eİ: elektriksel iletkenlik, ÇO: çözünmüş oksijen, PO₄: orto fosfat, NO₃: nitrat azotu, NO₂: nitrit azotu, Si: çözünmüş silika, TP: toplam fosfor, TksnSy: takson sayısı, Biokt: biyokütle)

	Sıc	Eİ	pH	TDS	ÇO	NO ₃	NO ₂	PO ₄	TP	Si	TksnSy	Biokt
Sıc	1,00	,41**	-,45	,28	-,61*	-,01**	-,26*	-,14	,05**	,20	-,49	-,49
Eİ	,41**	1,00	-,61*	,18	-,69*	-,68*	,37	-,03	,82**	-,20	-,09	,09
pH	-,45	-,61*	1,00	-,24	,74**	,62*	,07	-,01	-,62*	,53	-,03	-,31
TDS	,28	,18	-,24	1,00	-,48	-,04	-,68*	,27	,25	,44	-,35	-,18
ÇO	-,61*	-,69*	,74**	-,48	1,00	,55	,11	-,26	-,57	,27	,35	-,13
NO ₃	-,01**	-,68*	,62*	-,04	,55	1,00	-,40	-,39	-,91**	,58	-,34	-,54
NO ₂	-,26*	,37	,07	-,68*	,11	-,40	1,00	,08	,32	-,36	,29	,24
PO ₄	-,14	-,03	-,01	,27	-,26	-,39	,08	1,00	,27	-,15	-,05	,28
TP	,05**	,82**	-,62*	,25	-,57	-,91**	,32	,27	1,00	-,37	,22	,40
Si	,20	-,20	,53	,44	,27	,58	-,36	-,15	-,37	1,00	-,24	-,71**
TksnSy	-,49	-,09	-,03	-,35	,35	-,34	,29	-,05	,22	-,24	1,00	,65*
Biokt	-,49	,09	-,31	-,18	-,13	-,54	,24	,28	,40	-,71**	,65*	1,00

3.8. Kanonik Uyum Analizi (CCA)

Fitoplankton ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz etmek için, 15 baskın fitoplankton türünün yüzde baskınlık değerleri kullanılarak Kanonik Uyum Analizi (CCA) uygulandı. 11 çevresel değişken kullanılarak hesaplanan CCA sonuçları Şekil 3.18.'de gösterilmektedir. CCA eksen 1 ve eksen 2'nin özdeğerleri sırasıyla 0.59 ve 0.48' dir. CCA eksen 1 ve 2'nin çevresel değişkenlerle korelasyonu yüksektir ve ilk iki eksen, diyatome türleri ve çevresel değişken ilişkilerindeki varyansın %78,7'sini oluşturmaktadır. CCA fitoplankton türleri ile çevresel değişkenleri 4 ayrı gruba ayırmıştır. Ekim, Kasım, Aralık aylarında her iki istasyon ve Ocak ve Mart aylarının 1. istasyonu; nitrat azotu, çözülmüş oksijen, silika, pH, *Cryptomonas erosa* (Cers), *Trachelomonas volvocina* (Tvol), *Cyclotella meneghiniana* (Cmen), *Ulnaria acus*(Uacu), *Glenodinium gymnodinium* (Ggym), *Apocalathium aciculiferum* (Apaci), *Pantocsekiella ocellata* (Pocel), *Peridiniopsis cunningtonii* (Pcunn) ile pozitif korelasyon göstererek birinci grubu oluşturmuştur. Şubat ayının her iki istasyonu, Ocak, Mart, Eylül ve Ağustos aylarının 2. istasyonu TDS, *Phacus longicauda* (Plong), *Euglena rubra* (Erub) ile birlikte toplanarak ikinci grubu oluşturmuştur. Nisan ayının her iki istasyonu *Naiadinium polonicum* (Npol) ve Secchi Diski derinliği ile birlikte üçüncü grubu oluştururken; Mayıs, Haziran, Temmuz aylarının her iki istasyonu ve Ağustos ve Eylül aylarının 1. istasyonu sıcaklık, elektriksel iletkenlik, ordofosfat, toplam fosfor, nitrit azotu, *Tetraëdron minimum* (Tmin), *Trachelomonas oblonga* (Tobl), *Euglenaria clavata* (Eclav), *Euglena chlamydophora* (Echl) ile pozitif korelasyon göstererek dördüncü grubu oluşturmuştur.

Şekil 3.18. Çevresel değişkenlere ve baskın fitoplankton türlerine uygulanan Kanonik Uyum Analizi (CCA). (1. ist: Sarı, 2. ist: Açık yeşil; Çevresel Değişkenler: Eİ: Elektriksel iletkenlik, Si: Silika, NO₃: Nitrat-azotu, NO₂: Nitrit-azotu, PO₄: Ordofosfat, TP: Toplam fosfor, TDS: Toplam çözünmüş madde, Sıc: Sıcaklık, ÇO: Çözünmüş oksijen, Secchi: Secchi disk derinliği) (Dominant fitoplankton taksonlarının kısaltmaları metin içinde verilmiştir).

BÖLÜM 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yıllık ortalama sıcaklık değerleri Ketence Gölü'nde 18,14 °C olarak kayıt edilmiştir. Ketence Gölü'nde izlenen iki istasyonda da ölçülen sıcaklık değerlerinin mevsimsel şartlara paralel olarak seyrettiği görülmüştür.

Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri Ketence Gölü'nde 404,7 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Doğal suların elektriksel iletkenliği 50 ile 1500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasındadır (Anonim, 2004). Elektriksel iletkenlik sudaki çözünebilir maddelerin veya tuzların toplamı olup, hem jeolojik faktörlere hem de dışarıdan sisteme gelen etmenlere bağlıdır (Dirican, 2008). Sulardaki kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değerleri 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ değerini aşmaktadır (Polat, 1997). Elektriksel iletkenliğin ortalama değerinin Ketence Gölü'nde 400 $\mu\text{S cm}^{-1}$ değerinin biraz üstünde olması (Anonim, 2004), elektriksel iletkenlik yönünden gölün II. kalite su olduğuna işaret etmektedir. Her iki istasyonda da elektriksel iletkenlik değerleri ilkbahar ve yaz aylarında artış göstermiştir ve sıcaklıkla arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Elektriksel iletkenliğin artması, yazın artan buharlaşmanın, azalan su girdisinin, organik maddelerin artan minerilizasyonunun ve göldeki düşük su seviyesinin bir sonucu olarak artan iyonik konsantrasyon nedeniyledir (Barlas ve ark., 1995; Kıvrak, 2006).

Yıllık ortalama toplam çözünmüş madde (TDS) değerleri Ketence Gölü'nde 1.istasyonda 307,5 mg L^{-1} , 2. istasyonda ise 305,9 mg L^{-1} olarak ölçülmüştür. TDS, 2 μm 'den küçük tüm iyon partiküllerinin toplamını ifade etmektedir. Tuzluluk konsantrasyonunu oluşturan birbirinden ayrılmış tüm elektrolitleri ve çözünmüş organik maddeler gibi diğer bileşikler kapsamaktadır. Temiz sularda TDS hemen hemen tuzluluğa eşittir. Kirli alanlarda ve atık su alanlarında ise organik çözünmüş maddeleri ve tuz iyonlarını içermektedir. Sağlık örgütleri ve bazı ülkeler su kalitesini

belirlemede TDS standartlarını kullanmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevresel Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirlenen kontaminasyonun maksimum üst sınırı 500 mg L⁻¹'dir (WHO, 1996). Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre, I. kalite sularda da TDS'nin üst sınırı 500 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir (Anonim, 2004). İki istasyonda da ölçülen değerler 500 mg L⁻¹ sınırının altındadır ve I. kalite suya işaret etmektedir.

Yıllık ortalama pH değerleri Ketence Gölü'nde 1. istasyonda 8,7 olarak ölçülürken, 2. istasyonda 8,5 olarak ölçülmüştür. Ülkemizde pH değerinin göllerde genel olarak 6,0'dan yüksek olduğu görülmektedir (Aykulu ve ark., 1983; Ünal, 1984; Çetin ve Şen, 1998; Soylu ve ark., 2007; Çelik ve Ongun, 2008). Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre I. kalite sularda pH'nın 6,5 ve 9 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2004). Bazı tatlı sularda bu değerlerde dalgalanmalar görülebilmektedir. Özellikle aşırı verimli sularda gün ışığı süresince algal fotosentez CO₂'i sudan uzaklaştırarak pH'ı artırmaktadır (Jones-Lee ve Lee, 2005). İki istasyonda da ölçülen değerler belirtilen sınır aralığında olduğundan ölçülen pH değerleri yönünden gölün su kalitesi I. kalite suya işaret etmektedir.

Yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerleri Ketence Gölü'nde 1. istasyonda 6,6 mg L⁻¹ ve 2. istasyonda 6,4 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre iki istasyonda ölçülen değerler çözünmüş oksijen açısından II. kalite su özelliği göstermektedir (Anonim, 2004). Çözünmüş oksijen konsantrasyonu ile pH arasında doğrusal, sıcaklık ile arasında ters bir ilişki vardır (Tanyolaç, 2009). Ketence Gölü'nde pH ile çözünmüş oksijen arasında her iki istasyonda da pozitif korelasyon gözlenmiş ve sıcaklığın azaldığı sonbahar sonu ile kış başlangıcındaki dönemde hem pH, hem çözünmüş oksijen değerlerinde artma görülmüştür. Sıcaklığın artması suda oksijen çözünürlüğünü azalttığından, yaz aylarında Sakarya civarı illerdeki bazı göllerde de oksijen benzer şekilde kış aylarına göre daha düşük değerlerde ölçülmüştür (Sevindik ve ark., 2014; Sevindik ve Küçük, 2016).

Yıllık ortalama Secchi diski derinliği Ketence Gölü'nde 1. istasyonda 84,2 cm, 2. istasyonda ise 72,5 cm olarak ölçülmüştür. Secchi diski derinliğini etkileyen en

önemli etkenlerin başında askıda bulunan katı madde ve fitoplankton yoğunluğu gelmektedir (Horne ve Goldman, 1994). Sığ sularda suyun sürekli karışımı, askıda katı madde miktarını arttırdığından Secchi diski derinliğini azalmaktadır (Horne ve Goldman, 1994). Sığ bir göl olan Ketence Gölü'nde Secchi diski derinliğinin tüm yıl boyunca ölçülen değerlere göre Haziran 2017'de en yüksek değerde ölçülmesi fitoplankton biyokütlesinin bu ayda artış göstermemesine ve örnekleminin rüzgârsız bir günde, suda karışım olayının görülmediği bir dönemde yapılmasına bağlanabilir.

Yıllık ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri Ketence Gölü'nde 1. istasyonda $0,43 \text{ mg L}^{-1}$, 2. istasyonda $0,39 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre I. kalite sularda $\text{NO}_3\text{-N}$ için verilen üst sınır değer 3 mg L^{-1} olarak belirtilmiştir (Anonim, 2004). Ketence Gölü'nde ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri, su kalitesinin I. kalite olduğuna işaret etmektedir.

Yıllık ortalama $\text{NO}_2\text{-N}$ değerleri Ketence Gölü'nde 1. istasyonda $0,0055 \text{ mg L}^{-1}$ ve 2. istasyonda $0,006 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre I. kalite sularda $\text{NO}_2\text{-N}$ için verilen üst sınır değer $0,002 \text{ mg L}^{-1}$ olarak belirtilmiştir (Anonim, 2004). Bu sebeple $\text{NO}_2\text{-N}$ değerleri yönünden gölün su kalitesi II. kalite olarak nitelendirilebilir.

Fitoplankton nitrat, nitrit ve amonyum gibi farklı azot kaynaklarını kullanabilmektedir. Bunun yanında üre, amino asitler ve peptidler gibi çözünmüş organik azot bileşikleri de kullanılmaktadır (Reynolds, 1984). $\text{NO}_3\text{-N}$, azotun oksijenle zengin sularda en yaygın görülen ve fitoplanktonun kendi gelişimi için en çok tercih ettiği formdur. $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri fitoplanktonun ani artış gösterdiği 2017 Şubat ayında ve fitoplankton biyokütlesinin artmaya başladığı yaz döneminde azalma göstermiştir. Oksijen konsantrasyonu yüksek sularda amonyum ve $\text{NO}_2\text{-N}$ 'na çok az miktarda rastlanmaktadır (Cirik ve Cirik, 1995). Oksijen konsantrasyonu azaldıkça ortamda $\text{NO}_3\text{-N}$ 'na göre $\text{NO}_2\text{-N}$ ve amonyum daha fazla bulunmaya başlamaktadır (Horne ve Goldman, 1994). Oksijen değerlerinin daha düşük olduğu yaz aylarında $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerinin gölde biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca $\text{NO}_2\text{-N}$ değerleri fitoplanktonun ani artış gösterdiği 2017 Şubat ayında azalmıştır. Bununla

birlikte gölde $\text{NO}_2\text{-N}$ konsantrasyonunda aydan aya düzensiz dalgalanmalar mevcuttur. Bu durum dış kaynaklı organik madde girişine ve bunu takiben $\text{NO}_2\text{-N}$ 'na dönüşen organik maddelerin fitoplankton tarafından ortamdan kaldırılmasına veya $\text{NO}_3\text{-N}$ 'na dönüşmesine bağlı olarak görülmektedir.

Yıllık ortalama $\text{PO}_4\text{-P}$ değerleri Ketence Gölü'nde 1. istasyon için 0,023 ve 2. istasyon için 0,016 mg L^{-1} olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama TP değerleri her iki istasyonda da 0,06 mg L^{-1} olarak ölçülmüştür. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre I. kalite sular için $\text{PO}_4\text{-P}$ 'ın üst sınırı 0,05 mg L^{-1} ve TP'un üst sınırı 0,08 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir (Anonim, 2004). İki istasyonda da ölçülen değerler bu değerlerin altındadır ve I. kalite su özelliklerini belirtmektedir. Planktonik algler fosfordan sadece $\text{PO}_4\text{-P}$ şeklinde yararlanabilmektedirler (Horne ve Goldman,1994). $\text{PO}_4\text{-P}$ değerleri de fitoplanktonun ani artış gösterdiği 2017 Şubat ayında azalmıştır. Ayrıca $\text{PO}_4\text{-P}$ konsantrasyonunda da aydan aya düzensiz dalgalanmalar görülmektedir. $\text{PO}_4\text{-P}$ 'ın sudaki konsantrasyonu, sudaki geri dönüşüm faaliyetlerinden, çözülmüş oksijen miktarından ve dolayısıyla göl sedimentindeki kimyasal reaksiyonlardan, fitoplanktonun kullanımından ve dış kaynaklı girdilerden etkilenmektedir (Horne ve Goldman,1994). $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerinde yıl içinde aşırı artan değerlerin görülmemesi, dış kaynaklı girişten ziyade göldeki geri dönüşüm faaliyetlerinin ve fitoplankton kullanımının $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerindeki dalgalanmaları oluşturduğunu düşündürmektedir. Ayrıca gölün sığ olması ve sedimentin oksijensiz kalmaması sebebiyle sedimentten geri besleme olmadığı da düşünülmektedir. Her ne kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerinde yaz aylarında bir artış görülme de TP değerlerinde dikkate değer bir artma görülmektedir. Göldeki su seviyesinin yaz aylarında çok azalmasının ve fitoplankton tarafından kullanılamayan fosfor bileşiklerinin dış kaynaklı girişinin bu aylarda artış göstermesinin TP değerlerinde artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

Yıllık ortalama SiO_2 değerleri Ketence Gölü'nde 1. istasyon için 0,0078 mg L^{-1} ve 2. istasyon için 0,0077 mg L^{-1} olarak ölçülmüştür. SiO_2 değerlerinin fitoplanktonun toplam biyokütlesinin en yüksek değerlere ulaştığı Şubat ayında ani azalma

gösterdiği görülmüştür ve silika ile biyokütle değerleri arasında negatif korelasyon gözlenmiştir.

Ketence Gölü'nde fitoplanktonun toplam takson sayısının kış aylarında yüksek olduğu, ilkbaharda hafif azalma gösterdiği ve yaz aylarında tekrar artma göstererek Eylül 2017'de en yüksek sayıya çıktığı görülmektedir. Kış aylarında takson sayısında çok fazla azalmanın görülmemesi sıcaklığın bu dönemde çok azalmamasına bağlanabilir. Şubat ayında 10 C'nin üstünde bir su sıcaklığının ölçülmesi de bu durumu açıklamaktadır. Yaz aylarında sıcaklığın arttığı dönemde hem Chlorophyta grubunun hem de Euglenozoa grubunun takson sayısı artış göstermiştir. Bu grupların üyelerinin yüksek ışık ve sıcaklık şartlarında iyi geliştiği bilinmektedir (Yamagishi, 1987; Happey-Wood, 1988).

Ketence Gölü'nde fitoplanktonun toplam biyokütlesinin ortalama değeri 2,65 g L⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu değerler gölün su kalitesinin ötrofik olduğuna işaret etmektedir. Şubat 2017 haricinde sonbahar ve kış aylarında daha düşük ölçülen biyokütle değerleri Mayıs 2017'den başlayarak ilkbahar ve yaz aylarında artış göstermiştir. Su sıcaklığı, fitoplanktonun mevsimsel değişimini yöneten faktörlerden en önemlisidir (Izaguirre ve ark., 2001). Şubat ayında toplam biyokütlenin aşırı artış göstermesinin en önemli nedeni bu ayda hava sıcaklığının yükselmesine bağlı olarak Euglenozoa üyelerinin artış göstermesidir. Özellikle büyük biyokütleye sahip *E. rubra* alginin ortamda aşırı geliştiği ve biyokütledeki artıştan sorumlu olduğu görülmüştür. Toplam biyokütledeki bu artışın besin tuzlarında da bu ayda azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Toplam takson sayısı biyokütle değerleriyle pozitif korelasyon göstermiştir. Sıcaklığın da artma gösterdiği yaz aylarında hem biyokütlenin hem de takson sayısının artış göstermesi tek hücreli ve yüksek biyokütleye sahip alglerin yaz aylarında artış göstermesi nedeniyledir.

Bacillariophyta divizyonu Ekim 2016'da her iki istasyonda da baskın fitoplankton grubu olmuştur. Bu gruptan *P. ocellata*, *C. meneghiniana* ve *U. acus* türleri bu grubun baskınlığında söz sahibi olan türlerdir. Bu üç tür sıcaklığın daha düşük, çözünmüş oksijen, nitrat azotu, silika ve pH'ın daha yüksek olduğu dönemlerle

korelasyon göstermiştir. Özellikle silika değerlerinin yüksek olduğu ve su sıcaklığının düşük olduğu ortam şartları Bacillariophyta grubu alglerin gelişimi için önemlidir (Horne ve Goldman, 1994; Medlin, 2002). *C. meneghiniana* ve *P. ocellata* türlerinin Kurtboğazı (Aykulu ve Obalı, 1981) ve Çubuk-I (Gönülol ve Aykulu, 1984) Barajlarında, Beytepe ve Alap Göletlerinde (Ünal, 1984), Hafik (Kılınç, 1998) ve Simenit (Ersanlı ve Gönülol, 2003) Gölleri'nde de aşırı çoğalmalar yaptığı bildirilmiştir. Round (1956), *Cyclotella* ve *Pantocsekiella* türlerinin oligotrofik fazdan ötrofik faza geçişin biyoindikatör türleri olduklarını belirtmiştir (Rawson, 1956). *Ulnaria* türleri ötrofik göllerin indikatör türleri olarak bilinir (Moss, 2001).

Euglenozoa divizyonu yaz sonu dönemde ve kış aylarında her iki istasyonda da baskın fitoplankton grubu olmuştur. Bu gruptan *T. volvocina*, *P. longicauda*, *E. rubra*, *T. oblonga*, *E. clavata*, *E. chlamydomphora* bu grubun baskınlığında söz sahibi olan türlerdir. *T. volvocina* nitrat azotu, çözünmüş oksijen, silika, pH ile, *P. longicauda* ve *E. rubra* TDS ile, *T. oblonga*, *E. clavata* ve *E. chlamydomphora* sıcaklık, elektriksel iletkenlik, ordofosfat, toplam fosfor, nitrit azotu ile pozitif korelasyon göstermişlerdir. CCA analizinden görüldüğü üzere bu türlerin yıl içinde farklı dönemlerde ve farklı ortam şartlarında baskınlıkta ön plana çıktıkları görülmektedir. Büyük biyokütleyle sahip olmaları sebebiyle de baskın bulundukları dönemlerde toplam fitoplankton biyokütlesinde artışa neden olmuşlardır. Gölde farklı ekolojik şartlarda bulunsalar da dağılımlarını yöneten en önemli faktörün besin tuzları ve sıcaklık olduğu söylenebilir. Yıl boyunca sıcaklıkta çok azalma görülmemesi, besin tuzlarının gelişimleri için uygun olması, gölün küçük bir göl olması bu grubun ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bu grubun hem takson sayısının yüksek olması hem de biyokütleyle önemli katkı sağlamaları gölde ölçülemez de organik madde miktarının fazla olduğuna işaret etmektedir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da *Trachelomonas* türlerinin genellikle besin tuzu yönünden zengin sığ göllerde (Yamagishi, 1987; Padisak ve ark., 2009), *Euglena* ve *Phacus* türlerinin genellikle sıcak ve organik maddece zengin küçük göletlerde gelişim gösterdiği rapor edilmiştir (Round, 1984; Padisak ve ark., 2009).

Miozoa divizyonu Kasım, Aralık ve Nisan aylarında her iki istasyonda da baskın fitoplankton grubu olmuştur. Bu gruptan *G. gymnodinium*, *A. aciculiferum*, *P. cunningtonii* ve *N. polonicum* bu grubun baskınlığında söz sahibi olan türlerdir. *G. gymnodinium*, *A. aciculiferum*, *P. cunningtonii* nitrat azotu, çözünmüş oksijen, silika, pH ile, *N. polonicum* Secchi Diski derinliği ile pozitif korelasyon göstermiştir. Miozoa divizyonuna ait alglerin avcılık baskısının az olduğu ve türün hayatta kalma başarısını yansıtan derin, ısı, büyük, küçük, oligotrofik, ötrofik gibi her tip ortamda yaşayabildiği rapor edilmiştir (Padisak ve ark., 2009).

Chlorophyta divizyonu sıcaklığın artmaya başladığı Mayıs ayından Eylül ayına kadar olan dönemde her iki istasyonda da baskın fitoplankton grubu olmuştur. Bu gruptan *T. minimum* grubun baskınlığında söz sahibi olan türdür. *T. minimum* sıcaklık, elektriksel iletkenlik, ordofosfat, toplam fosfor, nitrit azotu ile pozitif korelasyon göstermiştir. *Tetradron* türlerinin ısı, sürekli karışan ve besin tuzu içeriği yüksek sistemlerde bulunduğu belirtilmiştir (Padisak ve ark., 2009). Ayrıca Chlorophyta grubunun üyelerinin yüksek sıcaklık şartlarında iyi geliştiği bilindiğinden (Happay-Wood, 1988) dolayı, hem besin tuzu seviyesinin hem de sıcaklığın yüksek olduğu ortam şartları bu türün baskınlığında etkili olmuştur.

Fiziksel ve kimyasal parametreler açısından değerlendirdiğimizde gölün su kalitesi I. ve II. kalite su özellikleri göstermektedir. Bununla birlikte toplam alg biyokütlesinin ötrofik duruma işaret etmesi ve gölde Euglenozoa üyelerinin hem takson sayısının hem de biyokütleyle olan desteklerinin fazla olması ve bu durumun organik kirliliğe işaret etmesi göz önüne alındığında gölün su kalitesinin ötrofik olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Anonim 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- APHA (American Public Health Association), Standard methods for the examination of water and wastewater (19th Edition), Washington, D.C., (1995).
- Aykulu, G., Obalı, O. 1981. "Phytoplankton Biomass in Kurtboğazı Dam Lake" Commun. Faculty Science University Ankara, 24, 29–45.
- Aykulu, G., Obalı, O., Gönüloğlu, A. 1983. Ankara çevresindeki bazı göllerde fitoplanktonun yayılımı. Doğa Bilim Der., Temel Bilimler, 7: 277-288.
- Barlas, M., İkiel, C., Özdemir, N. 1995. Gökova Körfezi'ne Akan Tatlı Su Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Acıdan İncelenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 704-712.
- BM (Birleşmiş Milletler), 2003. Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri. (http://www.unwater.org/statistics_res.html). Erişim Tarihi: 05.04.2019
- Bourrelly, P. 1968. Les Algues D'eau Douce Tome II: Les Algues Jounes et Brunes Chrysophycees, Pheophycees, Xanthophycees et Diatomees, Ed. N. Boubée, Paris,
- Bourrelly, P. 1970. Les Algues D'eau Douce Tome III: Les Algues Bleues et Rouges, Eugleniens, Peridiniens, et Cryptomonadines, Ed. N. Boubée, Paris,
- Cirik, S., Cirik, Ş. 1995. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Czurda, V., Zygnematales, Heft:9, in Die Süswasser-Flora Von Deutschlands, Österreich und der Schweiz, Pascher, A, ed., Jena Verlag Von Gustav Fischer, (1932), p. 232.
- Çelik, 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.
- Çetin, K., Şen, B. 1998. Diatoms (Bacillariophyta) in the Phytoplankton of Keban Reservoir and their Seasonal Variations. Tr. J. of Botany, 22: 25-34.

- Desichary, T.V., Cyanophyta, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, (1959).
- Dirican, S. 2008. Kılıckaya Baraj Golu (Sivas-Türkiye)'nun Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, HR.Ü.Z.F.Dergisi, 12(4): 25-31.
- Domingues, R., Galvão, H. (2007). Phytoplankton and environmental variability in a dam regulated temperate estuary. *Hydrobiologia*, 586: 117-134.
- Edmondson, W.T., Ward and Whipple's fresh-water biology. John Wiley and Sons, New York, (1959).
- Elser J.J., Fagan W.F., Denno R.F. et al. (2000). Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature*, 408: 578–580.
- Ersanlı, E., Gönülol, A., “Study on the Phytoplankton and Seasonal Variation of Lake Simenit (Terme-Samsun, Turkey)”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3, (2003) 29-39.
- European Council (EC) (2000). Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of Water Policy. PE-CONS 3639/1/00.
- Fogg, G.E., Nalewajko, C., Watt, W.D. (1965). Extracellular products of phytoplankton photosynthesis. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 162(989): 517-534.
- Food and Agriculture Organisation (FAO) AQUASTAT. 2013. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>. Erişim Tarihi:
- Geitler, L., Cyanophyceae, in Pascher (Heft 12), *Die Süßwasser Flora Deutschland, Österreichs und der Schweiz*, Jena Verlag Gustav Fischer, (1925), p. 481
- Gönülol, A., Aykulu, G., "Çubuk-I Baraj Gölü algleri üzerine araştırmalar, I- Fitoplankton kompozisyonu ve yoğunluğunun mevsimsel değişimi", *Doğa Bilim Dergisi*, 8, 3, (1984), 330-342.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M. 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Erişim Tarihi: 21.04.2019.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Erişim Tarihi: 15.03.2019.
- Haphey-Wood, C.M., Ecology of freshwater planktonic green algae, Sandgren, C.D., Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton, Cambridge University Press, Cambridge, (1988) 175-227

- Heering, W., Chlorophyceae III. Ulothrichales, Microsporales, Oedogoniales. Heft 6, [in Die Süßwasser-Flora Von Deutschlands, Österreich und der Schweiz, Pascher, A(ed.)], Jena Verlag Von Gustav Fischer., (1914), p. 250.
- Horne, A.J., Goldman, C.R. 1994. Limnology. McGraw-Hill, Newyork.
- Huber – Pestalozzi, G. Das Phytoplankton des Süßwassers, 3 Teil. Cryoptophyceen,, Chloromonadien, Peridineen. In: A. Thienemann (Ed), Die Binnengewässer, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, (1950).
- Huber – Pestalozzi, G., Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie, 8. Teil, 1.Halffe Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae), E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart, (1982).
- Huber – Pestalozzi, G., Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie, 1. Teil, Blaualgen, E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart, (1962).
- Huber – Pestalozzi, G., Das phytoplankton des süßwassers, systematik und biologie, 7. Teil, 1.Halffe Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales, E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart, (1983).
- Huber – Pestalozzi, G., Das phytoplankton des süßwassers, systematik und biologie, 2. Teil, Diatomeen. E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart, (1975).
- Huber – Pestalozzi, G., Das phytoplankton des süßwassers, systematik und biologie, 4. Teil, Euglenophyceen, E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart, (1969).
- Huber-Pestalozzi, G., Das Phytoplankton des Süßwassers, (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 2. (i) Chrysophyceen, Farblose Flagellaten Heterokonten. E. Schweizerbart'sche Verlag-sbuchhandlung, Stuttgart, (1941).
- Huber-Pestalozzi, G., Das Phytoplankton des Süßwassers, (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 5. Chlorophyceae, Ordnung: Volvocales. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, (1961).
- Huber-Pestalozzi, G., Das phytoplankton des süßwassers. In Thienemann, A. Die Binnengewässer. Chlorophyceae – Tetrastorales, (1972), p. 116.
- Izaguirre, I., O'Farrell, I., Tell, G., "Variation in phytoplankton composition and limnological features in a water-water ecotone of Lower Parana Basin (Argentina)", Freshwater Biology, 46, (2001) 63-74.
- Jensen, N.G., The Pennate Diatoms (Hustedt's "Die Kieselalgen, 2. Teil"), Koeltz Scientific Books, Koenigstein, (1985).

- John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae, The Natural History Museum and The British Phycological Society, Cambridge University Press, Cambridge, (2003) p. 702.
- Jones-Lee, A., Lee, F.G. 2005. Eutrophication (Excessive Fertilization), Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water. Wiley, Hoboken, N.J, 107-114.
- Kelly, M., Identification of Common Benthic Diatoms in River, (2000).
- Kılınç, S., “A Study in the Seasonal Variation of Phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey)”, Tr. J. of Botany, 22, (1998) 35-41.
- Kıvrak, E. 2006. Seasonal and Long Term Changes of the Phytoplankton in the Lake Tortum in Relation to Environmental Factors, Erzurum, Turkey. Biologia, 61: 339-345.
- Komarek, J., Anagnostidis, K., Cyanoprokaryota, 2. Teil/Part 2: Oscillatoriales, Süßwasser Flora von Mitteleuropa (Freshwater Flora of Central Europe), (2008) p. 759.
- Kramer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, (1986) p. 876.
- Kramer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae. 2. Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/2, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, (1999) p. 596.
- Kramer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunoticeae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/3, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, (1991a) p. 577.
- Kramer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae. 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/4, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, (1991b) p. 437.
- Kramer, K., Lange-Bertalot, H., Diatoms of Europe. Volume 4: Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Koeltz Scientific Books, (2003) p. 530.
- Lind, E.M., Brook, A.J., Desmids of the English Lake District, Freshwater Biological Association Scientific Publication, No:42, (1980).
- Medlin, L. K. (2002). Why silica or better yet why not silica? Speculations as to why the diatoms utilise silica as their cell wall material. Diatom research, 17(2), 453-459.

- Moss, B., *Ecology of Freshwaters*, Third edition, Blackwell Science, Oxford, (2001).
- Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U. 2013. Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.
- National Intelligence Council. 2012. *Global Trends 2030: Alternative Worlds 2012*. ABD. ISBN 978-1-929667-21-5. www.dni.gov/nic/globaltrends. Erişim Tarihi: 05.05.2019.
- Nevers, M.B., Whitman, R.L. (2010). *Lake Monitoring Field Manual*. US Geological Survey.
- Padisák, J., Crossetti, L. O., & Naselli-Flores, L. (2009). Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621(1), 1-19.
- Philipose, M.T., *Chlorococcales*, I.C.A.R., New Delhi, (1967).
- Polat, M. 1997. Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler, Su Kalitesi Yonetimi Semineri, DSİ Genel Mud., Ankara, 45-57.
- Rawson, D.S., “Algal Indicators of Trophic Lake Types”, *Limnology and Oceanography*, 4, (1956) 386-398.
- Reynolds, C.S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Round, F.E., “The phytoplankton of there water supply rezervuar note Central Wales”, *Arch. F. Hydrobiol.*, (1956) 220-232.
- Round, F.E., *The ecology of the algae*, Cambridge Universty Press., Cambridge, (1984), p. 653.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G., *The Diatoms: Morphology and biology of the genera*, Cambridge University Press, (1990) p. 747.
- Schilling, A.J., *Dinoflagellatae (Peridineae)*. Heft 3, [in *Die Süswasser-Flora Von Deutschlands, Österreich und der Schweiz*, Pascher, A(ed.)]. Jena Verlag Von Gustav Fischer, (1913) p. 66.
- Sevindik, T.O., Tunca, H., Önem, B., Tamer, S.A. 2014. Temporal fluctuations of the phytoplankton community in an isolated floodplain lake (North Mollaköy Lake) of the Sakarya River (Northern Turkey). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 43 (4): 381-392.
- Sevindik, T.O., Küçük, F. 2016. Benthic Diatoms as Indicators of Water quality in the Acarlar Floodplain Forest (Northern Turkey). *Feb-fresenius Environmental Bulletin*, 25: 4013-4025.

- Soylu, E.N., Maraşlıoğlu, F., Gönülol, A. 2007. Phytoplankton Seasonality of a shallow turbid lake. *Algological Studies*, 123: 95-110.
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2nd Edition. Bull. Fish. Res. Bd Can.
- Sun, J., Liu, D., “Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton”, *J. Plankton Res.*, 25, (2003) 1331–1346.
- Swift, E. Cleaning diatom frustules with ultraviolet radiation and peroxide. *Phycologia*, 6(2), 161-163. 1967.
- Tanyolaç, J. 2009. Limnoloji, Tatlı Su Bilimi. Hatiboğlu Yayınları, Ankara.
- Technicon Industrial Methods, 1977 a. Nitrate and nitrite in water and wastewater. No. 158-71, W/A. U.K.
- Technicon Industrial Methods, 1977 b. Phosphate and silicate analysis in water and seawater. No. 253–280 E. Application note, U.K.
- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division). 2009. World Population Prospects: The 2008 Revision, Highlights, Working Paper No. ESA/P/WP.210. New York, UN.
- UNWWDR, 2003. Water for People, Water for Life - UN World Water Development Report, Berghahn Books, UK.
- Utermöhl, H., “Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton”, *Methodik. Mitteilungen Internationale Limnologie*, 9, (1958) 1–38.
- Ünal, Ş., “Beytepe ve Alap göletlerinde fitoplanktonun mevsimsel değişimi, Doğa Bilim Der., 8, 1, (1984), 121-137.
- Wehr, J.D., Sheath, R.G. (2003). Freshwater algae of North America: ecology and classification. Academic Press, California, U.S.A.
- Wetzel, R.G., Likens, G.E., Limnological Analysis, Springer-Verlag, Berlin, (1991).
- WHO (World Health Organization), 1996. Guidelines for drinking water quality. 2nd ed. Vol:2, Geneva.
- Wu, N., Schmalz, B., Fohrer, N. (2012). Development and testing of a phytoplankton index of biotic integrity (P-IBI) for a German lowland river. *Ecological Indicators*. 13: 158-167. 5.
- Yamagishi, T., “The Euglenophyceae from Brophet in the Central Plain of Thailand”, *Gen Educ Rev Coll Agr & Vet Med Nihon Univ*, 23, (1987) 39-51.

ÖZGEÇMİŞ

Kübra KÖSE, 27.05.1991’de İstanbul’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul’da tamamladı. 2009 yılında İbni Sina Lisesi’nden mezun oldu. 2010 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü’nü 2015 yılında bitirdi. 2016 yılında Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Özel bir Kolejde Biyoloji öğretmeni olarak görev yapmaktadır.