

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ABANT GÖLÜ'NDE EKOLOJİK DURUMUN TAHMİNİNDE
FİTOPLANKTON VE EPİFİTİK DİYATOME TOPLULUKLARININ
KULLANILMASI**

Tolga COŞKUN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2017**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Tolga COŞKUN tarafından hazırlanan “Abant Gölü’nde Ekolojik Durumun Tahmininde Fitoplankton ve Epifitik Diyatome Topluluklarının Kullanılması” adlı tez çalışması 26 / 07 / 2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ayşe Nilsun DEMİR

Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Mine Uzbilek KIRKAĞAÇ

Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Ayşe Nilsun DEMİR

Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Aydın AKBULUT

Hacettepe Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Seyhan AKISKA

Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Mete YILMAZ

Bursa Teknik Üniversitesi Biyoteknoloji Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim

26 / 07 / 2017



Tolga COŞKUN

ÖZET

Doktora Tezi

ABANT GÖLÜ'NDE EKOLOJİK DURUMUN TAHMİNİNDE FİTOPLANKTON VE EPİFİTİK DİYATOME TOPLULUKLARININ KULLANILMASI

Tolga COŞKUN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayşe Nilsun DEMİR

Bu tezde, Abant Gölü'nde fitoplankton ve epifitik diyatome topluluklarına göre ekolojik durumun tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Nisan 2015 – Aralık 2015 tarihleri arasında 5 litoral ve 1 pelajial olmak üzere 6 istasyondan mevsimsel olarak örnekler alınmıştır. Derinlik, Secchi derinliği, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, oksijen doymuşluğu, pH, iletkenlik yerinde ölçülmüştür. Amonyum, nitrat, nitrit, ortofosfat, toplam sertlik, toplam fosfor, silikat, klorür, askıda katı madde, klorofil *a* ve alkalinite analiz edilmiştir. Gölün ekolojik durumu, biyolojik, fiziksel ve kimyasal verilerin değerlendirilmesiyle tahmin edilmiştir.

Pelajial istasyonda toplam 65 fitoplankton türü teşhis edilmiş ve örneklerde *Asterionella formosa*, *Cyclotella meneghiniana*, *Pantocsekiella ocellata*, *Elakatothrix gelatinosa*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplanctica*, *Aphanocapsa planctonica* ve *Aphanothece clathrata* türlerine sıklıkla rastlanılmıştır. Litoral istasyonlar için ise 85 diyatome türü tespit edilirken, *Achnantheidium minutissimum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Ulnaria delicatissima*, *Tabellaria fenestrata* sıklıkla rastlanan türlerden olmuştur. Ayrıca, Kanonik Uyum Analizine göre amonyum, nitrat, ortofosfat, toplam fosfor değerlerinin türler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Abant Gölü'nün fiziksel ve kimyasal durumu Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğine göre I. sınıf olarak tespit edilmiştir. Ekolojik durumu ise fitoplanktona yönelik istasyonda Q ve PTI indekslerine göre iyi (II. sınıf) olarak tahmin edilmiştir. Diyatomeler açısından IDP indeksine göre ekolojik durum çok iyi (I. sınıf) ve iyi (II. sınıf) olarak belirlenmiştir.

Temmuz 2017, 190 sayfa

Anahtar Kelimeler: Epifitik Diyatome, Fitoplankton, Klorofil *a*, Su Çerçeve Direktifi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

USE OF PHYTOPLANKTON AND EPIPHYTIC DIATOM COMMUNITIES FOR THE ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATUS IN LAKE ABANT

Tolga COŞKUN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Ayşe Nilsun DEMİR

In this thesis, it was aimed to estimate ecological status by phytoplankton and epiphytic diatom communities in Lake Abant. For this purpose, samples were taken seasonally from six stations (1 pelagial and 5 littoral) between April and December 2015. Depth, Secchi depth, water temperature, dissolved oxygen, oxygen saturation, pH, conductivity were measured in situ. The concentrations of ammonia, nitrate, nitrite, orthophosphate, total phosphorus, hardness, silica, chloride, total dissolved matter, suspended solids, chlorophyll *a* and alkalinity were analyzed. Ecological status of the lake was estimated by evaluating the biological, physical and chemical data.

A total of 65 phytoplankton species were identified in the pelagial station, and *Asterionella formosa*, *Cyclotella meneghiniana*, *Pantocsekiella ocellata*, *Elakatothrix gelatinosa*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplantica*, *Aphanocapsa planctonica* ve *Aphanothece clathrata* species were frequently found in the samples. A total of 84 diatom species were identified in the littoral stations, *Achnantheidium minutissimum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Ulnaria delicatissima*, *Tabellaria fenestrata* were frequently determined. Moreover, ammonia, nitrate, orthophosphate and total phosphorus were found to be effective on the species according to Canonical Corresponding Analysis.

The physicochemical status of Lake Abant was identified as Class I according to Surface Water Quality Directive. Ecological status was estimated as good (Class II) according to phytoplankton by Q and PTI indexes. Considering diatoms, the ecological status was determined as very good (Class I) and good (Class II) by IDP index.

July 2017, 190 pages

Key Words: Epiphytic Diatom, Phytoplankton, Chlorophyll *a*, Water Framework Directive

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek önerileriyle yetiştirme ve gelişmeye katkıda bulunan Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe Nilsun DEMİR'e, Tez İzleme Komitesinde yer alan, öneri ve katkılarıyla bana her zaman destek olan Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Mine Uzbilek KIRKAĞAÇ'a ve Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Seyhan AKISKA'ya, su analizleri için laboratuvar çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Sayın Prof. Dr. Serap PULATSÜ'ye, diyatome örneklerinden daimi preparatların hazırlanmasında Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğünden değerli meslektaşım Dr. Müge ŞANAL'a, arazi çalışmalarımda yardımda bulunan başta kardeşim Çağatay COŞKUN olmak üzere, değerli arkadaşım Yüksek Mühendis Abdolsaleh QARANJİKİ ve lisans öğrencileri Ertan ALPTEKİN, Alper YERALP ve Çağlar Erdem ERTEN'e ve her zaman maddi, manevi desteğini gördüğüm değerli Aileme özellikle Annem Saadet COŞKUN'a teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Bu tez çalışması, “Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 16H0759001 Nolu (Abant Gölü'nde Ekolojik Kalite Tahmini: Diyatome Kompozisyonu ve Diyatome İndeksleri) proje ile desteklenmiştir.

Tolga COŞKUN

Ankara, Temmuz 2017

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1 Fitoplankton Kompozisyonuna Yönelik Bazı Araştırmalar.....	5
2.1.1 Ülkemizde yapılan fitoplankton ile ilgili yapılan bazı çalışmalar.....	8
2.2 Diyatomeler ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	15
2.2.1 Ülkemizde yapılmış bazı çalışmalar.....	17
2.3 Ekolojik Durumun Tespiti ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	26
2.3.1 Yurtdışında yapılmış çalışmalar.....	26
2.3.2 Ülkemizde yapılmış çalışmalar.....	32
2.4 Biyolojik İndeksler.....	41
2.4.1 Fitoplankton indeksleri.....	41
2.4.2 Diyatome indeksleri.....	46
2.5 Abant Gölü'nde Yapılmış Çalışmalar	49
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	54
3.1 Materyal.....	54
3.1.1 Araştırma yeri.....	54
3.1.2 Abant Gölü'nün coğrafyası ve iklimi.....	55
3.1.3 Abant Gölü'nün fauna ve florası.....	55
3.2 Yöntem.....	56
3.2.1 Araştırmada kullanılan araçlar.....	56
3.2.2 Saha çalışması.....	57
3.2.2.1 Fitoplankton istasyonu (I _F)	58
3.2.2.2 Diyatome-I istasyonu (D _I)	59
3.2.2.3 Diyatome-II istasyonu (D _{II})	60
3.2.2.4 Diyatome-III istasyonu (D _{III})	61
3.2.2.5 Diyatome IV. istasyonu (D _{IV})	62
3.2.2.6 Diyatome-V istasyonu (D _V)	63
3.2.3 Örneklerin alınması	64
3.2.4 Laboratuvar çalışması	66
3.2.4.1 Suyun fiziksel ve kimyasal analizleri.....	66
3.2.4.1.1 Secchi derinliği ve Öfotik derinlik	66

3.2.4.1.2 Su sıcaklığı.....	66
3.2.4.1.3 Çözünmüş oksijen ve oksijen doymuşluğu	66
3.2.4.1.4 pH.....	66
3.2.4.1.5 Elektriksel iletkenlik.....	66
3.2.4.1.6 Toplam çözünmüş madde.....	67
3.2.4.1.7 Alkalinite analizi.....	67
3.2.4.1.8 Askıda katı madde analizi (AKM)	67
3.2.4.1.9 Toplam sertlik analizi.....	67
3.2.4.1.10 Silikat analizi.....	67
3.2.4.1.11 Klorür analizi (Cl ⁻).....	68
3.2.4.1.12 Amonyum azotu (NH ₄ -N)	68
3.2.4.1.13 Nitrat analizi (NO ₃ -N)	68
3.2.4.1.14 Nitrit analizi (NO ₂)	68
3.2.4.1.15 Toplam fosfor analizi (TP)	68
3.2.4.1.16 Ortofosfat analizi.....	69
3.2.5 Fitoplankton.....	69
3.2.5.1 Fitoplankton sayımı.....	69
3.2.5.2 Fitoplankton biyokütlesinin hesaplanması.....	70
3.2.5.3 Klorofil <i>a</i> analizi.....	70
3.2.6 Diyatome.....	71
3.2.6.1 Örneklerinin hazırlanması ve sayımı.....	71
3.3 Ekolojik durumun belirlenmesi.....	72
3.3.1 Fitoplankton indeksleri.....	72
3.3.1.1 Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi (H')	72
3.3.1.2 Evenness (düzenlilik) indeksi (E)	73
3.3.1.3 Margalef tür zenginliği indeksi (D _{Mg})	73
3.3.1.4 Simpson çeşitlilik (S) ve Simpson dominansı (D _s) indeksi.....	74
3.3.1.5 McIntosh çeşitlilik indeksi (M _D)	74
3.3.1.6 McNaughton dominansı indeksi (I)	75
3.3.1.7 Menhinick indeksi (D _{Mn})	75
3.3.1.8 Odum indeksi (D _{Od})	76
3.3.1.9 Hulbert indeksi (PIE)	76
3.3.1.10 Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI)	77
3.3.1.11 Q indeksi.....	77
3.3.2 Diyatome indeksleri.....	77
3.3.2.1 Biyolojik Diyatome İndeksi (IBD)	78
3.3.2.2 Trofik diyatome indeksi (TDI) ve Kirliliğe Toleranslı Takson İndeksi (PT)	78
3.3.2.3 Pampean Diyatome İndeksi (IDP)	79
3.3.2.4 Watanabe indeksi (WAT)	79
3.4 İstatistiksel analizler	80

3.4.1 Verilerin standardizasyonu.....	80
3.4.2 Çok değişkenli analizler.....	80
4. BULGULAR.....	82
4.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Kalite Parametreleri	82
4.1.1 Derinlik ve Secchi derinliği.....	82
4.1.2 Su sıcaklığı.....	82
4.1.3 pH.....	82
4.1.4 Elektriksel iletkenlik.....	83
4.1.5 Çözünmüş oksijen ve oksijen doymuşluğu.....	83
4.1.6 Toplam çözünmüş madde.....	83
4.1.7 Askıda katı madde.....	84
4.1.8 Alkalinite.....	84
4.1.9 Klorofil <i>a</i>	84
4.1.10 Nitrit azotu.....	85
4.1.11 Nitrat azotu.....	85
4.1.12 Amonyum azotu.....	85
4.1.13 Toplam fosfor.....	85
4.1.14 Ortofosfat fosforu.....	86
4.1.15 Silikat.....	86
4.1.16 Toplam sertlik.....	86
4.1.17 Klorür	86
4.2 Fiziksel ve Kimyasal Bulguların Değerlendirilmesi	88
4.3 Fitoplanktona İlişkin Sonuçlar.....	96
4.3.1 Fitoplankton tür dağılımı.....	96
4.3.2 Fitoplankton biyokütlesi.....	101
4.3.3 Fitoplankton indeksleri	104
4.3.4 Fitoplankton indeksleri ile su kalite parametreleri arasındaki ilişkiler	107
4.3.5 Fitoplankton türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişki.....	110
4.4 Diyatomelere İlişkin Sonuçlar.....	113
4.4.1 Diyatome tür dağılımı	113
4.4.2 Diyatome indeksleri	120
4.4.3 Diyatome indeksleri ile su kalite parametreleri arasındaki ilişkiler.....	124
4.4.4 Diyatome türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişki.....	128
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	131
5.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Kalite Parametreleri.....	131
5.2 Fitoplankton Tür Dağılımı.....	132
5.2.1 Fitoplankton indeksleri.....	133
5.3 Diyatome Tür Dağılımı.....	137
5.3.1 Diyatome indeksleri.....	140

5.4 Ekolojik Durum.....	142
KAYNAKLAR.....	144
EKLER.....	163
EK 1 Abant Gölü’ne İlişkin Fotoğraflar.....	164
EK 2 Fitoplanktona İlişkin Fotoğraflar.....	168
EK 3 Epifitik Diyatomelelere İlişkin Fotoğraflar.....	175
ÖZGEÇMİŞ.....	187



SİMGELER DİZİNİ

Rpm	Bir Dakikadaki Devir
%	Yüzde oran
>	Büyüktür
<	Küçüktür
O ₂	Oksijen
CO ₂	Karbondioksit
HCl	Hidroklorik Asit
NaOH	Sodyum hidroksit
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
HCl	Hidroklorik Asit
C ₂ H ₅ OH	Etanol
NH ₄ -N	Amonyum azotu
NO ₃ -N	Nitrat azotu
pH	H iyonu derişiminin (-) logaritması
PO ₄ -P	Ortofosfat fosforu
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
CH ₄	Metan
Nm	Nanometre
µm	mikrometre
°C	Santigrat
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
cm ²	Santimetrekare
m ³	Metreküp
ha	Hektar
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
L	Litre

mg/l	Litrede 1 miligram
ml	Mililitre
m ³ /sn	Saniyede 1 metreküp
mm ³ /l	Litrede 1 metreküp
µS/cm	Santimetrede 1 mikrosimens
µg/m ³	Metreküpte 1 mikrogram

Kısaltmalar

DCA	Detrended Correspondence Analysis
CCA	Canonical Correspondence Analysis
DARLEQ2	Diatoms for Assessing River and Lake Ecological Quality
EC	Elektrik İletkenliği
SLA	Sládeček İndeksi
EPI-D	Diyatomeler için Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi
LOBO	Lobo İndeksi
Rott TI	Rott Trofik İndeksi
Rott SI	Rott Saprobik İndeksi
IDP	Pampean Diyatome İndeksi
DESCY	Descy İndeksi
IDSE	Leclercq ve Maquet İndeksi
TDIL	Göller için Trofik Diyatome İndeksi
SHE	Steinberg ve Schiefele İndeksi
DI-CH	İsveç Diyatome İndeksi
IPS	Spesifik Kirlilik İndeksi
IDG	Cins Düzeyinde Diyatome İndeksi
IDAP	Artois-Picardie Diyatome İndeksi
IBD	Biyolojik Diyatome İndeksi
CEE	Avrupa İndeksi
WAT	Organik Kirlilik için Diyatome Topluluk İndeksi
TDI	Trofik Diyatome İndeksi
%PT	Kirliliğe Toleranslı Takson İndeksi

E	Evenness İndeksi
PTI	Fitoplankton Trofik İndeksi
PIE	Hulbert İndeksi
D_{Mg}	Margalef İndeksi
M_D	McIntosh İndeksi
I	McNaughton İndeksi
D_{Mn}	Menhinick İndeksi
D_{Od}	Odum's İndeksi
S	Simpson (Çeşitlilik) İndeksi
D_s	Simpson (Dominansi) İndeksi
H'	Shannon-Weiner İndeksi
Q	Q İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	Abant Gölü ve örnekleme istasyonları.....	54
Şekil 3.2	Abant Gölü fitoplankton istasyonu (I _F).....	58
Şekil 3.3	Abant Gölü Diyatome-I istasyonu (D _I).....	59
Şekil 3.4	Abant Gölü Diyatome-II istasyonu (D _{II}).....	60
Şekil 3.5	Abant Gölü Diyatome-III istasyonu (D _{III}).....	61
Şekil 3.6	Abant Gölü Diyatome-IV istasyonu (D _{IV}).....	62
Şekil 3.7	Abant Gölü Diyatome-V istasyonu (D _V).....	63
Şekil 3.8	Plankton kepçesiyle yatay çekim ve fitoplankton numunelerinin alınması	64
Şekil 3.9	Diyatome örneklerinin alınması.....	65
Şekil 3.10	Diyatomelerin sabit preparatlarının hazırlanması.....	71
Şekil 4.1	Araştırma süresince Abant Gölü'nde fitoplankton biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l) ve divizyo bazında dağılımı.....	102
Şekil 4.2	Abant Gölü'nde örnekleme dönemlerine göre Q indeksinin fitoplankton biyokütlesiyle olan ilişkisi.....	105
Şekil 4.3	Çevresel değişkenler ve fitoplankton türlerinin dağılımına ilişkin Kanonik Uyum Analizi (CCA).....	112
Şekil 4.4	Çevresel değişkenler ile epifitik diyatome türleri arasındaki Kanonik Uyum Analizi.....	130

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Shannon-Weiner (H') indeksinin sınır değerlerine göre ekolojik kalite sınıfları (Simboursa ve Zenetos 2002, Jorgensen vd. 2004, Jorgensen vd. 2005, Sezen 2008).....	42
Çizelge 2.2	Margalef, Menhinick, Odum ve Evenness indekslerinin ekolojik kalite sınıfları (Karydis ve Tsirtsis 1996, Kitsiou ve Karydis 2000). ..	43
Çizelge 2.3	Fitoplankton indekslerinin (E , PTI , PIE , D_{Mg} , D_{Mn} , D_{Od} , S , D_s , H' ve Q) sınır değerleri.....	45
Çizelge 2.4	%PT sonucuna göre organik kirlilik durumunun sınıflandırılması (Kelly 1998).....	47
Çizelge 2.5	OMNIDIA programında hesaplanan indekslerin (SLA , $EPI-D$, $LOBO$, TID , SID , IDP , $DESCY$, $IDSE$, $TDIL$, SHE , $DI-CH$, IPS , IDG , $IDAP$, IBD , CEE , WAT , TDI ve % PT) sınır değerleri.....	48
Çizelge 2.6	Abant Gölü'nde yapılan araştırmalara göre bazı morfometrik parametreler ve su kalitesi.....	53
Çizelge 3.1	Araştırmanın yürütüldüğü Abant Gölü örnekleme noktalarının koordinatları.....	57
Çizelge 4.1	Araştırma süresince Abant Gölü'nde istasyonlara göre minimum, maksimum ve ortalama su kalite parametreleri.....	87
Çizelge 4.2	Araştırma süresince Abant Gölü D_I istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	89
Çizelge 4.3	Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_{II} istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	90
Çizelge 4.4	Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_{III} istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	91
Çizelge 4.5	Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_{IV} istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	92
Çizelge 4.6	Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_V istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	93
Çizelge 4.7	Araştırma süresince Abant Gölü pelajial istasyonu (I_F) analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi.....	94
Çizelge 4.8	Araştırma süresince Abant Gölü pelajial istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Trofik Durum Kriterlerine göre değerlendirilmesi.....	95
Çizelge 4.9	Araştırma süresince Abant Gölü'nde teşhis edilen fitoplankton türlerine ait tür listesi.....	97
Çizelge 4.10	Araştırma süresince Abant Gölü'nde tespit edilen fitoplankton türlerine ait tür kompozisyonun yüzde dağılımı (%).....	100

Çizelge 4.11	Araştırma süresince Abant Gölü'nde tespit edilen fitoplankton türlerinin divizyo bazında yüzde dağılımı (%).....	101
Çizelge 4.12	Araştırma süresince Abant Gölü'nde fitoplankton biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l), Cyanobacteria biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l) ve toplam bolluk (adet/ml).....	103
Çizelge 4.13	Araştırma süresince Abant Gölü'nde fitoplankton indekslerinin örnekleme dönemlerine göre değişimi.....	106
Çizelge 4.14	Abant Gölü'nde fitoplankton indeksleri ile su kalite parametreleri arasında Pearson korelasyon analizi (n=16).....	109
Çizelge 4.15	Fitoplankton için uygulanan DCA analizi sonucunda eksenlere ait eğim uzunlukları.....	110
Çizelge 4.16	CCA analizinde kullan fitoplankton türleri.....	110
Çizelge 4.17	Abant Gölü fitoplanktona ilişkin CCA analizi sonucu.....	111
Çizelge 4.18	Abant Gölü'nde teşhis edilen epifitik diyatome tür listesi.....	114
Çizelge 4.19	Araştırma süresince Abant Gölü D _I . istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%).....	115
Çizelge 4.20	Araştırma süresince Abant Gölü D _{II} . istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%).....	116
Çizelge 4.21	Araştırma süresince Abant Gölü D _{III} . istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%).....	117
Çizelge 4.22	Araştırma süresince Abant Gölü D _{IV} . istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%).....	118
Çizelge 4.23	Araştırma süresince Abant Gölü D _V . istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%).....	119
Çizelge 4.24	Abant Gölü'nde örnekleme dönemleri ve istasyonlara göre diyatome indeksleri.....	121
Çizelge 4.25	Abant Gölü'nde LTDI diyatome indeksine göre ekolojik durumun dönemlere ve istasyonlara göre değişimi.....	122
Çizelge 4.26	Abant Gölü'nde teşhis edilen diyatome türlerinin, diyatome indekslerinde ortalama kullanım oranları (%).....	123
Çizelge 4.27	Abant Gölü'nde diyatome indeksleri ile su kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyon analizi (n=20).....	127
Çizelge 4.28	Epifitik diyatome için uygulanan DCA analizi sonucunda eksenlere ait eğim uzunlukları.....	128
Çizelge 4.29	Kanonik Uyum Analizinde (CCA) kullanılan diyatome türleri.....	128
Çizelge 4.30	Abant Gölü'nde epifitik diyatomelere ilişkin CCA analizi.....	129

1. GİRİŞ

Su yeryüzünde yaşam için vazgeçilmez bir kaynaktır. Dünyanın yaklaşık olarak % 71'i sularla kaplıdır ve bunun çok düşük bir miktarı karasal ortamda bulunan tatlısu (göl, gölet, akarsu, yeraltı suları vb.) kaynaklarıdır. Karasal ortamdaki suyun ise yaklaşık olarak % 10'u (toplam tatlısu kütleinin % 2,6'sı) kullanılabilir tatlısu potansiyelini sağlamakta ve bu miktar toplam 214 ülke arasında paylaşılmaktadır (Koçak 2011, Gün 2011).

Dünya nüfusunun hızla artması, küresel ısınma, sanayileşmeyle su kaynaklarında meydana gelen azalma ve/veya bozulmanın sonucunda temiz su talebinin artması, kaynaklardan eşit oranda yararlanma ve sürdürülebilir su kaynaklarının korunmasında sıkıntı yaratmaktadır (Kocataş 1996, Tokatlı 2008). Bu nedenlerden dolayı su kaynaklarının uzun vadede optimum düzeyde kullanılması, ekolojik durumlarının ortaya çıkarılarak korunması ve/veya kullanılabilir statüye yükseltilmesi gerekmektedir (UN 2003, Gün 2011).

Suyun kalitesiyle ilgili izlemeler ilk olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre yapılırken, son zamanlarda biyolojik indikatör olarak sucul organizmalar da kullanılmaya başlanılmıştır (Lowe ve Pan 1996, Soininen 2002, Uygun 2010). Bu canlılar sudaki değişimler karşısında, fizikokimyasal analizlerden daha güvenilir ve uzun vadeli izlemelerde kesin sonuçlara varılabilmektedir. Ayrıca, sudaki kimyasal içeriğin gün içerisinde ve/veya birkaç saatte dikkati çekecek şekilde değiştiği akarsu ve nehirler gibi hareketli su sistemlerinde; su kalitesinin gözlenmesinde indikatör canlıların daha güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Whitton vd. 1991, Prygiel ve Coste 1993, Whitton ve Rott 1996, Uygun 2010).

Avrupa Birliği'nde su kirliliğini azaltmak ve suyun sürdürülebilir kullanımını sağlamak için 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı "Su Çerçeve Direktifi (SÇD)" yürürlüğe girmiştir (www.ec.europa.eu 2000, Zünbülçil 2015). Türkiye'de gerek AB'ye uyum süreci içerisinde olmasından gerekse ülkedeki su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı amacıyla direktiflere yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. SÇD'ne göre, göllerdeki

ekolojik kalite indikatörü olarak, sucul organizmaların (fitoplankton, fitobentos, makrofitler, makroomurgasızlar ve balık türleri) kullanılması gerekmektedir (www.ec.europa.eu 2000). Bu amaç doğrultusunda ülkemizde 25 Nehir Havzası belirlenmiştir ve bu havzaların izlenmesi amacıyla araştırmalar yapılmaktadır.

Göller genellikle su hareketinin yavaş (veya hiç olmadığı), dış etkenlerle kirlenmeye karşı hassas ve biyolojik çeşitlik bakımından verimli doğal su kütleleridir. Bu nedenle alıcı ortamın fiziko-kimyasal parametrelerindeki değişimler ötrofikasyon artışına, su bitkilerinde azalmaya (ve/veya artışa) ve ortamdaki CO₂, CH₄ salınımının (yaz döneminde) yükselmesine ve bunun sonucu olarak canlılarının ölümüne neden olabilir (Jeppesen vd. 2009).

Algler, su içerisinde asılı halde (fitoplankton), taş (epilitik), bitki (epifitik) ve diğer alglerin üzerinde yapışık veya sediment içerisinde (epipelik) bulunabildikleri gibi bazı alg türleri, buzla kaplı alanlarda ve toprakta bulunabilmektedir (Mann vd. 1990, Bellinger ve Sigeo 2010). Son yıllarda dünya genelinde su kirliliğindeki artış ve kirlilik tiplerinin alg topluluklarıyla birlikte incelemesi, fitoplanktona olan ilgiyi daha da artırmıştır. Ortamdaki kirlilik düzeyleri fitoplankton yoğunluğunu etkileyerek azalmalarına veya bazı türlerin artışına neden olabilmektedir. Bu nedenle fitoplanktonik organizmaların çeşitliliği ve yoğunluğu, kirlilik düzeyleri hakkında fikir vermektedir (Wetzel 1983, Soylu 2006). Su kalitesindeki değişmelerin gözlenmesinde ve ekolojik kalitenin belirlenmesinde fitoplankton, en hızlı yanıt veren ekolojik kalite unsurlarından biri olarak önemli bir yer almıştır. Kirlilik boyutu ve kirleticilerin belirlenmesinde, fitoplankton tür çeşitliliği ve yoğunluğu en iyi indikatördür (Goldman ve Horne 1983, Wetzel 2001, Taş ve Gönüloğlu 2007, Ercan 2010).

Sucul ekosistemin primer üreticisi olan fitoplankton aktif hareket edemeyen, ancak su hareketleri ile pasif olarak yer değiştirebilen, çoğu mikroskobik organizma topluluğu olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca su ortamındaki canlı topluluklarının doğrudan veya dolaylı olarak besin ve oksijen kaynağını sağlayan önemli canlılardır (Cirik ve Gökçınar 1999, Ercan 2010). Atmosferdeki oksijenin % 70'inden fazlası fitoplanktonun yapmış olduğu fotosentez sonucu elde edilmektedir (Taş ve Gönüloğlu 2007). Belirli

ekosistemlerde veya benzer özellik gösteren su ortamlarında benzer fitoplankton toplulukları bulunabilir. Bu da fitoplanktonun, göllerdeki inorganik madde miktarına ve/veya kirlilik durumuna göre oligotrofik, mezotrofik ve ötrofik karakteristiklerin belirlenmesinde kullanılabilirliğini göstermektedir (Mason 1991). Fitoplankton yoğunluğundaki artış sucul ekosistem üzerinde toksik etkiye ve dolayısıyla su parametrelerinde değişmelerine neden olarak ortamdaki diğer canlı türleri üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Çevresel (iklim değişikliği, besin girişleri ve insan etkisi gibi) etkilerden dolayı, bu canlıların verdikleri tepkileri anlama ve tahmin etme ihtiyacı giderek artmaktadır (Kruk vd. 2011).

Türkiye’de su kütlelerinde fitoplanktona yönelik çalışmalar olmakla birlikte fitoplanktona dayalı sayısal değerlendirmeler ve indekslerin kullanımına ilgi son yıllarda artmıştır. Bu bağlamda göllerin ekolojik kalite sınıfı tahminlerinde Q indeksinin kullanılabilirliği Mogan Gölü’nde Demir vd. (2008) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada gölün fitoplankton topluluğunun yapısı ve bu bağlı olarak ekolojik kalite sınıfı tahminleri, besin durumu tahminleriyle karşılaştırılmış ve Mogan Gölü’nde ekolojik kalite sınıfının belirlenmesinde Q indeksinin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Diyatomeler silisli algler grubunda yer alan, uzunlukları 20-200 µm arasında değişen ve silikath hücre duvarlarından dolayı ortamdaki yüksek silikat derişimine ihtiyacı olan mikroskobik canlılardır. Özellikle besince zengin ve karışımın meydana geldiği su sütunlarında bulunur. Bununla birlikte dünyanın toplam primer prodüktivitesinin yaklaşık % 25’ini oluşturdıkları bilinmektedir (Mann vd. 1990; Lalli ve Parsons 1993).

Yaşam alanlarına göre tatlı su, hafif tuzlu su, deniz, okyanus (tropikal, ılıman veya kutup bölgeleri gibi) veya çok tuzlu su türleri olarak sınıflandırılabilir. Su içerisinde yaşayan fauna ve flora suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinden etkilenebildiği gibi, tolerans aralığına göre farklı alanlarda bulunabilir (Bellinger ve Sige 2010). Özellikle iç su kaynaklarından olan göllerin, baraj göllerinin ve onları besleyen akarsuların su kalitesinin belirlenmesi, primer prodüktiviteyi oluşturan alglerin tespit edilmesi ve bu durumun sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir (Soylu 2006).

Akarsularda su ve/veya ekolojik kalitenin tespit edilmesinde diyatomelerin kullanılmasına yönelik birçok araştırma bulunurken, göllerde yapılmış araştırmaların sayısı yeterli değildir (Poulickova vd. 2004, Acs vd. 2005, Kovacs vd. 2007).

İngiltere'deki nehir sistemleri için geliştirilmiş olan, Trofik Diyatome İndeksinde (TDI) diyatome topluluğu için ortamdaki fosfor yoğunluğuyla ilişkili olarak türlerin ağırlaştırılmış ortalama bollukları hesaplanır. Daha düşük sayısal değerler nehirlerde besin tuzlarının azlığını (oligotrof) yansıtır. Daha yüksek sayısal değerler ise organik veya inorganik besin tuzlarının yüksekliğini, ötrofikasyonu işaret etmektedir. Ayrıca kirliliğe toleranslı taksonlar sayılır ve bunların topluluk içindeki bulunma yüzdesi bir nehirde organik kirliliğin düzeyini karakterize eder (Kelly ve Whitton 1995, Kelly 1998, Uygun 2010).

Bu nedenlerden dolayı göllerde su ve/veya ekolojik kalitenin belirlenmesinde fitoplankton ve diyatomelerin kullanımına yönelik araştırmalar büyük önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasında, Abant Gölü'nde fitoplankton ve diyatome topluluğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, fitoplankton ve diyatome indeksleri ile gölün ekolojik durumunun tahmini hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Fitoplankton Kompozisyonuna Yönelik Bazı Araştırmalar

Lv vd. (2011) tarafından, Çin’de bulunan on beş sığ gölette fitoplankton topluluklarının bileşimi ve biyokütlesi yanı sıra, fizikokimyasal parametrelerin (sıcaklık, KOİ, BOİ, su derinliği, besin konsantrasyonları) fitoplankton toplulukları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda göletlerin çoğunun, 490 mg/m^3 ve 5380 mg/m^3 arasında değişen toplam fosfor (TP) ve toplam azot (TN) derişimlerine bağılı olarak hipertrofik olduğunu belirlemişlerdir. Göletler fitoplankton yönünden incelendiğinde, yaz aylarında *Microcystis aeruginosa* ve *Euglena caudata*, kış aylarında ise *Cryptomonas ovata* ve *Cyclotella meneghiniana* türlerinin yoğun olduğunu saptamışlar ve biyokütlenin yaz aylarında 456.87 mg/L seviyesine ulaşırken, yıllık 189.24 mg/L olduğunu belirlemişlerdir. Fitoplankton gelişimi için yıllık olarak sıcaklık ve TP derişimlerinin başlıca sınırlayıcı faktörler olduğunu bildirmişlerdir.

Paso de las Piedras Rezervuarı’nda limnolojik özellikleri ve trofik durumu üzerine Fernandez vd. (2009)’in yaptıkları çalışmada, toplam 183 fitoplankton taksonu teşhis edilmiştir. Araştırmada, en yüksek fitoplankton bolluğunu Şubat 2005 (368.037×10^3 hücre/mL)’de ve en düşük Ekim 2004 (1.133×10^3 hücre/mL)’de tespit etmişler ve mavi-yeşil alglerin (özellikle *Anabaena circinalis* ve *Microcystis natans*) Aralık 2004 ve Mayıs 2005 arasında baskın olduklarını bildirmişlerdir. Ortalama klorofil *a* konsantrasyonunu 28.7 mg/m^3 olarak belirlemişler, biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişiminin çevresel ve hidrolojik şartlardan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca, gölde maksimum algal biyomas için azot veya fosforun sınırlayıcı bir faktör olmadığını, komünitesinde farklılıkların ve fitoplankton yoğunluğundaki aşırı artışın besin rekabetinden kaynaklanmadığını belirlemişlerdir. Fernandez vd. (2009), Arjantin’deki bir rezervuarda N:P oranı, hava sıcaklığı, reaktif fosfor ve nitrat parametrelerine göre kanonik uyum analizi uygulamışlardır. Araştırma sonucunda Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae ve Zygnemaphyceae gruplarının ordinasyon diyagramının merkez noktasına yakın olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca, bu fitoplankton gruplarının tüm örneklerde bulunduğunu ve

ölçülen çevresel parametrelerle bağlantılı olmadıklarını, Xanthophyceae grubunun ise sıcaklıkla istasyon ve örnekleme dönemlerine göre, Euglenophyceae grubunun ise yüksek nitrat ve düşük reaktif fosfor derişimine sahip noktalarda ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Hassan vd. (2008), Shatt Al-Hilla Nehri'nin fitoplankton topluluğunu araştırmışlardır. Çalışmada Bacillariophyceae (97), Chlorophyceae (37), Cyanophyceae (13), Chrysophyceae (5) ve Euglenophyceae (2)'ya ait toplam 154 fitoplankton türü teşhis etmişlerdir. *Cyclotella ocellata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseria distans* ve *Gomphonema abbreviatum* türlerinin çalışma süresince sürekli bulunduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca fitoplankton yoğunluğunun $109-5459.5 \times 10^3$ hücre/L arasında değiştiğini, maksimum fitoplankton yoğunluğunun ilkbahar sonunda meydana geldiğini, yaz mevsiminde azaldığını ve sonbaharda tekrar artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mengkuang Rezervuarı'nın fitoplankton komünitesi ve fiziko-kimyasal parametrelere göre su kalitesi araştırılmıştır (Makhlough 2008). Rezervuarda fiziko-kimyasal parametrelere ilişkin çözünmüş oksijen, KOİ, pH, EC, Secchi derinliği, klorofil *a*, PO₄⁻ P, NH₄⁻ N ve NO₃⁻ N derişimleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Chlorophyta'nın baskın bölüm olduğu ve en baskın türlerin sırasıyla *Staurostrum apiculatum*, *Staurostrum paradoxum*, *Glenodinium lenticula* ve *Lyngbya* sp. olduğu saptanmıştır.

Yunanistan'ın kuzeyinde bulunan Kastoria Gölü'nde fitoplankton türlerinin kompozisyonu ve mevsimsel değişimi Kasım 1998 – Ekim 1999 tarihleri arasında seçilen altı örnekleme noktasında incelenmiştir (Moustaka-Guni vd. 2007). Kastoria Gölü'nde toplam 19 fonksiyonel grup ve 67 tür teşhis edilmiştir. Ayrıca 67 tür içerisinde tüm Cyanobacteria türlerinin (*Limnothrix redekei*, *Microcystis aeruginosa*, *Cylindrospermopsis raciborskii* ve *Aphanizomenon gracile*) dominant özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Chen vd. (2003), Çin'de büyük ve sığ bir gölü olan Taihu Gölü'nde Ekim 1991 ile Aralık 1999 tarihleri arasında fitoplankton topluluklarını araştırmışlardır. Çalışma noktalarından biri olan Meiliang istasyonunda fitoplankton biyokütlesinin yaz

dönemlerinde en yüksek olduğunu ve kış dönemleriyle arasında belirgin bir farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada, Cyanobacteria (16), diyatome (16), yeşil alg (28) ve Flagellata (14) olmak üzere toplam 74 alg taksonu teşhis etmişlerdir. *Microcystis* spp. ve *Anabaena flos-aquae* türlerinin yanında diyatome için *Aulacoseira granulata*, Flagellata için *Cryptomonas* spp. ve çoğunlukla *Scenedesmus* ve *Pediastrum* cinslerine ait türlerin dominant özellik gösterdiğini saptamışlardır. Buna ek olarak, çevresel değişkenlerden rüzgâr hızı ve yönünün özellikle *Microcystis* spp.'de etkili olduğu tespit edilirken, su sıcaklığı, iklim koşulları, besinsel tuzlar, zooplankton ve balık türlerinin *Microcystis* spp.'in dominant özellik göstermesinde önemli faktörler olduğunu belirtilmiştir.

Japonya'da Kasumigaura Gölü ve bir tatlısu göletinde Alam vd. (2001) tarafından dönemsel olarak yürütülen bir araştırmada, fitoplankton yoğunluğuna çevresel faktörlerin etkisi incelenmiştir. Çalışmada, gölette predominant olarak tespit edilen *Oscillatoria tenuis*, *Synedra ulna*, *Chlamydomonas cingulata* ve *Cyclotella kützingiana* ile dominant olarak *Melosira italica*, *Synechococcus* sp. ve *Cryptomonas ovata* türlerinin olduğu bildirilmiştir. Sıcaklığın, fitoplankton topluluklarının hücre boyutları ve filament uzunlukları için sınırlayıcı faktör olduğu belirlenirken, besin alımının sınırlayıcı faktör olmadığı saptanmıştır. Ayrıca pH ve sıcaklığın, *Chlamydomonas*, *Cyclotella*, *Melosira* ve *Synedra* türlerinin çoğalmasında olumlu yönde etkili olduğu bildirilmiştir.

Irak'ta Fırat Nehri'nin üst bölgesinde fitoplanktonun mevsimsel değişimi üzerine Al-Saadi vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, 5 istasyonda toplam 135 takson teşhis edilmiş, 43 taksonun tüm istasyonlarda ortak bulunduğu bildirilmiştir. Teşhis edilen türler arasında diyatomelerin % 65.2, yeşil alglerin % 12.5 ve mavi-yeşil alglerin % 8. oranında bulunduğunu belirtmişlerdir. Toplam hücre sayısının 0.25×10^6 - 458.2×10^6 hücre/L arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Warnow Nehri'nde fitoplankton kompozisyonu ve dağılımı Ağustos, Ekim 1996, Nisan 1997 tarihlerinde Bahnwart vd. (1999) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, yaz aylarında sentrik diyatomelerin ve Cyanobacteria türlerinin baskın, sonbahar aylarında

ise küçük sentrik diyatomelerin yoğun olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma süresinde örnekleme noktalarından tespit edilen türler içerisinde *Stephanodiscus hantzschii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Planktothrix agardhii* ve *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* türlerinin sıklıkla bulunduğunu bildirmişlerdir.

Tallberg vd. (1999) tarafından Hiidenvesi Gölü'nde yürütülen araştırmada fitoplankton-zooplankton türlerinin mevsimsel değişimi ve su kalitesi incelenmiştir. Çalışmada, fitoplanktonda Cyanophyta biyokütlesinin yaz aylarında baskın olduğu, zooplanktonda ise Copepod biyokütlesinin Cladocera biyokütlesinden daha fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca, besin düzeyi bakımından hipertrofik özellik gösteren Hiidenvesi Gölü'nün restorasyon çalışmaları sonucunda mezotrofiğe doğru değiştiği bildirilmiştir.

Branco ve Senna (1996), Brezilya'daki Paranoa Rezervuarı'nda fitoplankton topluluklarının kalitatif ve kantitatif değişimlerini yedi istasyonda Mart 1988 – Mart 1989 tarihleri arasında araştırmışlardır. Çalışmada Chlorophyta (54), Cyanophyta (10), Euglenophyta (8) ve Pyrrophyta (4)'ya ait toplam 76 takson teşhis etmişlerdir. Cyanophyta'ya ait *Cylindrospermopsis raciborskii* türünün yağmurlu dönemde ve/veya düşük besin girişinin olduğunu noktalarda dominant özellik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Dicle Nehri'nin fitoplankton yoğunluğu Antoine (1983) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada sonucunda, nehirde Chlorophyta (45) ve Bacillariophyta (36) divizyonlarına ait cinslerin dominant karakter gösterdiği belirlenirken, Cyanophyta (15), Chrysophyta (3), Euglenophyta (3) ve Dinophyta (1) divizyonlarından toplam 103 takson teşhis edilmiştir. Ayrıca tür çeşitliğinin ilkbahar ve yaz aylarında yüksek olduğu belirlenmiştir.

2.1.1 Ülkemizde yapılan fitoplankton ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Dicle Nehri'nin alg kompozisyonundaki değişimler Varol ve Şen (2014) tarafından Şubat 2008–Ocak 2009 tarihleri arasında 7 istasyonda aylık olarak incelenmiştir. Çalışmada, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta,

Pyrrophyta, Cryptophyta, Xantophyta ve Rhodophyta divizyolarına mensup 390 takson teşhis edilmiş ve tür çeşitliliği bakımından fitoplanktonun en zengin gruplarını, toplam takson sayısının % 39.23'ünü kapsayan Bacillariophyta, % 32.05'ini kapsayan Chlorophyta ve % 18.46'sını kapsayan Cyanophyta divizyolarının oluşturduğu bildirilmiştir. Bacillariophyta divizyosundan *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis pediculus*, *Cymbella affinis*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *G. olivaceum*, *G. parvulum*, *G. vibrio* var. *intricatum*, *Navicula capitatoradiata*, *N. cryptonella*, *N. trivialis*, *Nitzschia fonticola*, *N. palea*, *Reimeria sinuata*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Ulnaria ulna*; Chlorophyta divizyosundan *Cladophora glomerata*, *Eudorina elegans*, *Mougeotia* sp., *Oedogonium* sp., *Pediastrum boryanum*, *Spirogyra* sp., *Stigeoclonium lubricum*, *Ulothrix tenerrima* ve *U. tenuissima*; Cyanophyta divizyosundan *Oscillatoria subbrevis*, *Phormidium formosum*, *P. limosum*, *Planktolyngbya limnetica*, *Planktothrix agardhii* ve *Pseudanabaena limnetica*; Pyrrophyta divizyosundan *Ceratium hirundinella* ve *Peridinium cinctum*; Euglenophyta divizyosundan *Euglena oxyuris*, *Euglena* sp. ve Rhodophyta divizyosundan *Audouinella hermannii* dominant türler olarak tespit edilmiştir.

Kızılırmak Deltası içinde bulunan Liman Gölü'nün fitoplankton kompozisyonu ve fonksiyonel sınıflandırılması Soylu ve Gönüloğlu (2010) tarafından Ocak 2002 ve Aralık 2003 tarihleri arasında araştırılmıştır. Çalışmada, toplam 109 takson (Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Xantophyta, Chrysophyta ve Cryptophyta divizyolarına ait) teşhis edilmiştir. Ayrıca, 2002 yılında süksasyonun R-Stratejistleri filamentli mavi yeşil algler (yüksek yüzey alanı/hacim oranına sahip; *Pseudanabaena limnetica* Lemmermann gibi) ile başladığını belirtmişlerdir. Bu grubu C-Stratejistlerinin (hızlı besin absorpsiyonu asimilasyon ve replikasyon oranları ile karakterize edilen küçük yeşil algler) takip ettiğini ve sonra yine R-Stratejistlerinin, bunu takiben son olarak C-Stratejistlerinin hâkim olduğunu bildirmişlerdir.

Buldan Baraj Gölü'nün plankton kompozisyonu Eylül 1995-Ağustos 1996 tarihleri arasında Ustaoglu vd. (2010) tarafından araştırılmıştır. Seçilen 3 istasyondan 60 µm göz açıklığına sahip plankton kepçesi kullanılarak horizontal ve vertikal örnekler alınmıştır.

Çalışmada ayrıca, fiziko-kimyasal özelliklerden sıcaklık, ışık geçirgenliği, pH, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu ve elektriksel iletkenlik yerinde ölçülmüştür. Fitoplanktonda 76 takson (Cyanobacteria (18), Heterokontophyta (1), Ochrophyta (26), Dinoflagellata (3), Euglenozoa (7), Chlorophyta (17) ve Charophyta (4)) belirlenirken, zooplanktonda ise 30 takson (Rotifera (23), Cladocera (5), Copepoda (1) ve Argulidea (1) takson) olmak üzere toplam 106 takson tespit edilmiştir. Fitoplanktonda Chlorophyta ve Ochrophyta, zooplanktonda ise Rotifera gruplarının dominant özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Çanılı Baraj Gölü'nde (Ankara) aylık örnekleme şeklinde yapılan çalışmada; değişik habitatlardan (epipelik, epifitik, epilimnetik ve plankton) algler incelenmiştir (Atıcı vd. 2008). Çalışmada, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta, divizyonlarına ait toplam 49 alg türü olduğu belirlenirken, Çanılı Baraj Gölü'nde Bacillariophyta divizyonuna ait; *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Synedra* taksonlarının ve Cyanophyta divizyonuna ait *Oscillatoria* taksonlarının baskın olduğu bildirilmiştir.

Çevik vd. (2008), 2000 Aralık-2001 Kasım tarihleri arasında Doğu Akdeniz'de Çukurova Deltası'nda yer alan Akyatan ve Tuzla Lagünleri'nde fitoplankton çeşitliliği ve mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Çalışmada her iki lagünün fitoplanktonunda 4 divizyona ait toplam 70 takson saptanmıştır. Saptanan türlerin Bacillariophyta (42'si), Dinophyta (15'i), Cyanophyta (10'u) ve Chlorophyta (3'ü) divizyonlarına ait olduğu ve Akyatan Lagünü'nün tür sayısı yönünden (54 takson) Tuzla Lagünü'ne göre (42 takson) daha zengin bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca tür sayılarının; Akyatan Lagünü'nde kış ve ilkbahar, Tuzla Lagünü'nde ise yaz ve sonbahar mevsimlerinde nispeten daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Özyalın ve Ustaoglu (2008), Kemer Baraj Gölü'nde (Aydın) Aralık 2004-Kasım 2005 arasında 4 istasyonda fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Baraj gölünde Chlorophyta (33), Bacillariophyta (22), Cyanophyta (10), Euglenophyta (7), Dinophyta (4) ve Chrysophyta (1) bölümlerine ait olmak üzere toplam 77 takson teşhis edilmiştir. Ayrıca, Chlorophyta bölümünden *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* dominant özellik göstermiş, türün Eylül ve Ekim aylarında

aşırı derecede çoğalarak suyun yeşil bir renge bürünmesine neden olduğu belirtilmiştir. Sonbahar aylarında fitoplankton takson sayısı ve yoğunluğunda belirgin bir artış gözlenmiştir.

Bolu Çepni’de bulunan ve karstik bir kaynak olan Akkaya kaynağında, fitoplankton kompozisyonu ile ekolojik ve fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkisi Mayıs 2003 – Temmuz 2004 tarihleri arasında (14 ay süreyle) araştırılmıştır (Çelekli ve Külköylüoğlu 2007). Çalışmada, Bacillariophyta (62 %), Chlorophyta (29 %), Cyanophyta (3 %), Pyrrophyta (3 %), Euglenophyta (2 %) ve Chrysophyta (2 %) divizyolarına ait toplam 63 takson belirlenmiştir. CCA analizine göre üç farklı çevresel değişkenle (kondüktivite, kalsiyum ve sülfat) tür kompozisyonunun ilişkili olduğunu bildirilmiştir.

Gölköy Gölü’nün (Bolu) fitoplankton kompozisyonu üç kıyasal ve iki vertikal istasyonda Haziran 2003-Haziran 2005 tarihleri arasında (aylık olarak, iki yıl boyunca) incelenmiştir (Çelekli vd. 2007). Araştırmada toplam 152 takson (% 61.8; Chlorophyta, % 12.5; Euglenophyta, % 10.5; Cyanoprokaryota, % 5.3; Pyrrophyta, % 4.6; Chrysophyta, % 3.9; Cryptophyta, % 0.7; Xanthophyta ve % 0.7; Prasinophyta) saptanmıştır. *Spirogyra* (13 tür) ve *Scenedesmus* (10 tür) cinslerinin tür çeşitliliği yönünden en zengin cinsler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Gonium pectorale* Müller, *Polytoma cylindraceum* Pasher 1927, *Provasoliella ovata* (Jacobsen) Loeblich ve *Anabaena crassa* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg türleri bölgede belirlenen yeni türler olarak rapor edilmiştir.

Manyas Gölü’nün giriş ve çıkış noktasında fitoplankton topluluklarının mevsimsel dinamikleri ve bazı fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiler Ocak 2003-Aralık 2005 tarihleri arasında Çelik ve Ongun (2007) tarafından incelenmiştir. Çalışmada Bacillariophyta (58), Chlorophyta (55), Cyanobacteria (18) ve Euglenophyta (22) divizyolarına ait toplam 153 tür tespit edilmiştir. Bacillariophyta kış ve ilkbahar aylarında, Cyanobacteria yaz ve sonbahar aylarında dominant özellik göstermiş, nitrat ve fosfor değerlerinin fitoplankton yoğunluğunda etkili olduğunu belirlenmiştir. Bununla birlikte, elektriksel iletkenlik, nitrat, amonyum ve fosfor yoğunluğunun giriş

kısımında daha yüksek olduğu, diyatome ve siyanobakterilerin her iki noktada da baskın özellik gösterdiği saptanmıştır.

Bafa Gölü'nün fitoplanktonu, Ağustos-Kasım 2000 ve Şubat-Mayıs 2001 tarihleri arasında Demir (2007), tarafından incelenmiştir. Bacillariophyceae (19), Chlorophyceae (10), Cyanophyceae (9), Chrysophyceae (1) ve Dinophyceae (6) sınıflarına ait 45 tür teşhis edilmiş ve gölün ötrofik karakterde olduğu bildirilmiştir.

Karagöl'ün (Borçka Artvin) planktonik ve bentik alg florasının mevsimlere göre değişimi Nisan-Ekim 2001 ve 2002 (iki yıl) tarihleri arasında Kolaylı ve Şahin (2007) tarafından araştırılmıştır. Gölde Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait toplam 103 tür bulmuşlardır. Çalışma sonucunda Bacillariophyta divizyosunun hem fitoplanktonda hem de bentik florada baskın olduğu ve gölün mezotrofik karakter gösterdiği belirtilmiştir.

Akçay'ın Bacillariophyta dışındaki algleri Haziran 2001 – Eylül 2002 tarihleri arasında incelenmiştir (Solak vd. 2007). Araştırmanın sonucunda, Chlorophyta (26), Cyanophyta (30), Chrysophyta (1) ve Euglenophyta (4) divizyolarından toplam 61 takson belirlenmiştir. Akçay'da seçilen istasyonlardan en fazla taksonun organik kirliliğin olduğu II. istasyonda olduğu ve *Komvophoron constrictum*, *Microcystis*, *Oscillatoria* ve *Chroococcus* cinslerine ait türler ve *Chlorococcales* ordosu üyelerinin yoğun olarak bulunduğu tespit edilmiştir.

Soylu ve Gönüloğlu (2006), Gıcı Gölü (Samsun Kızılırmak Deltası) fitoplanktonunun mevsimsel değişimini, tür zenginliğini ve bileşimini Shannon-Weiner indeksi kullanarak araştırmışlardır. Gölün fitoplankton bileşiminin, çoğunluğunun Bacillariophyta ve Chlorophyta divizyolarına ait türlerden oluştuğunu, bu iki divizyoyu sırasıyla Cyanoprokaryota, Euglenophyta ve Xantophyta divizyolarının takip ettiğini ve Bacillariophyta'nın tür çeşitliliği ve sayısı ile dominant olduğunu bildirmişlerdir.

Hirfanlı Baraj Gölü fitoplanktonik alg florası Ekim 1998-Haziran 2000 yılları arasında Baykal ve Açıkgöz (2004) tarafından incelenmiştir. Fitoplanktonda *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round türünün baskın olduğu saptanmıştır. Ayrıca, epipelik organizmalardan *Navicula cryptocephala* Kützinger, *N. pupula* Kützinger, *Nitzschia palea* (Kützinger) W. Smith, *N. fonticola* Grunow, *Oscillatoria tenuis* C.A. Agardh türlerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda, toplam 329 alg türü tespit edilirken bunların Bacillariophyta (208), Chlorophyta (65), Cyanophyta (39), Euglenophyta (10), Dinophyta (5) ve Chrysophyta (2) divizyolarından oluştuğu bildirilmiştir.

Malatya, Orduzu Baraj Gölü fitoplanktonun tür kompozisyonu ve mevsimsel değişimi Çetin ve Şen (2004) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, fitoplankton içerisinde diyatome tür çeşitliliği bakımından en zengin grubu oluştururken, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta ve Dinophyta üyelerine ait toplam 117 takson teşhis edilmiştir. Diyatome araştırma süresince, fitoplanktonda baskın alg grubunu oluşturmuşlar ve fitoplankton yoğunluğu ilkbahar ve yaz aylarında yüksek olurken maksimum fitoplankton yoğunluğu Ağustos ayında gözlenmiştir. Ayrıca fitoplankton yoğunluğunun su sıcaklığı ile pozitif bir korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sakaryabaşı-Çifteler Balık Üretim ve Araştırma istasyonu için su kaynağı sağlayan Batı Göleti'nin fito-zooplankton kompozisyonu, klorofil *a* ve suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri Şubat 2001-Mart 2002 tarihleri arasında Demir ve Kırkağaç (2003) tarafından incelenmiştir. Batı Göleti'nde, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae ve Dinophyceae sınıflarına ait 49 fitoplankton türü tespit edilmiştir. Fitoplankton kompozisyonunda tür sayısında olduğu gibi Bacillariophyceae sınıfına ait türlerin baskın olduğu saptanmıştır. Ayrıca yıllık ortalama klorofil *a* değeri 1.90 ± 0.95 mg/m³ olarak hesaplanmış ve göletin oligotrofik özellikte olduğu bildirilmiştir.

Karacaoğlu vd. (2004), Temmuz 1998 ve Haziran 1999 tarihleri arasında Uluabat Gölü'nün fitoplanktonik alg florasını incelemiştir. Çalışmada Bacillariophyta (152), Chlorophyta (89), Cyanophyta (42), Euglenophyta (3), Dinophyta (11), Cryptophyta (4) ve Chrysophyta (2) divizyolarına ait 331 takson belirlenmiştir. Bacillariophyta

divizyonu üyelerinin hem tür çeşitliliği, hem tür yoğunluğu yönünden dominant olduğu, gölün morfometrik yapısı, suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, belirli aylarda farklı türlerin aşırı çoğalmaları ile ötrofik bir göl olduğu bildirilmiştir.

Barutçu Gölü'nün (İzmir) fitoplankton ve bentik algleri Nisan – Ocak 1994 tarihleri arasında mevsimsel olarak Aysel vd. (2002) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, Bacillariophyta (86), Chlorophyta (58), Cyanophyta (23), Euglenophyta (12), Xanthophyta (5), Chrysophyta (2), Dinophyta (2) ve Cryptophyta (1) divizyonlarına ait toplam 189 takson tespit edilmiştir. Göldeki çeşitliliğin yaz (174 takson) ve sonbahar (155 takson) dönemlerinde baskınlık gösterdiği belirlenmiştir.

Akşehir Gölü kıyı bölgesi alglerinin kompozisyonu ve mevsimsel değişimi Elmacı ve Obalı (1998), tarafından Haziran 1992-Kasım 1993 tarihleri arasında incelenmiştir. Çalışmada, kıyısal bölge alglerinden Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta divizyonlarına ait 115 tür tespit edilmiştir. Bunların içerisinde, Bacillariophyta, Cyanophyta ve Chlorophyta divizyonlarının tür sayısı ve çeşitliliği bakımından baskın olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, Akşehir Gölü alg florasında tanımlanan türlerin çoğunluğunun besin tuzlarınca zengin ötrofik göllere özel organizmalar olduğu belirtilmiştir.

Kurtboğazi, Çamlidere Baraj Gölleri ve İvedik Su Arıtım Tesisi'nin fito-zooplankton kompozisyonu Haziran 1995-Mayıs 1996 tarihleri arasında Bakan (1997) tarafından karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Çalışmada, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae ve Euglenophyceae sınıflarına ait 68 takson belirlenmiştir. Fitoplanktonda Chlorophyceae'nin 34 türle baskın özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Kurtboğazi, Çamlidere Baraj Gölleri'nde, yaz ve sonbahar dönemlerinde *Gomphosphaeria lacustris* ve *Anabaena* spp., karışım döneminde *Melosira granulata* ve *Asterionella formosa*, kış ve ilkbahar döneminde Cryptophyceae ve Centrales'e ait türler baskın özellik göstermiştir.

Aykulu vd. (1983), Ankara ili ve civarında (Kurtboğazi Baraj Gölü, Çubuk Gölü, Mogan Gölü ve Çubuk-I Baraj Gölü) fitoplankton florasını 1975-1980 yılları arasında

incelemişler, Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Dinophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait toplam 99 tür saptamışlardır. Ayrıca bazı türlerin ötrofik sularda bulunan indikatör türler olduklarını belirtmişlerdir.

2.2 Diyatomeler ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Avrupa'nın batısındaki sığ göllerde bulunan epifitik diyatomeler Blanco vd. (2013) tarafından incelenmiştir. Diyatomelerin analizinde regresyon analizi kullanılmış, diyatome yoğunluğunun, derinlik, örnekleme noktası ve fiziko-kimyasal değişkenlerden etkilendiği saptanmıştır.

Hindistan'da Samaguri Gölü'nün epipelik alglerinin kompozisyonu ve çeşitliliği Buragohain vd. (2012) tarafından incelenmiştir. Kasım 2009–Ekim 2010 arasında yapılan çalışmada Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae sınıflarından toplam 44 takson tespit edilmiştir. Tespit edilen türler arasında Bacillariophyceae sınıfından türlerin dominant karakter gösterdiği belirtilmiştir.

Polonya'daki Jeziorak Maly Gölü'nün littoral bölgesinde yürütülen çalışmada perifitik diyatome örnekleri incelenmiştir (Zębek vd. 2012). Gölde Nisan ve Ekim ayları arasında alınan örneklerde perifitik diyatomelerin en yüksek bolluğunun Haziran ayında olduğunu belirlemişlerdir. Tespit edilen türler arasında *Navicula gregaria* türünün alfa-mesosaprobik, *Diatoma vulgare* türünün alfa-beta-mesosaprobik sularda ve *Cocconeis placentula* türünün ise beta-mesosaprobik sularda yoğun olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Schletterer vd. (2011), Rusya'da Tudovka Nehri'nde (Volga Nehri'nin bir kolu) 2006-2007 yılları yaz döneminde bulunan diyatome ve makroomurgasızları araştırmışlardır. Nehirde 124 diyatome ve 128 makroomurgasız türü olduğunu tespit etmişlerdir. Kanonik Uyum Analizi (CCA)'ne göre; iletkenlik, pH ve rengin diyatomeler ve kaynaktan olan uzaklığın makroomurgasızlar için önemli çevresel değişkenler olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, diyatome ve makroomurgasızlar arasında yapılan CCA

analizinin anlamlı olduğunu ($p < 0.05$ göre) belirlemişlerdir. Ayrıca makroomurgasızların fiziksel, diyatomelerin kimyasal değişimlere karşı daha hassas olduklarını ve nehrin durumunu değerlendirilirken her iki grubun bir arada incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Kuzey Oregon (ABD) nehir sisteminin 25 farklı noktasında bentik diyatomeler incelenmiştir (Gillett vd. 2009). Çalışmada, canlı diyatome örnekleri (kloroplastları görünen hücreler) ve geleneksel yöntem ile temizlenmiş örneklerden elde edilen sayım sonuçları karşılaştırılmıştır. Diyatome türleri için canlı olarak yapılan incelemelerin ekolojik güvenilirlik sağladığı belirtilirken, geleneksel yöntemin ise türlerin belirlenmesinde taksonomik güvenilirlik sağladığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, her iki yöntemin kullanılabilir olduğunu bildirmişlerdir.

Yu ve Lin (2009), Tayvan'ın subtropikal bir bölgesi olan Wuling bölgesinde Mart 2003 – Mart 2004 tarihleri arasında on iki örnekleme noktasında epilitik alglere tarımın etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, toplamda 114 epilitik alg taksonu tespit edilirken, bunların içerisinde diyatomelerin (107 takson ile) çoğunluğu oluşturduğunu ve diyatomelerden sonra Cyanobacteria ve Chlorophyta divizyolarına ait alglerin bulunduğunu saptamışlardır. Diyatomelerin bolluğunun toplam hücre sayısının % 85'lik kısmını oluşturduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, diyatomeler içerisinde *Achnanthes* cinsinin >% 40'lık kısmı oluşturduğunu ve *A. atomus*, *A. minutissimus* ve *Platessa hustedtii* türlerinin en baskın türler olduğunu bildirmişlerdir.

Hindistan Himalaya'daki Kishan-ganga, Ravi (Batı Himalaya), Lachen Chhu ve Lachung Chhu (Doğu Himalaya) nehirlerinde yüksek miktarda bulunan *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt türünün üç yıl süre ile biyolojisi, dağılımı ve ekolojisi, araştırılmıştır (Bhatt vd. 2008). Çalışmada, türün su sıcaklığına toleransının yüksek (hem soğuk suda hem de sıcak suda yaşayabildiği) olduğunu belirlemişlerdir.

2005 yılında Tyrrhenian (Roma) kıyısındaki sulakalanlar ve dokuz tane göletin bentik diyatome toplulukları incelenmiş ve diyatomelerin su kalitesi ile ilişkisi belirlenmiştir (Bella vd. 2007). Çalışma sonunda toplam 54 cins ve 225 tür tespit edilmiştir.

Kovacs vd. (2007), Macaristan'da sığ göllerde litoral epifitik diyatome biyolojik indikatör olarak kullanarak trofik durumu Göl Trofik Durum İndeksi (TDIL) yardımıyla araştırmışlardır. Bu amaçla 2005 ve 2006 ilkbaharda, epifitik diyatome örnekleri 83 sığ gölden toplanmış ve TDIL' ne göre 4 gölün ekolojik durumunun mükemmel, 25'inin iyi, 21'inin orta, 21'inin tolere edilebilir ve 12'sinin kötü olduğu saptanmıştır.

Acs vd. (2005) Macaristan'ın üçüncü büyük gölü, Velence Gölü'nün su kalitesinin izlenmesinde kamışların üzerindeki epifitik diyatome biyolojik indikatör olarak kullanmışlardır. Diyatome indeksleri (IBD, IPS, IDG) OMNIDIA yardımı ile hesaplanmış ve sonuçlar IBD indeksinin Valence Gölü'nün su kalite analizleri için en uygun indeks olabileceğini göstermiştir.

Durance Nehri'nde (Fransa) *Chara vulgaris*, *Cladophora glomerata* ve *Potamogeton densus* türleri üzerindeki epifitik diyatome toplulukları incelenmiştir (Comte ve Cazaubon 2002). Epifitik populasyonlarda bitki türlerine göre önemli miktarda heterojenlik gözlenmiştir. *Potamogeton* ve *Cladophora* türlerinde tespit edilen türler içinde baskın türün *Achnanthes minutissima* olduğu belirlenmiştir.

2.2.1 Ülkemizde yapılmış bazı çalışmalar

Ankara'nın içme suyu kaynaklarından biri olan Eğrekkaya Baraj Gölü'nde Şubat 2013 – Kasım 2013 tarihleri arasında planktonik, epipelik, epifitik ve epilitik diyatome biyolojik sistemler açısından incelenmiştir (Alhamadi 2014). Baraj gölünde toplam 74 diyatome taksonu tespit edilmiş, türlerin bulunuşu su kalite parametreleri ile ilişkilendirilmiştir.

Pala (2014), tarafından Eylül 2006-Ağustos 2007 tarihleri arasında Hazar Gölü (Suluçayır Düzü)' nün epifitik diyatome florasını belirlemek amacıyla *Ranunculus rinoii* ve *Ranunculus aquatilis* üzerinden örnekler alınmıştır. Araştırma alanında epifitik diyatome florasına ait *Ranunculus rinoii* (29) ve *Ranunculus aquatilis* (27)'e ait toplam 56 takson belirlemiştir. Epifitik algler içerisinde *Amphora ovalis*, *Synedra ulna*,

Cymbella affinis ve *Epithemia turgida* önemli türler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Kasım-Nisan aylarında göl çevresinde her iki makrofite de rastlanılmadığı bildirilmiştir.

Karasu Nehri'ni kollardan birisi olan Pulur Çayı'nın, epilitik ve epifitik diyatomepleri Ağustos ve Ekim 2011, Aralık 2011 ve Mart 2012 tarihlerinde 5 istasyonda araştırılmıştır (Fakıoğlu vd. 2012). *Diatoma vulgare* (% 40.67), *Navicula cryptocephala* (% 13.23), *Cymbella affinis* (% 7.27), *Aulacoseria granulata* (% 7.13), *Nitzschia sigmoidea* (% 6.30) ve *Gomphonema olivaceum* (% 5.62) türlerinin diyatome kompozisyonunun önemli bir kısmını oluşturduğu tespit edilmiştir. Ortalama klorofil *a* değeri 0.03 mg/m³, su sıcaklığı 8–10 °C, çözünmüş oksijen 9.54–11.01 mg⁻¹ ve pH 7.49–8.11, toplam sertlik 32–297 FS°) değerleri arasında değişmiştir.

Türkmen Dağı (Sakarya Nehri Havzasında)'da bulunan beş akarsu ve bu akarsuların on kolunda Mayıs – Aralık 2007 ayları arasında diyatome toplulukları Solak ve Wojtal (2012) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, Türkiye'de tespit edilmiş 59 taksona ait 300'den fazla tür tespit etmişlerdir. Çalışma alanında, en sık bildirilen *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve, *Cymbella leptoceros* (Ehrenberg) Kützinger ve *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg gibi türler bulunmazken, *P. viridiformis* Krammer ve *Cymbella subleptoceros* Krammer gibi morfolojik olarak benzer türleri saptamışlardır. Bununla birlikte, *Caloneis lancettula*, *C. fontinalis*, *Cymbella affiniformis* Krammer, *C. subleptoceros* ve *Pinnularia viridiformis* türlerini Türkiye'de ilk kayıt olarak bildirmişlerdir.

Liman Gölü'nde Ocak 2001-Kasım 2001 tarihleri arasında *Potamogeton perfoliatus* Linnaeus ve Mart – Mayıs 2001 tarihleri arasında *Potamogeton pectinatus* Linnaeus üzerinde epifitik diyatome florası incelenmiştir (Soylu vd. 2011). Araştırmada, *P. perfoliatus* (30) ve *P. pectinatus* (23)'a ait toplam 53 takson tespit edilirken, bulunan epifitik algler içerisinde *Navicula gregaria*, *N. rhynchocephala*, *N. radiosa*, *Ulnaria ulna*, *Cymbella ventricosa* ve *Diatoma vulgare* önemli türler olarak belirlenmiştir. Kütahya ili sınırları içerisinde bulunan Murat Çayı'nda, Eylül 2007 - Nisan 2008 tarihleri arasında, beş örnekleme noktasından aylık olarak alınan örneklerde epilitik diyatome florası Tokatlı ve Dayıoğlu (2011), tarafından araştırılmıştır. Toplam 75

diyatome (70'i Pennales, 5'i Centrales üyesi olmak üzere toplam) taksonu saptanmıştır. *Nitzschia*, *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Diatoma* ve *Fragilaria* taksonlarının [*Cymbella affinis* (% 13.31), *Gomphonema olivaceum* (% 10.09), *Nitzschia palea* (% 9.54), *Diatoma moniliformis* (% 9.01), *Cocconeis placentula* var. *lineata* (% 8.94) ve *Gomphonema truncatum* (% 7.91)] dominant taksonlar olduğubelirlenmiştir.

Tuz Gölü Havzasında farklı tuzluluğa sahip beş farklı sulakalandaki diyatomelerin dağılımı 1998, 1999 ve 2006 yıllarında Akbulut (2010) tarafından araştırılmıştır. Tuzluluğun diyatomelerin bulunuşunu belirleme açısından önemli bir faktör olduğu belirtilirken, çalışma alanındaki diyatome türleri tuzluluğa bağlı olarak altı ayrı gruba ayrılmıştır. Buna göre tatlısu formuna ait 40 takson, tatlısu-acısu formlarına ait 19 takson, acısu formu olarak 21 takson, acısu-tuzlusu formu olarak 9 takson ve tuzlu su formu olarak 16 takson teşhis edilmiştir. Tüm tuzluluk değerlerinde toplam 45 takson saptanmıştır.

Gıcı Gölü'nde epipelik alglerin mevsimsel değişimi ve bu değişime etki eden faktörler Soylu vd. (2010) tarafından Şubat 2000 – Ocak 2001 tarihleri arasında incelenmiştir. Araştırmada; Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait toplam 58 takson belirlenirken, Bacillariophyta üyelerinin dominant özellik gösterdiği ve bu divizyoya ait *Navicula gregaria*, *Navicula rhyncocephala*, *Nitzschia palea*, *Amphora ovalis* ve *Cymbella affinis* türlerinin önemli sayılara ulaştığı bildirilmiştir. Ayrıca, Shannon-Weaver tür çeşitliliği, kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçekleme (NMDS) analizi uygulayarak epipelik alg birlik komünitesindeki değişimleri incelemiş ve böylece komünite yapısını özetlemeye çalışmışlardır.

Özer ve Pala (2009) tarafından Suluçayır Düzü'nde (Sivrice/Elazığ) bulunan bir göletin epipsammik diyatomeleri Ekim 2005 ve Eylül 2006 tarihleri arasında bir yıl süre ile incelenmiştir. Gölette *Navicula* (7), *Nitzschia* (4 tür), *Gomphonema* (4 tür), *Fragilaria* (4 tür) ve *Cymbella* (3 tür) cinslerine ait toplam 40 tür olduğu saptanmıştır. *Navicula* spp., ve *Fragilaria* spp. epipsammik diyatome topluluğu içerisinde ortaya çıkış sıklıkları ve oluşturdıkları popülasyonların büyüklüğü bakımından dominant özellik göstermişlerdir.

Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) epilitik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal özellikleri Şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında altı istasyonda incelenmiştir (Kalyoncu vd. 2008). Çalışmada, Bacillariophyta'ya (80), Chlorophyta'ya (40), Cyanophyta'ya (15), Euglenophyta'ya (2) ve Rhodophyta'ya (1) ait olmak üzere toplam 138 tür belirlenmiştir. İstasyonlara göre belirlenen türlerin; *Achnanthes lanceolata* (I. istasyon), *Nitzschia palea* (II. ve III. istasyon) *Cocconeis pediculus* (IV. istasyon), *Navicula gracilis* (V. istasyon) ve *Diatoma vulgare* (VI. istasyon) dominant özellik gösterdiği bildirilmiştir. Çayda epilitik alg çeşitliliği ve su kalitesinin paralel olarak değişim gösterdiği bildirilmiş, BOI₅'in alg çeşitliliği üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğu ve bunu sarasıyla amonyum azotu, ortofosfat, nitrat azotu, sülfat ve klorürün izlediği saptanmıştır.

Tunceli' deki Peri Çayı'nın epilitik diyatomepleri Mayıs 2005-Ekim 2005 tarihleri arasında Pala ve Çağlar (2008), tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, toplam 36 tür belirlenirken, bu türler arasında *Gomphonema* (6 tür), *Fragilaria* (5 tür), *Cymbella* (4 tür), *Pinnularia*, *Achnanthes* ve *Navicula* (3 tür) araştırılan bölgenin en fazla türle temsil edilen diyatome genusları olmuştur. Ayrıca, *Cymbella* spp., *Gomphonema* spp. ve *Fragilaria* spp. epilitik diyatome topluluğu içerisinde ortaya çıkış sıklıkları ve oluşturdukları popülasyonların büyüklüğü bakımından en önemli diyatomepler oldukları gözlenmiştir.

Yukarı Porsuk Çayı'nda Aralık 2004–Ağustos 2005 tarihleri arasında 3 istasyonda epilitik diyatomeplerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, toplam 58 diyatome taksonu tespit edilmiştir (Akanıl Bingöl vd. 2007). Belirlenen türler arasında *Nitzschia*, *Navicula* ve *Cymbella* cinslerinin baskın olduğu ve bunlar arasından; *Nitzschia palea* (% 17), *Achnanthidium minutissimum* (% 9), *Diatoma tenue* (% 7), *Cymbella affinis* (% 7) ve *Achnanthes lanceolata* (% 5) türlerinin dominant karakter gösterdiği saptanmıştır.

Keban Baraj Gölü'nün Gülüşkür kesiminde Eylül 1996-1998 tarihleri arasında tarafından yapılan bir çalışmada; Bacillariophyta'ya ait toplam 165 takson belirlenirken, diyatomeplerden *Nitzschia*, *Navicula*, *Achnanthes* ve *Cymbella* cinslerine ait türlerin ortaya çıkış sıklıkları ve oluşturdukları popülasyonların büyüklüğü ile

fitoplanktonun en önemli üyeleri olduğu belirlenmiştir (Pala 2007). Ayrıca, diyatomelerin sayısal artışının ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde gerçekleştiği belirtilmiştir.

Sıvacı vd. (2007), tarafından Kasım 2000-Kasım 2001 tarihleri arasında Tödürge Gölü'nde (Sivas) epilitik diyatome florasının kompozisyonu ve yoğunluğunun mevsimsel değişimi incelenmiştir. Çalışmada göldeki florayı öncelikle *Cymbella*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Achnanthes* ve *Fragilaria* genusuna ait türler oluşturmakla beraber *Navicula*, *Nitzschia*, *Epithemia*, *Gyrosigma*, *Pinnularia* ve *Stauroneis* genuslarına ait türlerin daha az sayılarda bulundukları belirlenmiştir. Çalışma sürecinde *Cymbella affinis* Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* Ehr., *Achnanthidium minutissimum* Kütz. Czar., *Amphora commutata* Grunow, *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Bréb., *Mastogloia braunii* Grunow göldeki baskın türler olmuştur. Bununla birlikte *Epithemia argus* Kütz., *Caloneis clevei* (Lagerst.) Cleve, *Stauroneis anceps* Ehr., *Surirella minuta* Bréb., dışındaki diğer diyatome türlerine sıkça ve fazla sayılarda rastlanmıştır. Genellikle istasyonların tümünde toplam organizmanın bahar sonu ve yaz başında arttığı, yaz ve kış sonlarında ise azaldığı belirlenmiştir.

Zaim (2007), Mayıs 2005-Nisan 2006 tarihleri arasında Kaz Gölü'nün planktonik diyatomelerinin kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimlerini incelemiştir. Göl suyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri belirlenmiş ve Bacillariophyta divizyonuna ait 143 bulunmuştur. Kompozisyonda mevsimlere göre değişiklik gözlenmiş, fiziksel ve kimyasal analizlerde gölün hafif alkali, yumuşak su özelliğine sahip olduğu, kirliliğin önemli derecede olmadığı, ancak tedbir alınmazsa giderek kirlenerek, bataklığa dönüşebileceği bildirilmiştir.

Gölköy Gölü (Bolu) diyatome florası Haziran 2003-Haziran 2005 tarihleri arasında incelenmiştir (Çelekli 2006). Gölde % 48.7'si Naviculaceae, % 16.8'i Fragilariceae, % 11.8'i Surirellaceae ve % 6.7'si Bacillariaceae sınıflarına ait 119 tür tanımlanmıştır. Ayrıca, *Asterionella formosa* Hassall, *Aulacoseria granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Cyclotella praeermis* Lund, *Cymbella cistula* Kirchner, *Fragilaria biceps* (Kützinger) Lange-Bertalot, *F. crotonensis* Kitton, *F. dilata* (Brebisson) Lange-Bertalot, *Navicula*

radiosa Kützing, ve *Nitzschia sigmoidae* (Nitzsch) Smith türlerinin bütün istasyonlarda her ay bulunduğu tespit edilmiştir. Tür zenginliğinin, özellikle sonbahar aylarında (Kasım-Aralık 2003 ve Eylül-Ekim 2004) arttığı saptanmıştır.

Tortum Gölü'nün bentik alglerinin kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimleri Kıvrak ve Gürbüz (2006), tarafından Mart 2002-Şubat 2003 tarihleri arasında incelenmiş, elde edilen veriler 21 yıl önce yapılan araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada *Navicula capitata* var. *hungarica* (Grunow) Ross, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Cymbella affinis* Kütz., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow, *Nitzschia sublinearis* Hust, *Cyclotella krammeri* Håk., *Merismopedia elegans* A. Braun türlerinin epipelik alg florasında baskın taksonlar olduğu ve yaz başında – sonbahar döneminde epipelik florada artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Ayrıca, *Cymbella affinis*, *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirchner, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kütz.) Lange-Bert., *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cyclotella krammeri* türlerinin epilitik alg florasında bol ve yaygın olduğunu ve *Spirogyra aequinoctialis* G. S. West türünün ise sadece yaz aylarında epilitik florada çok bol olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, bentik alg florasının, gölün kirlenmesinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Keban Baraj Gölü İçme bölgesinin epilitik diyatomeleleri Mart 2001-Şubat 2002 tarihleri arasında bir yıl süre ile araştırılmıştır (Pala ve Çağlar 2006). Baraj gölünde diyatomelere ait toplam 53 tür teşhis edilmiş, *Navicula* (9), *Gomphonema* (8) *Nitzschia* (7) ve *Fragilaria* (6) cinslerine ait türlerin araştırma bölgesinde yoğun olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Özlüce Baraj Gölü' nün (Kığı/Bingöl) epilitik diyatomeleleri Şen vd. (2005), tarafından Ocak 2001 – Aralık 2001 tarihleri arasında araştırılmıştır. Çalışmada diyatomelere ait toplam 47 tür kaydedilmiştir. Ayrıca, *Aulocoseria granulata*, *Cocconeis* spp. ve *Gomphonema* spp., epilikon'da popülasyonların büyüklüğü bakımından en önemli taksonlar oldukları tespit edilmiştir. Diyatomelelerin en iyi ilkbahar ve yaz mevsimlerinde gelişirken, sonbahar ve kış aylarında birey sayıları bakımından fakir olduğu belirtilmiştir.

Orduzu Baraj Gölü bentik diyatomeleleri Nisan 1997–Mart 1998 tarihleri arasında farklı habitatlardan alınan örneklerle (epilitik, epipelik ve epifitik olarak) incelenmiştir (Çetin vd. 2003). Baraj gölünde, diyatomelere ait toplam 71 takson teşhis edilmiş ve taksonların 4'ünün Centrales takımına 67'sinin ise Pennales takımına ait olduğu bildirilmiştir. *Cymbella cuspidata*, *Frustulia rhamboides*, *Hantzschia amphioxys* var. *maior*, *Navicula cari*, *N. cincta*, *Neidium binode*, *Nitzschia gracilis*, *Pinnularia acuminata*, *P. mesolepta*, *Stauroneis anceps* ve *Surirella robusta* var. *splendida* türlerinin yalnızca epipelik örneklerde bulunduğu, *Cymbella* ve *Gomphonema* cinslerine ait türlerin ise epifitik diyatome örnekleri içerisinde önemli sayılara ulaştığı bildirilmiştir.

Sığ Manyas Gölü'nde *Phragmites australis* ve yapay substratlar üzerindeki perifiton kolonileşmesi karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır (Albay ve Akçaalan 2003). Gölde 24 hafta süreyle epifitik alglerin *Phragmites australis* yüzeyinde ve cam substratlarda kolonileşmesi incelenmiştir. Yapay substratlarda nispeten yavaş bir kolonileşme görüldüğü, filamentli sentrik diyatomelerin (özellikle *Aulacoseira italica* ve *Melosira varians*) baskın grup olduğu, toplam alg biyohacminin % 29'dan % 82'ye çıktığı ve kolonileşme döneminde pennat diyatomeleler ve filamentli diyatomeleler (*Navicula tripunctata*, *Navicula radiosa* ve *Aulacoseira muzzanensis*), ve filamentli cyanobakterilerin (*Planktolyngbya limnetica*) kamışlar üzerinde baskın grup olarak kaydedildiği, filamentli ve Chlorococcal yeşil alglerin (*Pediastrum* spp. ve *Oedogonium* spp.) yapay substratlar üzerinde subdominant gruplar olduğu, genellikle epifitik algal biyomasın *P. australis* üzerinde yapay substratlardan daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Kayseri'de bulunan Sultan Sazlığı'nın planktonik diyatome florası üç ayrı istasyonda araştırılmıştır (Akbulut 2003). Toplam 75 diyatome taksonu teşhis edilirken, *Fragilaria*, *Navicula*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Epithemia* gibi bazı cinslerin, tür sayısı bakımından dominant özellik gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, tatlısu istasyonlarındaki tür sayısının acısu istasyonuna göre daha düşük sayılarda olduğu bildirilmiştir.

Yıldırım vd. (2003), Hazar Gölü'ne dökülen en önemli akarsulardan biri olan Kürk Çayı'nda epipelik diyatomeleleri bir yıl süre ile incelenmiştir. Çalışmada, toplam 42 takson belirlenirken, *Cyclotella meneghiniana* çayda belirlenen tek sentrik diyatome türü Pennat diyatomeleler arasında *Navicula* ve *Nitzschia* tür sayısı bakımından en zengin cinsler olmuş ve *Meridion circulare*, *Synedra ulna*, *Surirella ovata* var. *pinnata*, *Nitzschia palea* ve *Gomphonema olivaceum* örneklerde bulunuş sıklığı bakımından en önemli diyatomeleler olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda, sonbaharda *Cymbella affinis*; kış aylarında *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala* ve *Nitzschia palea*; ilkbaharda *Synedra ulna*, *Navicula trivialis*, *N. linearis*, *Nitzschia palea* ve *Cymbella affinis*; yaz ayında ise *Synedra ulna*, *Cymbella ventricosa* ve *Gomphonema olivaceum* türlerinin nispi yoğunlukları bakımından en dikkat çekici diyatomeleler olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gürbüz vd. (2002), Porsuk Göleti'nin bentik alglerin kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimlerini Nisan 1996 – Ekim 1996 tarihleri arasında incelemiştir. Çalışmada, bentik alg topluluğunda Bacillariophyta bölümüne ait alglerin baskın olduğu bildirilmiş ve toplam 109 takson belirlenmiştir. Toplamda 90 taksonun epipelik alg topluluğundan (% 61'ini Bacillariophyta, % 22'ni Chlorophyta, % 11'ini Cyanophyta ve % 6'sını Euglenophyta üyeleri) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, *Navicula salinarum* Grun., *Cymbella ventricosa* Kütz., *Synedra demerarae* Grun., *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Smith türlerine yoğun olarak rastlanmıştır ve ilkbahar ile sonbahar dönemlerinde florada artış olduğu gözlenmiştir.

Nilüfer Çayı membadan başlayarak Marmara Denizi'ne kadar 6 istasyondan Ağustos 1997 – Haziran 1998 tarihleri arasında aylık örneklenmeyle incelenmiştir (Dere vd. 2002). Su örneklerinde sıcaklık (C°), pH, toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik (EC), çözünmüş oksijen (DO) ve Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı (BOD5) ölçülmüş ve epifitik alglerin florası, populasyon yoğunlukları ve türlerin bolluk dereceleri hesaplanmıştır. Epifitik alg topluluklarında Bacillariophyta grubuna ait türler dominant olmuş ve *Encyonema minutum* (Hilse ex Rabh.) D.G.Mann, (*Cymbellaceae*), *Achnanthidium minutissimum* (Kütz.) Czarn (*Achnanthaceae*), *Navicula cryptocephala* Kütz. var. *cryptocephala* (Naviculaceae), *N. cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Rabh

(*Naviculaceae*), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Smith (*Nitzschiaceae*), *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr. var. *ulna* (*Fragilariceae*) türlerinin diğer diyatome türlerine göre daha baskın olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, diyatome dışındaki Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta, Cryptophyta ve Euglenophyta üyelerinin birkaç tür ile temsil edildiğini bildirmişlerdir.

Konya Sarayönü’de bulunan Beşgöz Gölü’nün epilitik ve epifitik algleri incelenmiş ve 89 takson teşhis edilmiştir (Akköz vd. 2000). Araştırma süresince Bacillariophyta divizyonundan pennat diyatomelerin dominant karakter gösterdiği, mevsimsel çoğalmaların ise ilkbahar, yaz başı ve sonbaharda yoğunluk gösterdiği belirtilmiştir.

Uluabat Gölü’nün (Bursa) epipelik, epifitik ve epilitik alglerinin mevsimsel değişimi Dalkıran (2000) tarafından, Temmuz 1998-Haziran 1999 tarihleri arasında incelenmiş ve toplam 406 takson tanımlanmıştır. Bu taksonların Bacillariophyta (224), Chlorophyta (72), Cyanophyta (51), Euglenophyta (30), Pyrrophyta (7) ve Chrysophyta (2) divizyonlarına ait olduğu tespit edilmiştir.

Palandöken Göleti bentik alg florasının kalitatif ve kantitatif olarak Gürbüz (2000), tarafından incelenmiş, bentik alglerin kompozisyonu, yoğunlukları ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Toplam 160 takson belirlenmiş, alg topluluğunda Bacillariophyta bölümüne ait alglerin hâkim olduğu ve 13 taksonun epipelik alg topluluğuna ait taksonlar olduğu tespit edilmiştir.

Akçaalan (1999), Manyas Gölü’nde *Phragmites australis* toplulukları üzerinde yaşayan epifitik diyatome biyomasının dikey dağılımını ve bu dağılımı etkileyen abiyotik ve biyotik faktörleri Temmuz 1997 – Haziran 1998 tarihleri arasında incelemiştir. Diyatomelerden *Navicula tripunctata*, *Achnanthes lanceolata* ve *Synedra berolinensis* sürekli olarak bulunan taksonlardır. *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria intermedia*, *Melosira varians*, *Rhoicosphaenia curvata*, *Asterionella formosa* ve *Stephanodiscus neoastrea* ise epifitik diyatome biyoması içerisinde önemli yer tutmuştur. Araştırma sonucunda epifitik diyatome biyomasının istasyonlara göre dağılımında ve bitki üzerindeki dikey kolonizasyonunda, sıcaklık, zemin yapısı, su kalitesi, konakçı bitkinin

yapısı gibi faktörlerin yanı sıra, ışık ve akıntı hızının en önemli etkenler olarak birinci derecede etkili olduğu bildirilmiştir.

Türkiye 'nin en önemli su potansiyellerinden biri olan Sakarya Nehrinde; Ankara Çayı ve Porsuk Çayı'nın karıştığı bölgeden Nisan 1993–Ağustos 1994 tarihleri arasında farklı habitatlardan (Epipelik, Epifitik, Epilitik ve Plankton) örnekler alınarak alg türleri tespit edilmiştir (Atıcı 1997). Çalışmada, tespit edilen alglerden *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Navicula*, *Oscillatoria* ve *Synedra* genuslarına ait türlerin kirliliğe karşı toleransı yüksek olan algler olduğu ve *Stigeoclenium*, *Euglena* ve *Oscillatoria* cinslerine ait türlerin kirlenme olan bölgelerde dominant özellik gösterdiği belirtilmiştir.

2.3 Ekolojik Durumun Tespiti ile İlgili Yapılan Çalışmalar

2.3.1 Yurtdışında yapılmış çalışmalar

Makedonya (56.02 km) ve Arnavutluk (31.51 km) arasında kalan, Ohrid Gölü'nde Temmuz 2010 ve 2011 yılları arasında (yılda bir kez) (Arnavutluk kısmında) su kalitesinin değerlendirilmesinde diyatome ve makrofit indeksleri kullanılmıştır (Lirika vd. 2013). Çalışmada, daha çok epifitik ve oligotrofik türler ve, daha çok euplanktonik mezo ve/veya ötrofik türler (*Achnanthes pusillum*, *Aulacoseira ambigua* gibi) gözlemlenmiştir. Gölün Saprobik indekse göre oligo-β-mezosaprobik olduğunu ve Trofik Diatome İndeksi TI_{DIA}, Makrofit İndeksi (MI) ve Saprobik İndeksinin (SI) benzer trendleri takip ettiğini bildirmişlerdir.

Kshirsagar (2013), Hindistan'ın Mula nehrinin su kalitesini belirlemek için biyoindikatör olarak algleri kullanmıştır. Araştırma süresince örnekleme istasyonlarından, 75 cinse ait toplamda 162 tür tespit etmiş ve türlere bağlı olarak cins ve tür bazında Palmer (1969)'in belirtmiş olduğu kirlilik indeksini kullanmıştır. İndeksin cins bazında skor değerlerini 19 (I. istasyon için), 37 (II. istasyon için) ve 42 (III. istasyon için) olarak, tür bazında ise 9 (istasyon-I), 31 (istasyon-II) ve 34 (istasyon-III) şeklinde hesaplamıştır. Sonuç olarak, Mula Nehri'nin her istasyonunda hesaplanan

skor değerlerinin 20'den büyük olmasından dolayı bölgede yüksek organik kirliliğin olduğunu bildirmiştir.

Polonya'daki, Łódź Şehri'nin 2004 yılına kadar içme suyu ihtiyacını karşılayan, Vistula Nehri'nin en uzun kolu (342 km uzunluğunda) olan Pilica Nehri'nde su kalitesinin belirlenmesinde bentik diyatome türleri, Biyolojik Diyatome İndeksi (BDI)'nin hesaplanması için Ekim 2005 ile Eylül 2007 yılları arasında yedi örnekleme noktasında araştırılmıştır (Szulc ve Szulc 2013). Çalışma sonucunda, incelenen toplam 157 örnek içinde toplam 378 diyatome taksonu belirlemiştir.

Kosova ve Kuzey Arnavutluk'un arasında bulunan Drini Bardhë Nehri'nde 2010 yılı yaz döneminde kirlilik düzeyinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak alg türleri Kurtishi vd. (2012) tarafından, incelenmiştir. Araştırma süresince bölge; Bacillariophyta (77), Cyanophyta (21), Chlorophyta (18) ve Euglenophyta (10) divizyolarına ait toplam 126 alg türü tespit edilmiştir. Belirlenen türler içerisinde Bacillariophyta (*Nitzschia*; 12 ve *Navicula*; 10 tür ile en yoğun taksonlar) divizyosunun dominant özellik gösterdiği ve bunu da sırasıyla Cyanophyta, Chlorophyta ve Euglenophyta divizyolarının izlediğini bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda, Drini Bardhë Nehri'nde biyoindikatör 38 alg türü tespit edilirken, belirlenen bu türlere göre bölgenin oligosaprobik ve betamezosaprobik (II. sınıf) özellik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Asya Pasifik bölgesinin (Rusya) Muson iklimi özelliğindeki bir alanında su kalitesinin izlenmesi için alg türlerini Medvedeva vd. (2012), kullanmışlardır. Çalışma Primorsky bölgesindeki, koruma altındaki (Kedrovaya, Serebryanka), gelişmemiş alanlar (Samarga), kirlilik düzeyi yüksek (Rudnaya) ve hidrolojik özellik yönünden benzerlik gösteren dört farklı nehirde yürütmüşlerdir. Araştırmanın sonunda, Kedrovaya Nehri'nde 137 (ve Cyanoprokaryota türleri), Serebryanka Nehri'nde 283, Samarga Nehri'nde 151 ve Rudnaya Nehri'nde 171 diyatome türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin yoğunluğunun Serebryanka Nehri'nde çok yüksek olduğu belirlenirken, divizyolara göre taksonomik olarak oldukça benzer olduklarını belirlemiştir. Nehirlerin Saprobik (S) indeks değerleri; Kedrovaya Nehri'nde; 0.67-1.36; Serebryanka

Nehri'nde; 0.67-2.04; Samarga Nehri'nde; 1.0-1.32; Rudnaya Nehri'nde; 1.22-1.45 (kirlenmemiş bölüm) ve 1.75-3.0 (kirli bölüm) olarak hesaplanırken, Saprobik indeks değerinin 0.67 ile 2.23 arasında değiştiğini ve bununda oligo- (ve) beta-mezosaprobik bölge (su kalitesi olarak II-III sınıf) olduğunu saptamışlardır.

İsrail'in en kirli nehirlerinden biri olan Aşağı Ürdün Nehri'nde arınma kapasitesinin değerlendirilmesi ve sucul ortamdaki kirlilik düzeylerini belirlemek için biyoindikatör olarak planktonik ve perifitonik alg türleri 34 örnekleme noktasında (ulaşılabilirlik bakımından 13 istasyonda) kuru ve yağışlı dönemlerde Barinova vd. (2010) tarafından, Kasım 2005 – Mayıs 2007 tarihleri arasında araştırılmıştır. Çalışmada, pH, tuzluluk ve organik kirlilik göstergesi olarak Siyanobakteri ve alg türleri bakımından 135 tür incelemişlerdir. Yağışlı (ıslak) dönemde yağmur suyu ile kirleticilerin ortamda birikmesi sonucu, Saprobik (S ve EPI), nehir kirliliği, RPI ve BI indekslerinde büyük bir antropojenik (insan kökenli) etki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, çoklu regresyon analizi (MRA)'ne göre tuzluk ve trofik unsurların alg çeşitliliği için önemli bir faktör olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak, uygulanan indekslerin, istatistiksel analizlerin ve biyo-analizlerin bir arada nehir ekosisteminin (İsrail için) izlenmesinde en verimli yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Brezilya'daki Sao Paulo'nun güney doğusundaki kentsel sığ bir rezervuar olan Garças Göleti'nde 1997 – 2004 yılları arasında (8 yıl süreyle) aylık olarak, fitoplanktona bağlı su kalitesi izlenmiştir(Crossetti vd. 2008). Çalışmada örnekleri su sütuna dikey olarak; yüzey, 1 m, 2 m, 3 m ve dip kısmın yaklaşık 20 cm üstünden almışlardır. Su örneklerinde abiyotik değişkenlerin analizi için; su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, pH, toplam alkalinite, serbest CO₂, çözülmüş organik karbon, Azot serisi, fosfor serisi ve SiO₄H₄ (silikat bazlı, ortosilik asit) parametrelerini ölçmüşlerdir. Biyolojik değişkenler için ise, yoğunluk, toplam biyomas ve klorofil *a* değerlerini belirlemişlerdir. Çalışmanın başlangıcında su yüzeyinin % 20'lik kısmının *Eichhornia crassipes* ile kaplı olduğunu (I. aşama; Ocak 1997 – Mart 1998), ikinci aşamasında (Nisan 1998 – Ağustos 1999 arası) su sümbülü miktarının % 70'e ulaştığını ve mekanik temizliğin yapıldığını (III. aşama; Eylül 1999 – Aralık 2004) bildirmişlerdir. Bu müdahalenin ardından ortamdaki sucul makrofitlerin kaldırılmasının besin tuzlarının

artışına ve bununda, fotosentetik verimlilik ve fitoplankton biyomasının (özellikle Siyanobakteri miktarında) artışına neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak, Q indeksine göre göletin ekolojik durumunun üç limnolojik aşama (I. aşama; $0 \leq Q \leq 2.9$ orta – kötü, II. aşama; $1.4 \leq Q \leq 3$ tolere edilebilir – orta, III. aşama; $0 \leq Q \leq 1.5$ tolere edilebilir – kötü) gösterdiğini belirlemişlerdir.

Hindistan’da Bhadra Nehri’ne dökülen Kâğıt ve Demir-Çelik fabrikalarının atık sularında fitoplankton yoğunluğuna ve çeşitliliğine dayalı Shannon-Weaver çeşitlilik indeksi uygulanmıştır (Shekhar vd. 2008). Çalışmada, beş sınıfa ait (Chlorophyceae; 19, Bacillariophyceae; 16, Cyanophyceae; 7, Euglenophyceae; 2 ve Chrysophyceae; 1 tür) toplam 45 fitoplankton türü tespit edilmiştir. Su parametrelerini; su sıcaklığı; 24.62-27.32 °C, pH; 7.08-7.25, kondüktivite; 67.49-201.94 $\mu\text{mhos/cm}$, çözülmüş oksijen; 4.13-5.98 mg/L, klorid; 12.30-40.85 mg/L, kalsiyum; 6.49-23.74 mg/L, toplam sertlik; 28.98-76.65 mg/L, magnezyum; 4.69-15.92 mg/L, toplam alkalinite; 77.26-86.53 mg/L, BOD; 1.88-4.01 mg/L, COD; 16.53-45 mg/L, fosfat; 0.001-0.53 mg/L, sodyum; 2.70-7.46 mg/L ve potasyum; 2.37-7.88 mg/L olarak belirlemiş, Shannon-Weaver çeşitlilik indeksini; S_I ; 3.58-4.07, S_{II} ; 3.1-3.72, S_{III} ; 1.64-2.25, S_{IV} ; 2.54-2.95 ve S_V ; 3.09-3.23 şeklinde hesaplamışlardır.

Güney Afrika’da bulunan, Limpopo Nehri’nde kirliliğin izlenmesinde diyatome türleri kullanılmıştır (Taylor vd. 2007). Çalışmada, *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Achnantheidium affine* (Grunow) Czarnecki, *Achnantheidium saprophila* (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Cymbella kappii* (Cholnoky) Cholnoky, *Diatoma vulgaris* Bory, *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, *Eolimna subminuscula* (Manguin) Lange-Bertalot & Metzeltin, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kützing) Lange-Bertalot, *Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh, *Gomphonema parvulum* Kützing, *Gomphonema parvulum* var. *lagenula* (Kützing) Frenguelli, *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula tripunctata* (O. Müller) Bory, *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow, *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow in Van Heurk, *Navicula tenelloides*

Hustedt diyatome türlerini tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda, diyatome indeksleri (SPI, SLA, LMI, SHE, WAT, TDI, EPI, ROT, GDI, CEC, BDI ve APDI) ile çevresel değişkenler (pH, sıcaklık, kondüktivite, toplam alkalinite, NO_3^+ , $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, Na^+ , Mg^{2+} , $\text{SiO}_2\text{-S}$, SO_4^{2-} , K^+ , Cl^- , Ca^{+}) arasındaki korelasyonun anlamlı olduğunu ($p<0.05$, $n=50$) belirlemişlerdir. Ayrıca, çevresel değişkenler ve diyatome toplulukları arasında yapılan Kanonik Uyum Analizi (CCA)'ne göre toplam varyans % 71 olarak hesaplanmıştır.

Himalaya'nın Nepal kısmında bulunan Kathmandu Vadisinde su kalitesinin belirlenmesi için 10 gölet ve 4 küçük gölde biyolojik çeşitlilik, çevre koşulları ve potansiyel olarak biyoindikatör olarak diyatomeleri incelenirken, su kimyası, habitat karakterleri, farklı substratlar ve arasındaki ilişki Simkhada (2006), tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, tür çeşitliğinin ortalama 0.95 ± 0.17 ve dominant karakterdeki takson sayısının 1-3 arasında değiştiğini bildirmiştir. CCA analizinde fizikokimyasal parametreler ile tür yoğunluğu arasında ilişkinin kuvvetli olduğu saptarken, parametrelere göre *Achnanthes minutissimum*'un (yüksek Ca konsantrasyonu), *Eolimna minima*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia palea* cf. var. (zayıf) ve *Gomphonema parvulum* (yüksek K, Cl, Na, As, Ni, Fe ve Al konsantrasyonu), *E. minima* ve *N. palea* (yüksek SO_4 , Sr ve Al konsantrasyonu) türlerin yoğunluklarında etkili olduğunu belirlemiştir.

Avustralya, Melbourne'nun doğusundaki nehir sisteminde seçilen geçirimsiz yüzeyler, drenaj bağlantısı ve septik tanklar olmak üzere toplam 16 istasyonda bentik diyatome toplulukları bir yıl süreyle Newall ve Walsh (2005) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, kentleşmenin diyatome toplulukları üzerine etkisini, ekolojik durumun ve su kalitesinin belirlenmesinde diyatomelerin indikatör olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, diyatome indeksleri ile kentleşme arasındaki ilişkinin negatif yönde kuvvetli olduğunu ve su parametreleri içerisinde kondüktivitenin en etkili değişken olduğunu saptamışlardır.

Mato Leita (Brezilya) kırsal alanı içerisinde bulunan üç farklı (Sampaio, Grande ve Bonito) akarsu sisteminde ötrofikasyonun belirlenmesi ve biyoindikatör olarak epilitik

diyatome türlerinin toleransı Lobo vd. (2004) tarafından, 1993-1998 yılları arasında araştırılmıştır. Çalışmada, su kalitesi ve türlerin ilişkilerinin incelenmesinde iki farklı yaklaşımla çok değişkenli analiz (Multivariate Analysis) uygulamışlardır. Bunlardan ilki; türler ve örnekleme noktaları için TWINSPAN (Two-way Indicator Species Analysis) uygulanarak gruplamışlardır. İkinci aşamada ise; ötrofikasyon süreciyle ilgili olarak, türlerin kompozisyonu arasındaki değişikliklerin belirlenmesinde Kanonik Uyum Analizi (CCA) uygulamışlardır. Biyolojik Su Kalitesi İndeksi (BWQI)'ni ötrofikasyonun belirlenmesi için, tespit edilen her diyatome türüne 1 ile 5 arası değerler (1'den 5'e doğru sırasıyla; çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek tolerans düzeylerini göstermektedir) vererek hesaplamışlardır. Araştırma sonucunda, Güney Brezilya Nehirlerinde ötrofikasyon ve organik kirlenme süreçlerinin belirlenmesinde Biyoloji Su Kalite İndeksi (BWQI) ve epilitik diyatome topluluklarının kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Tayvan'da Tsanwun Nehrinde Ağustos 1995- Haziran 1998 tarihleri arasında su kalitesinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak epilitik diyatome toplulukları kullanılmıştır (Wu ve Kow 2002). Çalışmada, su kalitesi için hesaplanan fizikokimyasal değişkenler, değiştirilmiş GI indeksi ve diyatome temelli diğer indeksler arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğunu belirlemişlerdir.

Buenos Aires (Arjantin)'in kuzey batısında bulunan Luján Nehri'nde Kasım 1998 – Ağustos 1999 tarihleri arasında dokuz örnekleme noktasında fitoplankton, çeşitli hidrolojik (fizikokimyasal) değişkenlerin izlenmesi ve *Selenastrum capricornutum* Printz., kullanılarak yapılan biyoanalizler sonucunda su kalitesinin değerlendirilmesi yapılmıştır (O'Farrell vd.2002). Çalışmada, Paraná Nehri'nin su girişinin aşağı Luján Nehri'nin limnolojik olarak düzenlenmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonunda, Luján Nehri'nin akıntı, derinlik ve genişliğinin, besin ve fitoplankton yoğunluğunda bir azalmaya ve çözünmüş oksijen miktarında ise artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Finlandiya'nın Güney kıyılarındaki Lapland bölgesinde farklı özelliklere (besin tuzları konsantrasyonu, pH, Kimyasal Oksijen İhtiyacı ve elektriksel iletkenlik gibi) sahip

akarsularından 1970-2002 yılları arasında elde edilen dominant diyatome taksonlarını ve nutrient seviyelerini kullanarak Trofik Diyatome İndeksi (TDI) ve Fosfor Diyatome Eşitliği (PDE)'nin Finlandiya akarsularının ekolojik kalitelerinin hesaplanmasında uygulanabilirliği Eloranta ve Soininen (2002) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada sonunda, genel ekolojik kalitenin belirlenmesinde, Kirliliğe Duyarlılık (IPS) ve Cinse Dayalı Diyatome İndeksi (GDI) için sınır değerleri belirlenmiştir.

Almanya'da dört farklı (Lustsee, Froschhauser, Spitzingsee ve Öschlesee Gölleri) küçük göldeki makrofit ve diyatome türlerine bağlı göllerin besin tuzlarının değerleri Seele vd. (2000) tarafından incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, Lustsee Gölü'nün; diyatome indekslerine göre oligotrofik ve makrofit indekslerine göre besin tuzları yönünden fakir olduğu, Froschhauser Gölü'nün; trofik durumunun oligomezotrofik, Spitzingsee Gölü'nün ise; littoral bölgesinde trofik durumunun yüksek varyans gösterdiği ve diyatome indekslerine göre mezotrofik olurken, makrofit indekslerine göre besin tuzları yönünden yüksek olduğunu ve Spitzingsee Gölü'nün ise; trofik durumunun en yüksek (ötrofik) olduğunu ve besin tuzları yönünden de en üst düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Buna göre, Lustsee, Froschhauser, Spitzingsee ve Öschlesee Gölleri'nin trofik durumlarının diyatome ve makrofit indekslerine göre oligotrofikten, ötrofiğe doğru olduğunu tespit etmişlerdir.

İngiltere nehir sisteminde ötrofikasyon Trofik Diyatome İndeksi (TDI) ile Angliyen bölgesi (Batı ve Kuzey bölge; Batı İngiltere); Severn-Trent Bölgesi (yukarı Trent Bölgesi; Midlands) ve Thames Bölgesi (Thames Nehri'nin kolları; Güney İngiltere) Kelly (1998) tarafından incelenmiştir. TDI'e göre değerlendirmenin, 0–100 arası olduğunu ve besin miktarı yönünden ise 1 (düşük besin)'den 5 (yüksek besin)'e değiştiğini belirtilmiştir.

2.3.2 Ülkemizde yapılmış çalışmalar

Mogan (Ankara) Gölü'nde fonksiyonel fitoplankton gruplarına yönelik Q indeksi kullanılarak gölün ekolojik kalitesi Demir vd. (2014) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, iki noktada fitoplankton örnekleme yapılmış ve fizikokimyasal

parametrelerin belirlenmiştir (su sıcaklığı, Secchi derinliği, pH, iletkenlik, DO, klorofil *a*, alkalinite, toplam sertlik, çözünür reaktif fosfor, toplam fosfor, NO₂-N, NO₃ ve NH₃-N). Çalışmada, 12 fonksiyonel gruba bağlı toplam 76 fitoplankton türü tespit edilirken, **X2** (*Chlamydomonas*), **Lo** (*Merismopedia*, *Peridinium*, *Chroococcus*), **F** (*Botryococcus*, *Sphaerocystis*, *Oocystis*, *Planktosphaeria*), **S1** (*Phormidium*, *Planktothrix*), **M** (*Microcystis*) ve **F** (*Botryococcus*, *Oocystis*) gruplarının mevsimsel olarak baskın karakter gösterdiği bildirilmiştir. Araştırma süresince, fitoplankton biyokütlesinin 0.75 ile 10.12 mg/L arasında değiştiği ve Q indeksinin; klorofil *a*, toplam fosfor ve Secchi derinliği ile benzer trofik durumlar gösterdiği saptanmıştır.

Isparta ili yakınlarındaki Darı Nehri ve kollarında (I., II., III., ve IV. istasyon nehir kolları, V. istasyon kentsel kirliliğin orta düzeyde olduğu ve VI. istasyon kentleşmenin bittiği bölge) altı istasyonda Haziran 2009 ile Mayıs 2010 tarihleri arasında diyatome türleri ve yoğunlukları OMNIDIA paket programına göre su kalitesinin tahmininde Kalyoncu ve Şerbetçi (2013) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada indekslerin hassasiyeti; düşük (IDP, WAT, LOBO, GENRE, TID, CEE ve PT), orta (IDSE, DESCY, IPS, DI-CH, SLA ve IDAP) ve yüksek (SID, IBD, SHE ve EPI-D) olarak belirlenmiştir. İstasyonların birçoğunda tespit edilen diyatome taksonlarının oligosaprobik ve betamezosaprobik karakterde olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak SID ve BID indekslerinin en iyi sonucu, bentik diyatome toplulukları ve diyatome indekslerinin (özellikle SID indeksi) ise nehir izlemelerinde iyi sonuçlar verdiklerini belirtmişlerdir.

Akarçay'ın bentik diyatome türleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri Mart-Aralık 2008 tarihleri arasında aylık olarak dört istasyonda Kıvrak vd. (2012) tarafından, incelenmiştir. Çalışmada, çayın başlangıç kısmında tespit edilen türler içinde *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Encyonema minutum*, *Sellaphora pupula*, *Nitzschia tubicola*, *Cymatopleura solea*, *Amphora veneta*, *Amphora pediculus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema angustatum* ve *Navicula cryptocephala* ve çayın aşağı kısmında ise, *Nitzschia palea*'nın baskın özellik gösteren diyatome türleri olduğunu belirlemişlerdir. Diyatome indekslerinin çözünmüş oksijen ile kuvvetli negatif ve TÇM, NH₄-N, NO₂-N, PO₄-P, BOİ₅ ve KOİ ile kuvvetli pozitif korelasyon

gösterdiğini saptamışlardır. Fizikokimyasal analiz sonuçlarının diyatome indeksleriyle uyum gösterdiğini, çayın başlangıç kısımlarının orta derecede ve çayın son kısımlarının ise aşırı derecede kirlenmiş olduğunu belirlemişlerdir.

Gürleyik Çayı Yukarı Havzası'ndan 2010 yılı ilkbahar mevsiminde epipelik diyatome örnekleri toplanmasıyla bazı diyatome indeksleri Tokatlı (2012) tarafından kullanılmıştır. Çalışmada 19 cinse ait 45 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türler içerisinde, *Cymbella amphicephala* Naegeli, *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory ve *Nitzschia dissipata* (Kützinger) Grunow türlerinin bölgedeki en baskın taksonlar olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda, Gürleyik Çayı Yukarı Havzası su kalitesinin; TDI indeksine göre mezo – ötrofik, BDI indeksine göre ise mezotrofik seviyede olduğu belirtilmiştir.

Solak vd. (2012), Sakarya Nehir Havza'sında bulunan Felent Çayı'nda Haziran 2006 ile Şubat 2007 tarihleri arasında beş örnekleme noktasında diyatome türlerinin çeşitliliğini ve ekolojisini araştırmışlardır. Çalışmada, toplam 41 epilitik diyatome örneği incelenirken, toplam 117 takson belirlemişlerdir. Bölgenin çevresel durumu diyatome türlerine bağlı olarak değerlendirilirken, organik kirlilik düzeyi Watanabe indeksine (81/117 takson, toplam türlerin % 69,2 si) göre üç grupta incelenmiştir. RPI (Nehir Kirlilik İndeksi) ve Sládeček indeksinin 1.36-2.08 arasında değiştiğini ve oligo- ile betamezosaprobik özellik gösterdiğini hesaplamışlardır. Sonuçta, tür çeşitliliğinin kış döneminde yaz dönemine oranla daha fazla olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, Felent Çayı'nın yaz döneminde alkali özellikte, orta seviyede sıcak, düşük tuzlu olduğunu ve organik kirlilik yüküne maruz kaldığını bildirmişlerdir.

Aksu Çayı'nın ve Isparta Deresi'nin kollarından biri olan Andık Deresi'nde Temmuz 2010-Haziran 2011 tarihleri arasında (aylık olarak) altı örnekleme noktasında su kalitesinin belirlenmesi için fizikokimyasal parametrelerle epilitik diyatome türleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Dayıoğlu 2011). Çalışmada, fizikokimyasal parametreler ve epilitik diyatome türleri arasındaki ilişki karşılaştırmalı olarak incelenirken, tespit edilen diyatome türlerine Sabrobik indeks uygulanmış ve sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve düzenlilik analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, elde edilen veriler Coğrafi

Bilgi Sistemi ortamına aktararak bölgenin (Andık Deresi) su kalitesinin modellemesi yapılmıştır.

Fakıoğlu ve Demir (2011), tarafından fitoplankton populasyonlarında zamansal ve yersel değişimlerin belirlenmesi için Beyşehir Gölü'nden aylık olarak Mart 2007-Aralık 2007 ayları arasında örnekler alınmıştır. Fitoplankton biyokütlesi sayılan hücrelerin boyutlarından tahmin edilmiştir. Beyşehir Gölü'nden alınan örneklerde Bacillariophyta (42), Chlorophyta (48), Chrysophyta (1), Cryptophyta (4), Cyanobacteria (9), Pyrrophyta (5) ve Euglenophyta (10) olmak üzere toplam 119 tür teşhis edilmiştir. Toplam biyokütlenin % 53'nü Bacillariophyta, % 27'ni Chlorophyta, % 3'nü Chrysophyta, % 2'ni Cryptophyta, % 10'nu Cyanobacteria, % 4'nü Pyrrophyta ve % 2'ni Euglenophyta türlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ortalama klorofil *a* derişimini $8.24 \pm 2.08 \text{ mg/m}^3$ olarak tespit etmişlerdir. Ortalama toplam fosfor (TP) değeri $10.46 \pm 6.20 \text{ mg/m}^3$, ortalama Secchi derinliği (SD) $1.08 \pm 0.35 \text{ m}$, çözünmüş oksijen (ÇO) $6.36 \pm 0.06 - 11.63 \pm 0.06 \text{ mg/l}$, pH $7.80 \pm 0.01 - 8.92 \pm 0.01$ ve su sıcaklığı $5.3 - 27.8^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Çalışma süresince Beyşehir Gölü'nde ortalama fitoplankton biyokütlesi 0.40 ± 0.11 ve $6.43 \pm 1.00 \text{ mg/l}$ arasında değişim göstermiştir. Gölün ortalama fitoplankton biyokütlesi ($1.98 \pm 1.18 \text{ mg/l}$) ile mezotrofik besin düzeyi ve **iyi** ekolojik kalite sınıfını gösterdiğini bildirmişlerdir.

Isparta ili Değirmendere Çayı'nda Temmuz 2010-Haziran 2011 tarihleri arasında (aylık olarak) altı örnekleme noktasında, epilitik diyatome topluluklarının mevsimsel değişimi, gelişimi ve suyun fizikokimyasal parametreleri arasındaki ilişki Gün (2011) tarafından, araştırılmıştır. Çalışmada, epilitik diyatomelere ait toplam 10 takım, 21 cins ve 109 takson saptanırken, *Achnanthes minutissima*, *Navicula cincta*, *Navicula veneta* ve *Meridion circulare* türlerinin dominant özellik gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, bölgenin su kalitesinin belirlenmesinde 13 farklı diyatome indeksi (SLA, DESCY, IDSE, SHE, TDI, GENRE, IPS, IBD, EPI-D, DI-CH, IDP, SID ve TID biyotik) hesaplanmıştır. Çalışma sonunda hesaplanan indeksler ve fizikokimyasal parametreler arasında görülen en yüksek sapmanın TDI ve DESCY indekslerinde olduğu bildirilmiştir.

Tokatlı vd. (2011) Porsuk Baraj Gölü su, sediment ve diyatome frustullerinde bazı makro ve mikro element seviyelerini araştırmış, kirlilikten uzak bir alan olarak bilinen Gürleyik Çayı sonuçları ile karşılaştırmıştır. Porsuk Baraj Gölündetoplam 25 takson tespit edilirken, *Stephanodiscus agassizensis* (% 21.79), *Epithemia sorex* (% 14.1), *Aulacoseira granulata* (% 10.89), *Cyclotella ocellata* (% 5.76), *Nitzschia palea* (% 5.76), *Aulacoseira ambigua* (% 5.12), *Cocconeis pediculus* (% 5.12), *Rhopalodia gibba* (% 5.12) ve *Cocconeis placentula* (% 4.48) türlerinin dominant özellik gösteren türler olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, Gürleyik Çayı'nda tespit edilen toplam 45 takson içerisinde en baskın taksonların ise; *Nitzschia dissipata* (% 7.69), *Cymbella amphicephala* (% 7.05), *Navicula tripunctata* (% 7.05), *Encyonema ventricosum* (% 5.12), *Navicula veneta* (% 5.12), *Nitzschia linearis* (% 5.12), *Cocconeis placentula* var. *lineata* (% 4.48), *Navicula capitatoradiata* (% 3.84), *Surirella angustata* (% 3.84), *Fragilaria cappucina* var. *rumpens* (% 3.2), *Gomphonema truncatum* (% 3.2) ve *Tryblionella apiculata* (% 3.2) olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda, Porsuk Baraj Gölü su ve sedimentinin metallerce kontamine olduğunu ve diyatome frustullerinin bazı metalleri (Al, Fe, Se, Zn, B, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Si) çevrelerinden daha fazla biriktirdiğini belirlemiştir.

Ağlasun ve Isparta derelerinin bentik faunası ve su kalitesi Kalyoncu ve Zeybek (2009) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, istasyonlardan aylık olarak, su ve taban büyük omurgasız örnekleri alınmıştır. Çalışma sonucunda, taban büyük omurgasızlardan *Turbellaria*, *Gastropoda*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Crustacea* ve *Insecta* sınıflarına ait olmak üzere toplam 41 takson teşhis edilmiş ve Ağlasun Deresi ve Isparta Deresi'nde 3 farklı su kalitesi basamağı belirlenmiştir. Fizikokimyasal parametrelerden elde edilen su kalitesi sonuçlarının Belçika Biotik İndeksi (BBI)'nden elde edilen su kalitesi sonuçlarını desteklediği, Ağlasun Deresi'nin I. ve II. kalite sınıfları arasında olduğu ve Isparta Deresi'nde belirlenen istasyonların aşırı derecede kirli karakter gösterdiği saptanmıştır.

Darıören ve Isparta nehirlerinde altı istasyon belirlenerek epilitik diyatomeler ile nehir su kalitesi arasındaki ilişki Kalyoncu vd. (2009) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada 32 genusa ait toplam 110 diyatome taksonu tespit edilmiştir. Belirlenen bu taksonlar

içerisinde organik kirlilik toleransı bakımından *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith., *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G. Mann., *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Navicula atomus* (Kützing) Grunow ve *Navicula cryptocephala* Kützing'nın yüksek ve dominant özellikte olduğunu bildirmişlerdir. Bentik diyatome indeksleri (İsviçre Diyatome İndeksi (DI-CH) Trofik İndeks (TI) ve saprobik İndeks (SI)) arasında karşılaştırma yapmışlardır. Çözünmüş oksijen, klorür, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD_5) ve besin (NO_3-N , NO_2-N , NH_4-N ve PO_4-P) konsantrasyonları arasındaki korelasyonun önemli olduğunu ve fiziksel-kimyasal değişkenler ile DI-CH, TI ve SI indeksleri arasında yüksek korelasyon olduğunu belirlemişlerdir.

Yedikır Baraj Gölü fitoplanktonu mevsimsel değişimini Kasım 2004-Nisan 2006 tarihleri arasında, Maraşlıoğlu (2007) incelemiştir. Gölde, toplam 126 takson (Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta Cyanophyta, Dinophyta, Euglenophyta ve Xanthophyta divizyonlarına ait) saptanmıştır. Sonuç olarak, Yedikır Baraj Gölü'nün mezotrofik karakter gösterdiği bildirilmiştir.

Derbent Baraj Gölü (Samsun, Türkiye) fitoplanktonu Şubat 2001-Temmuz 2002 tarihleri arasında Taş ve Gönüloğlu (2007), tarafından incelenmiştir. Araştırmada, fitoplanktonda 8 bölüme ait toplam 180 takson belirlerken, bunların 22'si Cyanophyta (Cyanobacteria) [% 12], 74'ü Bacillariophyta [% 41], 69'u Chlorophyta [% 38], 1'i Chrysophyta [% 1], 2'si Cryptophyta [% 1], 6'sı Euglenophyta [% 3], 3'ü Pyrrophyta [% 2] ve 3'ü Xanthophyta [% 2] bölümlerine ait olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, planktonik alg kompozisyonuna göre Derbent Baraj Gölü oligotrofikten mezotrofik özelliğe giden bir karakter gösterdiğini belirlemişlerdir.

Orhaneli Çayı'nın kirlilik seviyesi epilimnetik diyatome ve bentik omurgasızlar kullanılarak Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında (aylık olarak) altı örnekleme istasyonunda, Dalkıran (2006), tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, epilimnetik diyatome için 199 ve bentik omurgasızlar için 103 takson tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, toplam sertlik, magnezyum, klor, silis ve sülfatın Principal Components Analizi (PCA) sonucuna göre akarsuyun karakteristik özelliklerini etkileyen en önemli kimyasal değişkenler olduğu ve sıcaklık, pH, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, karbonat ve bikarbonatın ise akarsuyu karakterize eden diğer değişkenler

olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Orhaneli Çayı'nda kirlilik gradientini belirlemek için bentik omurgasızlara dayanan 27, epilitik diyatomelere dayanan 20 metrik uygulanmış, test edilen birçok metrik fiziksel ve kimyasal değişkenlerle anlamlı ilişki göstermiştir. Uygulanan DCA Analizi % EPT, % Oligochaeta ve 1-GOLD İndeksi gibi bentik omurgasızlara dayanan kompozisyon metriklerinin, epilitik diyatomelere dayanan iki çeşitlilik metriğinin ve Trofik Diyatome İndeksinin komünite yapılarını karakterize eden en kuvvetli metrikler olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, İstatistiksel analiz sonuçları Orhaneli Çayı'nda organik kirliliğin belirlenmesinde bentik omurgasızların epilitik diyatomelere göre daha duyarlı olduğunu göstermiştir. İnorganik kirliliğin ve madencilik faaliyetlerinin belirlenmesinde ise her iki organizma grubunun da iyi indikatör oldukları bildirilmiştir.

Dalkıran vd. (2006), ötrofik ve sığ olan Uluabat Gölü'nün Haziran 1998 - Temmuz 1999 arasında aylık olarak toplanan fiziksel ve kimyasal verilere göre durumunu araştırmışlar ve alınabilecek tedbirleri bildirmişlerdir.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi I. Göleti'nde (Samsun) fitoplankton yoğunluğunun mevsimsel değişimini Dönmez (2006) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, Bacillariophyta (57), Chlorophyta (33), Euglenophyta (16), Cyanophyta (4), Dinophyta (3), Cryptophyta (2), Xanthophyta (1) ve Chrysophyta (1) divizyolarına ait toplam 117 takson belirlenmiştir. Ayrıca, göletin berraklığın az olması, çözünmüş oksijenin düşük olması ve bileşik indeks değeri bakımından mezotrofik karakterde olduğu bildirilmiştir.

Ersanlı (2006), Çakmak Baraj Gölü'nün alg florasının mevsimsel değişimini araştırmıştır. Çalışma sonunda, toplam 136 takson (Bacillariophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Cyanoprokaryota, Dinophyta, Euglenophyta ve Xanthophyta) tespit etmiştir. Bacillariophyta divizyosunun tür sayısı bakımından ve Chlorophyta divizyosunun ise populasyon yoğunluğu bakımından baskınlık gösterdiğini saptamıştır. Shannon-Weiner çeşitlilik ve düzenlilik indeksleri, kümeleme analizi, çok boyutlu ölçekleme analizi (MDS) sonucunda, komünite yapısı ve ekolojik şartlar bakımından fonksiyonel fitoplankton gruplarının Reynolds vd. (2002)'nin sistemine göre belirlemiştir. Sonuç olarak, gölün fizikokimyasal özellikleri, klorofil *a* miktarı ve

sucul makrofitler bakımından fakir olması nedeniyle oligotrofik özellik gösterdiğini bildirmiştir.

Emet Çayı'nda 5 istasyonda aylık örnekleme sonucunda kirlilik düzeyinin belirlenmesinde epipelik diyatomeleler ve bentik omurgasızlar kullanılmıştır (Karacaoğlu 2006). Çalışmada, epipelik diyatomelelerden 180 ve bentik omurgasızlardan 88 takson tespit edilmiştir. Ayrıca, 30 ayrı fizikokimyasal değişken incelenmiştir. Elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, toplam sertlik, bor, kalsiyum, bikarbonat ve akarsu debisinin PCA sonuçlarına göre en önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, Emet Çayı'nın jeolojik yapısının suyun kimyasal kompozisyonunu ve dolayısıyla epipelik diyatomelelerin ve bentik omurgasızların komünite yapısını istatistiksel açıdan etkileyen birincil faktör olduğunu ve organik kirlenmenin önemli olmadığını bildirmiştir. Buna karşın PCA'ya göre anlamlılık gösteren kimyasalların tümü Emet Çayı'nda inorganik kirlenmenin daha önemli olduğunu göstermiştir.

Demirdöven Baraj Gölü'nün fitoplankton ve bentik alglerinin mevsimsel değişimi Kıvrak ve Gürbüz (2005), tarafından incelenmiştir. Çalışmada fitoplankton için Chlorophyta (% 69), Bacillariophyta (% 25), Euglenophyta (% 4) ve Dinophyta (% 2) divizyonlarına ait toplam 116 takson ve bentik alg topluluğu için Bacillariophyta (% 57), Cyanophyta (% 27), Chlorophyta (% 11) ve Euglenophyta (% 5) divizyonlarına ait toplam 174 (165'i epipelik algler) takson belirlenmiştir. Tespit edilen türlerden fitoplankton ve epipelik alglerin yoğunluğunun ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde belirgin bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, baraj gölünün besin tuzları, fitoplankton yoğunluğu ve gölün morfometrik yapısı bakımından oligotrofik özellik gösterdiği bildirilmiştir.

Topçam Baraj Gölü (Çine-Aydın)'nın fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimi iki örnekleme istasyonunda Sömek vd. (2005) tarafından incelenmiştir. Çalışmada örnekler, 60µm göz açıklığındaki plankton kepçesiyle vertikal ve horizontal çekimler yapılarak alınmıştır. Araştırma sonunda, Chlorophyta (26), Bacillariophyta (15), Cyanophyta (15), Euglenophyta (4) ve Dinophyta (3) olmak üzere toplam 63 takson belirlenmiştir. Belirlenen taksonlar içerisinde; *Botryococcus braunii*, *Pediastrum*

boryanum, *Staurostrum paradoxum*, *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Surirella robusta*, *Synedra acus*, *Anabaena solitaria*, *Aphanizomenon gracile*, *Aphanizomenon issatschenkai*, *Gomphosphaeria aponina* ve *Ceratium hirundinella*'nın araştırma süresince görülme sıklığı en fazla olan taksonlardır. Sonuç olarak, Nygaard (1949) bileşik indeksi değerleri ve fitoplankton kompozisyonuna göre Topçam Baraj Gölü'nün mezotrofikten ötrofiğe doğru yönelim gösterdiği saptanmıştır.

Büyük Akgöl Gölü (Sakarya) epilitik, epipelik alglerini ve su parametreleri Akyüz (2004) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, Bacillariophyta (34), Chlorophyta (14), Cyanophyta (11), Euglenophyta (9), Dinophyta (4) ve Chrysophyta (2) olmak üzere toplam 74 takson belirlenmiştir. Çalışma sonunda, Shannon-Weiner Çeşitlilik İndeksi (H') ortalama 1.26, trofik seviye ortalama 18.5 olarak hesaplanırken, Büyük Akgöl Gölü'nü ileri derecede ötrofik olduğunu belirtilmiştir.

Uyuz Gölü algleri Nisan 1999 ve Kasım 2000 tarihleri arasında, farklı habitatlardan aylık alınan örneklerde, kalitatif ve kantitatif olarak Açıkgöz (2003) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, Cyanophyta (41), Euglenophyta (8), Chlorophyta (31) ve Bacillariophyta (112) olmak üzere toplam 192 tür tespit edilmiştir. Ayrıca, Bacillariophyta ve Cyanophyta'ya ait türlerin yoğunluklarının birbirine ters orantılı olarak baskınlık gösterdiğini, türlerin yayılımı ve gelişimi üzerinde fizikokimyasal etkenlerin (ışık, sıcaklık, pH) ve besin tuzlarının (özellikle azot ve fosfor) etkili olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, yoğunluğun ilkbahar, yaz dönemlerinde belirlendiğini ve gölün ötrofik karakterde olduğunu bildirmiştir.

Gümüşhane Karanlık Göl'ün (Artabil Milli Parkı) epipelik ve epilitik alg kompozisyonu Akar (2003), tarafından incelenmiştir. Çalışmada, toplam 89 takson olarak belirlerken bunların Bacillariophyta (49), Chlorophyta (24), Cyanophyta (14) ve Euglenophyta (2) divizyolarına ait olduğunu saptamıştır. Ayrıca, epipelik algler için uygulanan Shannon-Weiner çeşitlilik indeksinin değerini 2.979 olarak hesaplamıştır. Sonuç olarak, gölün epipelik ve epilitik alg florasının, kuzey yarımküredeki oligotrofik alpin ve arktik göller ile benzer olduğunu belirlemiştir.

Kozanlı-Gökgöl algleri Nisan 1999-Kasım 2000 tarihleri arasında üç istasyondan plankton, epipelon, epifiton ve epilimon olmak üzere farklı habitatlardan aylık örneklenme yapılarak Udoh (2003) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, toplam 278 tür tespit edilirken, tür çeşitliliği ve yoğunluğu açısından Bacillariophyta grubu üyelerinin baskınlık gösterdiğini belirlemiştir. Ayrıca, ışık, sıcaklık, özellikle azot ve fosfor gibi besin tuzlarının tespit edilen türlerin dağılımı ve gelişimi üzerine etkili olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte yaz ve sonbahar dönemlerinde türlerin yoğunluğunda artış olduğunu saptamıştır. Sonuç olarak, Kozanlı-Gökgöl gölünün alkali ve ötrofik bir karakter taşıdığını bildirmiştir.

Beyşehir Gölü bentik ve planktonik alglerini Cirik vd. (1991) araştırmışlardır. Çalışmada Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae ve Euglenophyceae gruplarına ait toplam 97 tür belirlemiştir. Ayrıca, Chlorophyceae sınıfının dominant özellik gösterdiğini belirlemiştir.

2.4 Biyolojik İndeksler

2.4.1 Fitoplankton indeksleri

Shannon ve Wiener (1963), tarafından oluşturulan Shannon-Weiner (H') indeksi, tür çeşitliliğiyle türlere ait birey sayıları arasındaki ilişkiye bağlı olarak nasıl dağılım gösterdiğini belirtir. İndekste tür sayısı ile birlikte, türlerin birbirleri arasında ve ortamda bulunma oranları önemlidir. İndeksin ekolojik kalite yönünden sınır değerleri; 0 (kötü) – 5 (iyi) arasında değişmektedir. İndeks değerinin yüksek çıkmasında tür zenginliği ile türler arasındaki dağılımın etkisi büyüktür. İndeks değerinin $2.5 >$ olması ortamda dominansinin başladığını göstermektedir (Jorgensen vd. 2004, 2005) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Shannon-Weiner (H') indeksinin sınır değerlerine göre ekolojik kalite sınıfları (Simboura ve Zenetos 2002, Jorgensen vd. 2004, Jorgensen vd. 2005, Sezen 2008)

Ekolojik Kalite Durumu	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf	Kötü
Simboura ve Zenetos 2002	> 5	4 - 5	3 - 4	1.5 - 3	0 - 1.5
Jorgensen vd. 2004 ve 2005	> 4	3 - 4	2 - 3	1 - 2	0 - 1
Norveç Bentos Çevresel Durum Sınıflandırması	> 4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	< 1

Evenness (düzenlilik) indeksi, türler arasında birey sayılarına göre dağılımının düzenliliğini ve homojenliğini tespit etmek için kullanılır. Evenness indeksi, dominansinin türlere göre dağılımını göstermekte kullanılır. İndeksin sınır değerleri 0 – 1 arasında değişirken, indeks değerinin 0'a yakın çıkması düzensiz dağılım ve 1'e yakın çıkmasının ise düzenli bir dağılım olduğunu göstermektedir (Jorgensen vd. 2004; Jorgensen vd. 2005) (Çizelge 2.2).

Margalef (D_{Mg}) indeksi, örneklemede bulunan türlere bağlı olarak çeşitliliğin ve zenginliğin belirlenmesinde kullanılırken, tür zenginliğine göre bölgedeki (istasyon, lokalite vb.) tür artış ve azalış miktarını gösterir ve ortamdaki kirlilik etkisini belirlemede kullanılır. Margalef indeksi sınır değeri, komünitedeki tür sayısı arttıkça büyür (Jorgensen vd. 2004; Jorgensen vd. 2005) (Çizelge 2.2).

Odum (1971) tarafından geliştirilen Odum (D_{Od}) indeksi, tür ve birey sayısının binde oranlanması şeklinde hesaplanır (Çizelge 2.2). Karydis ve Tsirtsis (1996)'ın belirttiği essaslara göre McNaughton Dominansi (I) indeksi, örneklemedeki türler içerisinde birey sayısı yönünden en baskın iki türe bağlı değerlendirilmektedir.

Çizelge 2.2 Margalef, Menhinick, Odum ve Evenness indekslerinin ekolojik kalite sınıfları (Karydis ve Tsirtsis 1996, Kitsiou ve Karydis 2000)

İndeksler	Oligotrofik Alan		Düşük Mezotrofik Alan		Yüksek Mezotrofik Alan		Ötrofik Alan
Margalef	<	1.32	<	1.5	<	1.89	<
Menhinick	>	0.19	>	0.09	>	0.05	>
Odum	>	3.05	>	0.15	>	0.04	>
Evenness	>	0.8	>	0.68	>	0.45	>

McIntosh (M_D) indeksi; Shannon-Weiner (H'), Margalef (D_{Mg}) ve Simpson Çeşitlilik (S) indekslerine göre çok yaygın olmamakla birlikte, indeks türlerin çeşitlilik düzeyinin belirlenmesinde kullanılır (McIntosh 1967).

Hurlbert'in rastlantı indeksi (PIE), türlerin ortamda bulunma istikrarı ve sürekliliği teorisine dayanmaktadır (Hurlbert 1971). İndeksin hesaplanmasında türler arasındaki genel farklılıkları yakalamak için, çeşitlilik özellikleri bireysel kuadrat seviyesinde ölçülerek uygulanmaktadır (Dad ve Reshi 2015).

Simpson (1949) indeksleri, populyondan elde edilen ikinci bir örneğin başlangıçtaki ile aynı olma olasılığını tespit etmek için kullanılan çeşitliliği ve dominansiyi hesaplamak için kullanılır. Simpson Çeşitlilik (S) ve Simpson Dominansi (D_s) indekslerinin sınır değerleri 0 – 1 arasında değişim gösterirken, her iki indeks arasında ters orantı bulunmaktadır (Odum ve Barrett 2005). Simpson dominantlık indeksinde tür sayısı ne kadar çok ve düzenli dağılırsa değer 0'a yakın olurken Simpson Çeşitlilik indeksinin 1'e yakın olduğu görülmektedir (Gökmen 2007, Sezen 2008).

Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI), CCA analizi sonucunda fitoplanktona ait gardiyan üzerindeki konumdan trofik ağırlıkların belirlenmesiyle hesaplanmaktadır. Trofik ağırlıklar (w_i) 1 – 5 arasında değişerek ekolojik kalitenin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İndeksin sınır değerleri 0 – 1 arası kötü, 1 – 2 arası zayıf, 2 – 3 arası

orta, 3 – 4 iyi ve 4 – 5 arası çok iyi olarak sınıflandırılmaktadır (Salmaso vd. 2003, Salmaso vd. 2006).

Q indeksi, fitoplankton topluluklarına göre ekolojik kalitenin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. İndeks, fitoplankton fonksiyonel gruplarının belirlenmesi ve bunlara ilişkin F değerlerinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Q indeksinin ekolojik kalite sınıf değerleri, 0 (hipertrofik) – 5 (oligotrofik) arasında değişmektedir (Reynolds vd. 2002, Padisak vd. 2009).



Çizelge 2.3 Fitoplankton indekslerinin (E, PTI, PIE, D_{Mg}, D_{Mn}, D_{Od}, S, D_s, H' ve Q) sınır değerleri

İndeks	Sınır Değerleri	Kaynak
E Evenness İndeksi	1 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Karydis ve Tsirtsis 1996; Kitsiou ve Karydis 2000; Jorgensen vd. 2004; Jorgensen vd. 2005
PTI Fitoplankton Trofik İndeksi	5 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Salmaso vd. 2003; Salmaso vd. 2006
PIE Hulbert İndeksi	5 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Sanders (1968); Hurlbert (1971)
D_{Mg} Margalef İndeksi	0 (Çok iyi) - 2 (Çok kötü)	Karydis ve Tsirtsis 1996; Kitsiou ve Karydis 2000
D_{Mn} Menhinick İndeksi	0.20 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Karydis ve Tsirtsis 1996; Kitsiou ve Karydis 2000
D_{Od} Odum's İndeksi	4 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Karydis ve Tsirtsis 1996; Kitsiou ve Karydis 2000
S Simpson (Çeşitlilik) İndeksi	1 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Odum ve Barrett 2005; Gökmen 2007; Sezen 2008
D_s Simpson (Dominansi) İndeksi	0 (Çok iyi) - 1 (Çok kötü)	
H' Shannon-Weiner İndeksi	5 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Simboura ve Zenetos 2002; Jorgensen vd. 2004; Jorgensen vd. 2005; Sezen 2008
Q Q İndeksi	5 (Çok iyi) - 0 (Çok kötü)	Reynolds vd. 2002; Padisak vd. 2009

2.4.2 Diyatome indeksleri

Zelinka ve Marvan (1961) tarafından önerilen bu indeks, EPI-D, IPS, IDG, SLA, DESCY, LOBO, Rott (TI ve SI) ve DI-CH gibi birçok diyatome indeksinin belirlenmesinde temel alınarak kullanılmaktadır (Çizelge 2.5).

IBD İndeksi Fransa'da rutin olarak su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bir metottur (Coste vd 2009). İndeksin temelinde farklı kirlilik hassasiyeti gösteren 209 adet tür bulunmaktadır. Buna ek olarak, kirlilik hassasiyeti veya ekolojik profilin belirlenmesinde türlerin bulunma olasılığı 7 kalite sınıfında değerlendirilir. IBD indeksin skor değerinin hesaplanmasında türlerin bulunuşu ve bolluk değerleri kullanılır.

Watanabe (1982) tarafından nehir kirlilik indeksi (RPIB)'ni elde etmek için geliştirilen WAT indeksi, nehir kirliliğinin genel durumunun değerlendirilmesini sağlamıştır. Watanabe (1981)'e ortamdaki epilitik diyatome topluluklarının spesifik kompozisyonuna bağlı olarak diyatome topluluğu indeksini geliştirdi ve bu indekse ait olan denklem biyolojik değerlendirme sonucunda elde edilen su kalitesi çizelgesine (su kirliliği sınıf aralığı 4 – 6 arası) dayanırken, kirlilik derecesinin aslında kademeli ve sürekli olarak değiştiğini belirlemiştir (Çizelge 2.5).

TDI indeksi, Zelinka and Marvan (1961) tarafından belirtilen formülden uyarlanmış olup, indeks başlangıçta nehirlerin trofik durumunun belirlenmesi için kullanılırken, zamanla besin yükü bakımından daha yüksek olan sulara uyarlaması yapılmıştır. Planktonik olan taksonların çıkarılmasıyla başlangıçta 1 (kirlilik yok) – 5 (yüksek kirlilik) arasında olan takson duyarlılığı ve skor değeri, 0 (kirlilik yok) – 100 (yüksek kirlilik) arası olacak şekilde değiştirilmiştir. Bunlar yüksek fosfor konsantrasyonları, askıda katı maddeler, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve amonyak gibi indikatörlerin değerleriyle ilişkilidir. % PTV'nin organik kirliliğin tahmininde kullanılmasının TDI'ya göre daha az güvenilir olduğu bildirilmektedir (Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5) (Kelly 1998).

Çizelge 2.4 % PT sonucuna göre organik kirlilik durumunun sınıflandırılması (Kelly 1998)

Toleranslı Taksonlara Ait Oran	Organik Kirlilik Durumu
<20	Önemli bir kirlilik yok
21 – 40	Kirlilikle ilgili bazı bulgular var
41 – 60	Kirliliğin, ötrofikasyona yol açması yüksek
61<	Bölge şiddetli kirliliğe maruz kalmıştır

Çizelge 2.5 OMNIDIA programında hesaplanan indekslerin (SLA, EPI-D, LOBO, TID, SID, IDP, DESCY, IDSE, TDIL, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT, TDI ve % PT) sınır değerleri

İndeks	Skala	Sınır Değerleri	Kaynak
SLA Sladeczek İndeksi	4	0 (çok iyi) - 4 (çok kötü)	Sladeczek 1986
EPI-D Diyatomepler için Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi		0 (çok iyi) - 4 (çok kötü)	Deil’Uomo 2004
LOBO Lobo İndeksi		1 (çok iyi) - 4 (çok kötü)	Lobo vd. 2004
TID Rott Trofik İndeksi		0.3 (çok iyi) - 3.9 (çok kötü)	Rott vd. 1999
SID Rott Saprobik İndeksi		1 (çok iyi) - 3.8 (çok kötü)	Rott vd. 1997
IDP Pampean Diyatome İndeksi		0 (çok iyi) - 4 (çok kötü)	Gomez ve Licursi 2001
DESCY Descy İndeksi	5	1 (çok kötü) - 5 (çok iyi)	Descy 1979
IDSE Leclercq ve Maquet İndeksi		1 (çok kötü) - 5 (çok iyi)	Leclercq ve Lecointe 2008, Leclercq ve Ntislidou 2009
TDIL Göller için Trofik Diyatome İndeksi		0 (çok kötü) - 5 (çok iyi)	Stenger-Kovacs vd. 2007
SHE Steinberg ve Schiefele İndeksi	7	0 (çok kötü) - 7 (çok iyi)	Steinberg ve Schiefele 1988
DI-CH İsveç Diyatome İndeksi	8	1 (çok iyi) - 8 (çok kötü)	Hürlimann ve Niederhauser 2002
IPS Spesifik Kirlilik İndeksi	20	1 (çok kötü) - 20 (çok iyi)	Cemagref 1982
IDG Cins Düzeyinde Diyatome İndeksi		1 (çok kötü) - 20 (çok iyi)	Cemagref 1982, Rumeau ve Coste 1988
IDAP Artois-Picardie Diyatome İndeksi		1 (çok kötü) - 20 (çok iyi)	Prygiel vd. 1996
IBD Biyolojik Diyatome İndeksi		1 (çok kötü) - 20 (çok iyi)	Anonymous 2007, Coste vd. 2009
CEE Avrupa İndeksi		1 (çok kötü) - 20 (çok iyi)	Descy ve Coste 1991
WAT Organik Kirlilik için Diyatome Topluluk İndeksi	100	0 (çok kötü) - 100 (çok iyi)	Watanabe vd. 1990
TDI Trofik Diyatome İndeksi		0 (çok iyi) - 100 (çok kötü)	Kelly ve Whitton 1995, Kelly vd. 2001
% PT Kirliliğe Toleranslı Takson İndeksi		0 (çok iyi) - 100 (çok kötü)	Kelly ve Whitton 1995, Kelly vd. 2001

2.5 Abant Gölü'nde Yapılmış Çalışmalar

Karakaya vd. (2015), 2012 – 2014 yılları arasında Abant Gölünün metabolizmasının Diel Oksijen Tekniği ile belirlemesini incelemişlerdir. Çalışmada, brüt birincil üretim (GPP), net ekosistem üretimi (NEP) ve ekosistem solunumu (R) diel oksijen tekniği ile tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda, R_{gece} ile $R_{gündüz}$ değerlerinin eşit kabul edilmesi durumunda $R_{gündüz}$ ve buna bağlı olarak GPP'nin daha düşük tahmin edilmesine neden olduğunu belirlemişler, daha gerçekçi bir şekilde tahmin edilebilmesi için R_{gece} ve $R_{gündüz}$ değerlerinin eşit olarak kabul edilmemesi gerektiğini bildirmişlerdir (Çizelge 2.5).

Servi (2010), 2008-2009 yılları arasında Abant Gölü Tabiat Parkı'nın makrofungus faunasını incelemiştir. Çalışmada, 458 makrofungus örneği toplanırken, laboratuvar çalışmaları sonucunda toplam 2 bölüme ait 13 takım, 34 familya ve 67 cinse ait toplam 103 makrofungus taksonu olduğunu saptamıştır.

Dügel vd. (2008), Abant Gölü'nün ostracod türlerini incelemişlerdir. Çalışmada, toplam 16 ostracod türü saptanırken, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değişimlerinin tür kompozisyonunu etkilediğini belirlemişlerdir. Ayrıca gölün oligotrofikten mezotrofiğe doğru geçiş yaptığını ve ostracod komünite yapısının paralel olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Çelekli vd. (2007), Abant Gölü'nün fitoplanktonunu Haziran 2003 – Haziran 2005 tarihleri arasında incelemişlerdir. Chlorophyta (95), Euglenophyta (21), Cyanoprokaryota (23), Pyrrophyta (8), Chrysophyta (7), Cryptophyta (6), Xanthophyta (1) ve Prasinophyta (1) ait toplam 162 takson teşhis etmişlerdir. Bunlardan Chlorophyta'nın yaklaşık % 58.6 tür zenginliği ile fitoplankton kompozisyonunda baskın olduğu ve fitoplankton kompozisyonu yönünden Abant Gölü'nün, Türkiye algal florası için çok sayıda yeni takson içerdiği bildirilmiştir.

Çelekli ve Külköyoğlu (2006), Abant Gölü'nde  kıyısal ve iki vertikal istasyonda diyatome florasını Haziran 2003 – Haziran 2005 yılları arasında aylık olarak iki yıl süreyle, incelemiştirler. Çalışmada, toplam 123 diyatome taksonu saptanırken, bazı türleri (*Asterionella formosa* Hassall, *Cymbella silesiaca* Bleisch, *C. cistula* Kirchner, *Fragilaria biceps* (Kützing) Lange-Bertalot, *F. dilata* (Brebisson) Lange-Bertalot, *Navicula radiosa* Kützing ve *Rhopalodia gibba* Mller) tüm istasyonlarda ve her ay belirlemişlerdir. Ayrıca, diyatome türleri yoğunluğunun 2003 yılında Kasım (83 takson), Aralık (68 takson) aylarında ve 2004 yılında ise Ağustos (65 takson) ve Eylül (76 takson) aylarında arttığını belirlemişlerdir (izelge 2.6).

Duman (2005), Abant Gölü'nde su, sediment ve *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Potamogeton lucens* ve *Nuphar lutea* gibi sucul makrofitlerde ağır metal akmlasyonunun mevsimsel değişimini incelemiştir. Çalışmada, su ve sediment kirliliğinin, trafik ve fosseptik atık kaynaklı olduğunu ağır metal yoğunluğunun bitki türlerine ve yapısına göre farklılıklar gösterdiğini belirlemiştir. Ağır metallerin bitkinin en çok kök kısmında biriktiğini saptarken, en yüksek ağır metal birikiminin sonbahar ve kış mevsiminde olduğu belirtmiştir. Bununla birlikte, *Phragmites australis* (Pb, Cr, Cu ve Ni)'in ve *Schoenoplectus. lacustris* (Mn, Zn ve Cd)'in ağır metal birikiminin etkin olduğunu ve bünyesinde biriktirdiğini bildirmiştir.

Külköylüoğlu vd. (2005), Ağustos 2003 – Ağustos 2005 tarihleri arasında (aylık olarak) Gölköy Göleti ve Abant Gölü'nde fitoplankton yoğunluğu ve su kalitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, Abant Gölü (292) ve Gölköy Göleti (289)'nde toplam 369 fitoplankton taksonu belirlenirken, yapılan Sorenson (2.77) ve Jaccard (0.99) benzerlik analizlerine göre her iki ortamın birbirine çok benzer olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte, koliform bakteri koloni miktarının mevsime göre Abant Gölünde; 1.1×10^3 - 2.2×10^6 cfu ve Gölköy Göleti 1.3×10^4 - 3.5×10^6 cfu olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre her iki su ortamındaki fitoplankton gruplarının çevresel etkenler yüzünden olumsuz yönde etkilendiğini, Gölköy Göleti'nin mezotrofik-ötrofik ve Abant Gölü'nn ise mezotrofik karakterde olduğunu belirlemişlerdir (izelge 2.6).

Külköylüoğlu vd. (2003), Abant Gölü ve evre sularında 2001-2003 yılları arasında su kalitesi değişimi ve ostrakoda (Crustacea) dağılımını incelemişlerdir. Çalışmada, toplam 16 ostrakod türü tespit etmişlerdir. Tr sayısı ve çözünmüş oksijen miktarı arasında yapılan Spearman Korelasyon analizine göre, önemli ($P<0.05$) bir pozitif ilişki olduğunu ve oksijen miktarındaki azalmalar tr sayısını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca, bakteri miktarında bir artışın olduğunu ve özellikle Abant deresinde artışın yoğun olduğunu tespit etmişlerdir.

Türker ve Güner (2003), tarafından 1994 – 1995 yılları arasında Abant Gölü Tabiat Parkı'nın merkez kısmında damarlı bitki florasını araştırmıştır. Çalışmada, 84 familyaya ait 332 cins, 664 tür, 150 alttür ve 67 varyete olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte, tr yoğunluğuna göre familya bakımından *Asteraceae* (68; % 10.3) ve *Poaceae* (55; % 8.3) olurken, cins bakımından ise *Veronica* L. (15; % 2.3) ve *Ranunculus* L. (12; % 1.8)'dur olduğunu bildirmişlerdir. Belirlenen bu türlerin fitocoğrafik dağılımlarının ise, Avrupa-Sibirya (% 29.3), Akdeniz (% 5.6), İran-Turan (% 4.7) ve kozmopolit (% 3.1) elementi olduğunu, % 57.5'sinin ise fitocoğrafik bölgesi belli olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, belirlenen taksonlar arasında 55'nin (endemizm oranı % 8.1) endemik olduğunu saptamışlardır.

Atıcı (2000), Atıcı ve Obalı (2002) ve Atıcı vd. (2005), Ocak 1997-Kasım 1997 tarihleri arasında Yedigöller ve Abant Gölü fitoplanktonunu oluşturan alg gruplarının mevsimsel değişimi ve klorofil a değerlerini araştırmışlardır. Çalışmada Yedigöller'de 62 ve Abant Gölü'nde 68 takson (*Bacillariophyta* (35), *Chlorophyta* (24), *Cyanophyta* (12), *Euglenophyta* (5), *Dinophyta* (5), *Chrysophyta* (3), *Cryptophyta* (1) ait toplam 85 takson) belirlemişlerdir. Araştırma bölgelerinde *Bacillariophyta*'ya ait bireylerin baskınlık oluşturduğunu, Abant Gölü'nde *Chrysophyta* ve *Prriophyta*'ya ait bireylerin ilkbahar sonlarında yoğunluğunda azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, klorofil a değerlerinin mevsimsel değişimlerinin her iki gl içinde dönemsel benzerlik gösterdiği ve fitoplankton yoğunluğunun mevsimsel değişiminin ortamın fiziksel ve kimyasal faktörlerinden etkilendiği bildirilmiştir (izelge 2.6).

Altındağ (1999), Ocak 1997-Kasım 1997 tarihleri arasında Abant Gölü rotifera faunasını taksonomik olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda, 18'i Abant Gölü ve 4'ü (*Collotheca pelagica*, *Conochilus hippocrepis*, *Gastropus stylifer* ve *Ascomorpha ecuadis*) Türkiye için yeni kayıt olarak toplam 22 rotifera türü tespit etmiştir.



Çizelge 2.6 Abant Gölü’nde yapılan araştırmalara göre bazı morfometrik parametreler ve su kalitesi

Parametreler			Kaynaklar
Morfometrik Parametreler	Oluşum Tipi	Heyelanset	Erçin vd. 1961; Müderrisoğlu vd. 2005
	Yüzey Alanı (ha)	125-127	Mater ve Sunay 1985; Çobanoğlu 1999; Türker ve Güner 2003; Anonim 2016d; Anonim 2016f
	Çevresi (km)	6-7	Mater ve Sunay 1985; Türker ve Güner 2003; Anonim 2016f
	Maksimum Derinlik (m)	17-20	Mater ve Sunay 1985; Türker ve Güner 2003; Külköylüoğlu vd. 2005; Anonim 2016f
	Uzunluğu (m)	900	Anonim 2016h
	Denizden Seviyesinden Yüksekliği (m)	1328-1354	Külköylüoğlu vd. 2005; Anonim 2016d; Anonim 2016f
	Yıllık Yağış Miktarı (mm)	500-800	Çobanoğlu 1999; Türkeş 1999; Külköylüoğlu vd. 2003; Külköylüoğlu 2006;
Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	Çözünmüş Oksijen (mg/l)	5.9-20.0	Külköylüoğlu vd. 2003; Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	Oksijen Doygunluğu (%)	51.73-141.45	Külköylüoğlu vd. 2003; Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	pH	7.4-8.5	Külköylüoğlu vd. 2003; Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	Toplam Çözünmüş Madde (TÇM) (mg/l)	168-217	Külköylüoğlu vd. 2003
	Elektriksel İletkenlik (µs/cm)	151-325	Külköylüoğlu vd. 2003; Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	Secchi derinliği (m)	2.50-6.74	Külköylüoğlu vd. 2005
	Klorür (mg/l)	1.33-5.35	Karakaya vd. 2015
	Nitrat Azotu (mg/l)	0.001-0.25	Külköylüoğlu vd. 2003; Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	Nitrit Azotu (mg/l)	0.001-0.052	Külköylüoğlu vd. 2005
	Amonyum Azotu (mg/l)	0.01-0.40	Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	Toplam Azot (mg/l)	0.14-2.06	Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015
	Toplam Fosfor (µg/l)	<10-60	Karakaya vd. 2015
	Ortofosfat (mg/l)	<0.01-0.052	Külköylüoğlu vd. 2005
	Klorofil a (mg/m ³)	0.10-6.40	Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015

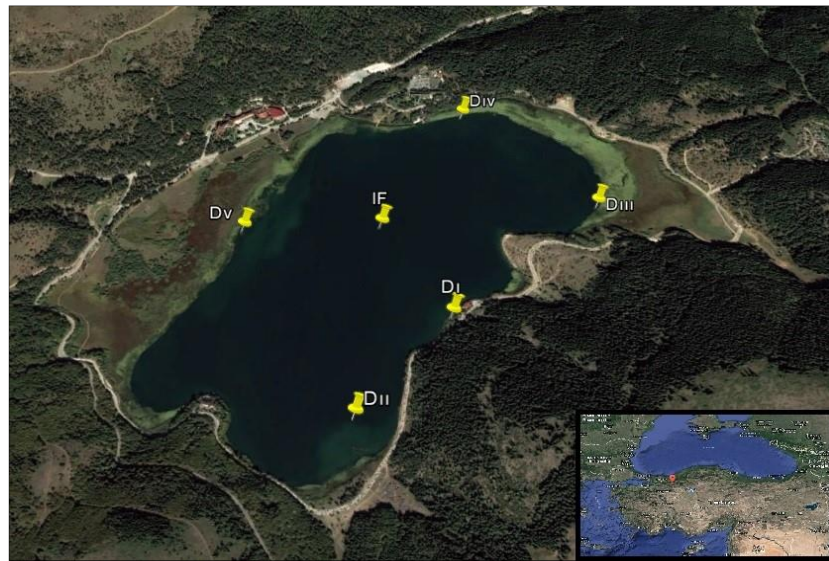
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yeri

Abant Gölü, Batı Karadeniz Bölgesinde Bolu'nun 30 km güneybatısında Samat ve Örencik köyleri sınırları içerisinde, Ankara'ya 225 km ve İstanbul'a 258 km uzaklıkta olup, kuzeyden 40°35'–40°37' enlemleri ve doğudan 31°14'–31°18' boylamları arasında bulunmaktadır (Müderrişoğlu vd. 2005; Külköylüoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015; Anonim 2016b).

Abant Gölü, deniz seviyesinden yüksekliği 1345 m, maksimum derinliği 18 m ve yüzey alanı 125 ha'dır (1.25 km²) (Çizelge 2.6). Gölü besleyen en önemli dereler batıda, Beşpoyraz, doğuda Fındıklı Deresi ile dağlardan gelen kar suları ve küçük derelerdir. Gölde çıkan doğal su ise Dirgene Çayı'dır. Göl, 9 Ağustos 1983 tarih ve 2873 sayılı Milli Parklar Kanununun 23. maddesinin II. fıkrası ile 21 Ekim 1988'de koruma altına alınarak 'Tabiat Parkı' olarak ilan edilmiştir (Atıcı ve Obalı 2002; Müderrişoğlu vd. 2005; Karakaya vd. 2015) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Abant Gölü ve örnekleme istasyonları

3.1.2 Abant Gölü'nün coğrafyası ve iklimi

Kuzey Anadolu fay hattı deprem kuşağında bulunan ve erozyon tehlikesi yüksek olan Abant Gölü, kuzeyde Abant, güneyde ise Mudurnu sıradağları arasında ve kuzeybatı kesiminde kısmen azalan düzlük şeklinde çukur bir bölge içinde yer almaktadır. Park çevresinde bulunan tepelerin yüksekliği 1400-1700 m ve eğimi 10-45° arasında değişmektedir (Müderrişoğlu vd. 2005; Külköyoğlu vd. 2005; Anonim 2016b). Göl, yaklaşık 4 milyon önce meydana gelen tektonik çöküntüler sonucu gölün kuzeydoğu-güneydoğu kesiminin (bugünkü park girişinin olduğu bölüm) kapanması ve suların bu bent arkasında birikmesiyle oluşmuş heyelanset gölüdür (Külköyoğlu vd. 2005; Anonim 2016b, f, g).

Abant Gölü Tabiat Parkı konum itibarıyla; Batı Karadeniz sıradağlarının II. kolunu oluşturan Abant ve Keremali sıradağlarının kolları arasındadır. Bu konumundan dolayı, kuzeyden Karadeniz ve güneyden karasal iklim özelliklerini barındırmaktadır. Bölgenin deniz seviyesinden olan uzaklığı ve etrafının dağlarla çevrili olmasından dolayı yıl içerisinde mikroklimal özellik gösterir. Gölde yıl içerisinde sıcaklık değişimleri incelendiğinde, mevsimler arası sıcaklık farkı yüksek olurken, kış döneminde en soğuk Ocak ayı ve yaz döneminde ise en sıcak Temmuz ayının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yağışlı dönemler en çok ilkbahar ve kış (bu dönemde daha çok kar yağışı şeklinde) mevsimlerindedir (Anonim 2016a, b, c).

3.1.3 Abant Gölü'nün fauna ve florası

Abant Gölü'nde orman ve göl ekosistemlerinin bir bütün olması, iklimi, arazi yapısı ve yükseklik farkı gibi faktörler nedeniyle flora, fauna ve vejetasyon yapısı zengindir. Göl ve çevresinde yapılan araştırmalara göre bölgede toplam 1221 farklı tür olduğu tespit edilmiştir (Çobanoğlu 1999; Türker ve Güner 2003; Külköylüoğlu 2006; Anonim 2016a, f, g). Gölde yarı-batık makrofitlerden *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, yüzen yapraklı makrofitlerden *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea alba* (L.) ve *Potamogeton natans* (L.), suiçi makrofitlerden *Myriophyllum spicatum* (L.) ile yüzen makrofitlerden *Lemna minor* (L.) bulunduğu

bildirilmiştir (Seçmen ve Leblebici 1997; Türker ve Güner 2003). Ayrıca, Göl ve Tabiat Parkı Bölgesinde bulunan, koruma altındaki ve/veya endemik bitki-hayvan türleri bulunmaktadır. Gölde Salmonidae familyasından Abant alası (*Salmo trutta abanticus* Tortonese, 1954), bulunmaktadır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırmada kullanılan araçlar

Araştırmada, fitoplankton ve diyatome örneklerinin toplanması aşamasında;

- 2 L su örneği alabilen Hydrobios marka Ruttner su örnek alıcısı ve ekipmanları,
- Makas, kova, naylon torba, 250, 500 ve 1000 ml hacminde numune şişeleri (su örneklerinin muhafazası için) ve 100-200 ml hacminde numune kapları (fitoplankton ve diyatome örneklerinin muhafazası için),
- Hydrobios marka 55 µ göz açıklığında plankton kepçesi,
- 20 cm çapında Hydrobios marka Secchi Diski,
- Dijital derinlik ölçer,
- Elektronik pusula, barometre, termometresi olan Magellan Explorist 600 model GPS cihazı,

Su kalite parametrelerinin belirlenmesinde;

- Çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, su sıcaklığı, pH, TDS ve kondüktivite değerlerinin belirlenmesinde, 5 °C ile 45 °C arasındaki sıcaklıkları $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle, 0-15 ppm arasındaki çözünmüş oksijen değerlerini 0.2 ppm hassasiyetle ölçen YSI marka Proplus20 Model multi parametre cihazı,
- Shimadzu UV 1240 Spektrofotometre

Fitoplankton ve diyatome örneklerinin teşhis ve sayımlarında;

- 5, 10 ve 25 ml hacminde Hydrobios marka, sayım çemberleri,
- 100x, 200x, 400x, 630x büyütme yapabilen Leica DMIL marka inverted mikroskop ve Leica MFC170 HD marka dijital fotoğraf çekebilen Leica Application Suite v4.8 yazılımıyla birlikte kamera entegre edilmiş görüntüleme sistemi,
- 100x, 200x, 400x, 1000x büyütme yapabilen Leica marka trinoküler mikroskop ve Leica MFC170 HD marka dijital fotoğraf çekebilen kamera sistemi Leica Application Suite v4.8 kameralı yazılımıyla entegre edilmiş görüntüleme sistemi kullanılmıştır.

3.2.2 Saha çalışması

Tezin saha çalışması 2015 yılı içerisinde mevsimsel (21 Nisan 2015, 26 Haziran 2015, 23 Eylül 2015 ve 18 Aralık 2015 tarihlerinde) olarak yapılmıştır. Arazi çalışmasında, su ve epifitik diyatome örneklerinin alınması için gölün litoral bölgesinde beş istasyon (D_I, D_{II}, D_{III}, D_{IV} ve D_V) seçilmiştir. Ayrıca, klorofil *a* derişiminin belirlenebilmesi ve fitoplankton örneklerinin alınması için, gölün pelajial bölgesinde bir istasyon (I_F) belirlenmiş ve noktaların koordinatları tespit edilerek örnekler alınmıştır (Şekil 3.1 ve Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Araştırmanın yürütüldüğü Abant Gölü örnekleme noktalarının koordinatları

İstasyonlar		Kuzey	Doğu
Diyatome	D _I	40° 36' 244"	31° 17' 008"
	D _{II}	40° 35' 987"	31° 16' 818"
	D _{III}	40° 36' 486"	31° 17' 340"
	D _{IV}	40° 36' 631"	31° 16' 690"
	D _V	40° 36' 267"	31° 16' 455"
Fitoplankton	I _F	40° 36' 422"	31° 17' 074"

3.2.2.1 Fitoplankton istasyonu (I_F)

Abant Gölü'nde fitoplankton örneklerinin alınması için gölün pelajial bölgesi seçilmiştir. İstasyonun yaz döneminde ortalama derinliği 13.80 m ve kış döneminde 16.60 m olarak ölçülmüş, ortalama derinlik 15.67 ± 1.27 m şeklinde belirlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Abant Gölü fitoplankton istasyonu (I_F)

3.2.2.2 Diyatome-I istasyonu (D_I)

Abant Gölü'nde Diyatome-I istasyonu (D_I), kıyı eğimi 20-45°'dir. Derinliği 2.50 – 1.70 m arasında değişmiş ve ortalama derinliği 2.08±0.57 m olarak saptanmıştır. İstasyonda tespit edilen sucul makrofitler; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Nymphaea alba* (L.) ve *Potamogeton natans* (L.), *Myriophyllum spicatum* (L.) ve *Lemna minor* (L.) (nadir) türleridir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Abant Gölü Diyatome-I istasyonu (D_I)

3.2.2.3 Diyatome-II istasyonu (D_{II})

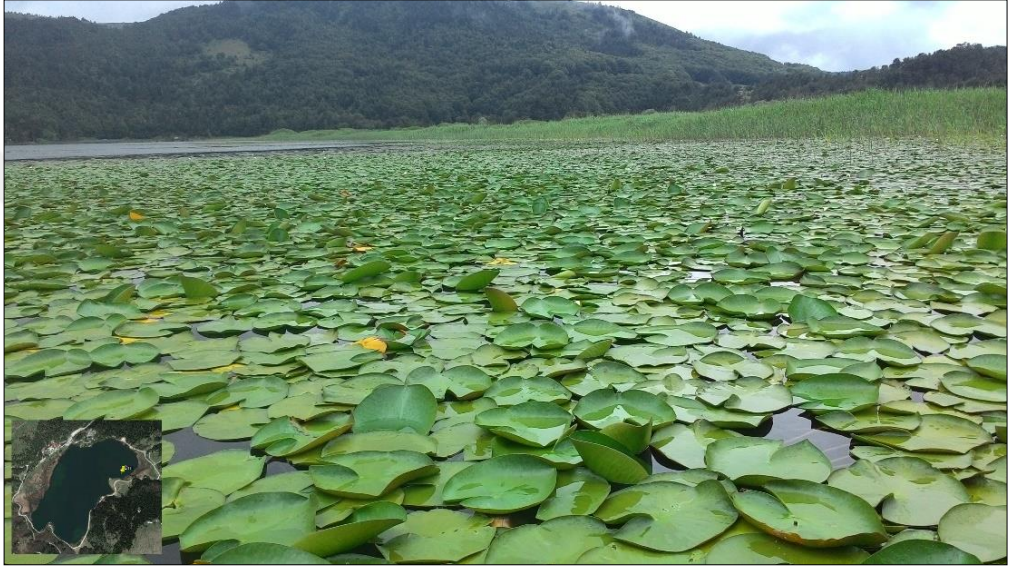
Abant Gölü'nde Diyatome-II istasyonu (D_{II}), kıyı eğimi 20-45°'dir. Derinlik 1.65 – 3.40m arasında değişmiş ve ortalama derinlik 2.73 ± 0.76 m olarak belirlenmiştir. İstasyonda belirlenen sucul makrofitler; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Nymphaea alba* (L.) ve *Lemna minor* (L.) (nadir) türleridir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Abant Gölü Diyatome-II istasyonu (D_{II})

3.2.2.4 Diyatome-III istasyonu (D_{III})

Abant Gölü'nde Diyatome-III istasyonu (D_{III}), kıyı eğimi 20-45° arasında değişmiştir. Derinlik 1.50 – 3.75 m olarak değişmiş ve ortalama 2.16 ± 1.06 m olduğu tespit edilmiştir. İstasyonda belirlenen sucul makrofitler; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea alba* (L.) (yoğun olarak) türleridir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Abant Gölü Diyatome-III istasyonu (D_{III})

3.2.2.5 Diyatome IV. istasyonu (D_{IV})

Abant Gölü'nde Diyatome-IV istasyonu (D_{IV}), 20-45° arasında değişmiştir. Derinlik 1.10 – 2.90 m arasında değişirken, ortalama derinlik 1.85 ± 0.75 m'dir. İstasyonda belirlenen sucul makrofitler; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea alba* (L.) ve *Potamogeton natans* (L.) türleridir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Abant Gölü Diyatome-IV istasyonu (D_{IV})

3.2.2.6 Diyatome-V istasyonu (D_V)

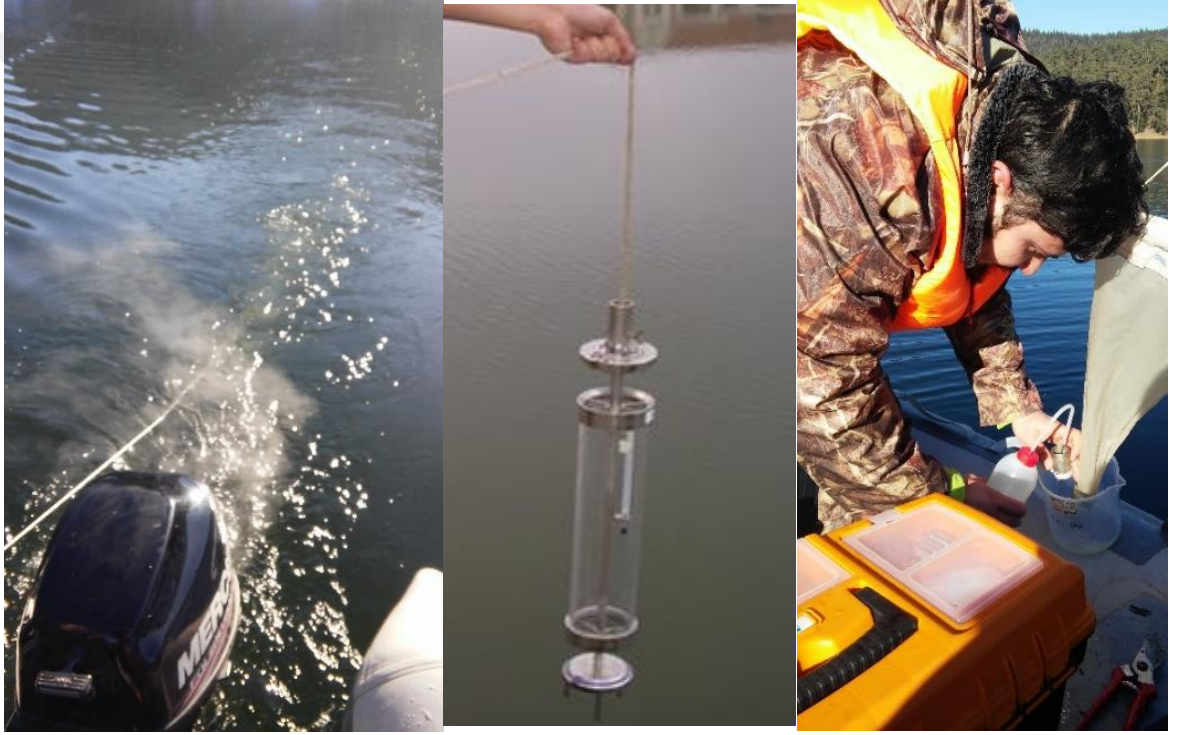
Abant Gölü'nde Diyatome-V istasyonu (D_V), kıyı eğimi 20-45° arasında değişmiştir. Derinlik 1.50 – 3.20 m arasında değişirken, ortalama derinlik 2.22±0.72 m'dir. İstasyonda belirlenen sucul makrofitler; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea alba* (L.) *Potamogeton natans* (L.) ve *Myriophyllum spicatum* (L.) türleridir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Abant Gölü Diyatome-V istasyonu (D_V)

3.2.3 Örneklerin alınması

Fitoplankton ve su örnekleri öfotik derinlikten Ruttner su örnek alma aleti ile kompoze olarak alınmıştır. Termal tabakaların olduğu belirtilen dönemde örnekler epilimyon, termoklin ve hipolimyondan alınmıştır. Fitoplanktonun kalitatif olarak incelenmesi için 55µ göz açıklığında plankton kepçesiyle yatay (horizontal) çekimler yapılmıştır (Şekil 3.8). Fitoplankton örneklerinin muhafazasında Lugol çözeltisi kullanılmıştır (Wetzel ve Likens 1991).



Şekil 3.8 Plankton kepçesiyle yatay çekim ve fitoplankton numunelerinin alınması

Epifitik diyatomerler, *Phragmites australis* (Cavanilles) Trinius et Steudel bitkisinin su yüzeyinin altında kalan bölümünde 25 cm'lik kesitler üzerinden alınmış ve % 70'lik etanol ile tespit edilmiştir (Şekil 3.9) (King vd. 2006).



Şekil 3.9 Diyatome örneklerinin alınması

3.2.4 Laboratuvar çalışması

3.2.4.1 Suyun fiziksel ve kimyasal analizleri

3.2.4.1.1 Secchi derinliği ve Öfotik derinlik

Secchi derinliği, Secchi diskinin su içerisinde gözden kaybolduğu ve tekrar görüldüğü derinliğin ortalaması alınarak ölçülmüştür. Öfotik derinlik, Secchi derinliğinin 2.43 ile çarpılması ile belirlenmiştir.

3.2.4.1.2 Su sıcaklığı

Su sıcaklığı, YSI-Proplus20 marka multiparametre cihazı sıcaklık probu ile yerinde ölçülmüştür.

3.2.4.1.3 Çözünmüş oksijen ve oksijen doymuşluğu

Çözünmüş oksijen ve oksijen doymuşluğu, YSI-Proplus20 marka multiparametre cihazının oksijen probu yardımıyla yerinde ölçülmüştür.

3.2.4.1.4 pH

pH, YSI-Proplus20 marka multiparametre cihazının pH probu yardımıyla yerinde ölçülmüştür.

3.2.4.1.5 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik, YSI-Proplus20 marka multiparametre cihazının iletkenlik probu yardımıyla yerinde ölçülmüştür.

3.2.4.1.6 Toplam çözünmüş madde

Toplam çözünmüş madde (TÇM), YSI-Propus20 marka multiparametre cihazının iletkenlik probu yardımıyla yerinde ölçülmüştür .

3.2.4.1.7 Alkalinite analizi

Alkalinite, 50 ml'lik su numunelerine Fenolftalein ve Metiloranj çözeltileri eklenmesi ve 0.02 N sülfürik asit (H_2SO_4) ile titre edilmesi sonucu belirlenmiştir (TS3790).

3.2.4.1.8 Askıda katı madde analizi (AKM)

Su örnekleri (0.5-1 L) örnekleme yapıldığı gün içerisinde darası alınmış Whatman GF/C (47-50 mm) filtre kâğıtlarından Sartorius marka üçlü filtre sistemi kullanılarak süzölmüş ve süzölen örnekler plastik kilitli poşetler içinde $-20^{\circ}C$ 'de saklanmıştır. Örnekler, sabit ağırlığa gelene kadar (yaklaşık 12 saat) $105^{\circ}C$ 'de Nüve marka etüvde kurutulmuş, desikatörde soğuduktan sonra hassas terazide tartılarak toplam askıda katı madde miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 1995).

3.2.4.1.9 Toplam sertlik analizi

Suyun toplam sertliği, Eriochrom siyahı ve tampon çözeltisi (NH_4Cl ve NH_3 çözeltileri içeren) ilave edilen su numunelerinin 0.01 M'lık EDTA ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Anonymous 1995).

3.2.4.1.10 Silikat analizi

Silikat analizinde; 0.25 N hidroklorik asit (HCl), % 5'lik amonyum Molibdat ($NH_4_6Mo_7.4H_2O$), % 1'lik EDTA ve % 17'lik sodyum sülfat (Na_2SO_3) çözeltileri kullanılmış, örneklerin absorbans, Spektrofotometre ile 700 nm dalga boyunda ölçölmüştür (Anonymous 1995).

3.2.4.1.11 Klorür analizi (Cl⁻)

Klorür (Cl⁻), Potasyum kromat (K₂CrO₄) ve gümüş nitrat (AgNO₃) çözeltileri eklenerek Arjantometrik metot ile belirlenmiştir (Anonymous 1995).

3.2.4.1.12 Amonyum azotu (NH₄-N)

Su örneklerinde amonyum azotunun belirlenmesinde Nesslerizasyon metodu uygulanmıştır. Absorbans Spektrofotometre’de 410 (veya 425) nm dalga boyunda ölçülmüştür (Anonymous1995).

3.2.4.1.13 Nitrat analizi (NO₃-N)

Su örneklerinde nitrat derişiminin belirlenmesinde Brucine-sülfat metodu uygulanmıştır. Absorbans Spektrofotometre’de 410 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Anonymous 1975).

3.2.4.1.14 Nitrit analizi (NO₂)

Sudaki Nitrit miktarının belirlenmesinde Diazotizasyon metodu uygulanmıştır. Absorbans Spektrofotometre’de 523 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Anonymous 1995).

3.2.4.1.15 Toplam fosfor analizi (TP)

Suda toplam fosfor analizinde Molibdat tayin metodu uygulanmıştır. Absorbans Spektrofotometre’de 720 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Anonymous 1995).

3.2.4.1.16 Ortofosfat analizi

Suda ortofosfat analizinde molibdat tayin metodu uygulanmıştır. 50 ml'lik su numunelerine birleştirilmiş reaksiyon ayırıcı (Single Reaction Reagent-SRR) eklenerek, absorbans Shimadzu UV 1240 marka Spektrofotometre'de 720 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Anonymous 1995).

3.2.5 Fitoplankton

3.2.5.1 Fitoplankton sayımı

Su örnekleri Hydrobios plankton sayım çemberlerine konulmuş, Lugol solüsyonu damlatılarak bir gece beklendikten sonra inverted mikroskop yardımıyla sayımlar yapılmıştır (Utermöhl 1958, Anonymous 2003). Fitoplankton sayısının hesaplanmasında;

$$\text{Fitoplankton Sayısı (adet/ml)} = \frac{C \cdot TA}{F \cdot A \cdot V}$$

formülü kullanılmıştır. Burada;

C= Sayım sonucu bulunan organizma sayısı (adet),

TA= Sayım hücresinin dip alanı (mm²),

F= Sayım yapılan saha sayısı (adet),

A= Mikroskop görüş sahasının alanı (mm²),

V= Çöktürülen örnek hacmi (ml)'dir (Anonymous 1995).

3.2.5.2 Fitoplankton biyokütlesinin hesaplanması

Fitoplankton biyokütlesinin hesaplanmasında hücreler küre, silindir ve koni gibi geometrik şekillere benzetilerek biyohacimleri hesaplanmıştır (Wetzel ve Likens, 1991). Fitoplankton türlerinin geometrik şekillerine göre Biyohacim formülleri Hillebrand vd. (1999) ve Sun ve Liu (2003)'ye göre hesaplanmıştır. Toplam fitoplankton hücre hacminin hesaplanmasında;

$$HH = \sum_{i=1}^n (HN_i * SH_i)$$

formülü kullanılmıştır. Burada;

HH= Toplam Biyohacim (mm³/l),

HN_i= (i) türüne ait organizma sayısı/l ve

SH_i= (i) türünün ortalama hücre hacmini göstermektedir.

3.2.5.3 Klorofil *a* analizi

Klorofil *a* tayininde, spektrofotometrik metot kullanılmıştır. Gölün en derin noktasında (pelajial) seçilen bir istasyondan (I_F) yüzey altından alınan 500 ml'lik su örnekleri, 47 mm çapındaki Whatman GF/C filtre kâğıtlarından süzülerek % 96'lık etanolde ekstrakte edilmiştir (Anonymous 1995). Yaz ve sonbahar örneklemelerinde termal tabakalaşmadan dolayı klorofil *a* analizi gölün, yüzey (epilimnion), orta (termoklin) ve dip (hipolimnion) kısımlarından alınan su örneklerinde yapılmıştır.

3.2.6 Diyatome

3.2.6.1 Örneklerinin hazırlanması ve sayımı

Diyatome örnekleri üzerindeki organik maddenin uzaklaştırılmasında sıcak H_2O_2 yöntemi uygulanmıştır. Diyatome örneklerine H_2O_2 ile HCl eklenmiş ve kaynatılmıştır. Kaynatılan örnekler, distile su eklenerek santrifüj edilmiş ve H_2O_2 uzaklaştırılmıştır. Çöktürülen örnekler üç tekrarlı olarak lamalar üzerine alınmış ve Naphrax yardımıyla sabit preparatlar hazırlanmıştır (Şekil 3.10) (CEN 2004).

Diyatomelerin teşhisi, Leica DM750 trinoküler mikroskop, Leica MFC 170 HD kamera ve Leica Application Suite v 4.8 programının kullanıldığı görüntüleme sisteminde diyatomelerin ölçüleri alınarak ilgili taksonomik literatüre göre yapılmıştır (Cox 1996, Krammer ve Lange-Bertalot 1985, 1986, 1988, 1991a, 1991b).



Şekil 3.10 Diyatomelerin sabit preparatlarının hazırlanması

3.3 Ekolojik durumun belirlenmesi

3.3.1 Fitoplankton indeksleri

Abant Gölü'nün ekolojik durumunun tahmininde fitoplanktona ilişkin; Shannon-Weiner (H'), Evenness (E) (düzenlilik), Margalef (D_{Mg}) tür zenginliği, Simpson Çeşitlilik (S), Simpson Dominansi (D_s), McIntosh Çeşitlilik indeksi, McNaughton (I), Menhinick (D_{Mn}), Odum (D_{Od}), Hulbert (PIE), Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI) ve Q indeksi değerleri; EstimateS v9.0, Species Diversity and Richness IV ve Microsoft Office Excel v2016 yazılımları kullanılarak belirlenmiştir (McNaughton 1967, Hulbert 1971, Poole 1974, Legendre ve Legendre 1983, Ludwig ve Reynolds 1988, Magurran 1988, Karydis ve Tsirtsis 1996, Kitsiou ve Karydis 2000, Padisak vd. 2006, Salmaso vd. 2006).

3.3.1.1 Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi (H')

Shannon-Weiner (H') çeşitlilik indeksi;

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i \quad \text{ve} \quad P_i = \frac{N_i}{N}$$

formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. Burada;

N_i =(a) türünün birey sayısını,

N =Toplam birey sayısını,

P_i =(i)'nci gruptaki birey sayısının örneklemedeki toplam birey sayısına oranını göstermektedir (Shannon ve Wiener 1963, Jorgensen vd. 2005).

3.3.1.2 Evenness (düzenlilik) indeksi (E)

Evenness (düzenlilik) İndeksinin hesaplanmasında;

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad \text{ve/veya} \quad E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Formülü kullanılmıştır. Burada;

H' = Shannon-Weiner indeks değerini,

$H'_{\max}$ = Shannon-Weiner indeksinin maksimum çeşitliliği ve/veya $H'_{\max} = \log_2 (S)$,

S = Ortamda belirlenen tür sayısını göstermektedir (Jorgensen vd. 2005).

3.3.1.3 Margalef tür zenginliği indeksi (D_{Mg})

Margalef İndeksinin hesaplanmasında;

$$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\log_2 N} \quad \text{ve/veya} \quad D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

formülü kullanılmıştır. Burada;

N = Örneklemedeki toplam birey sayısını ve

S = Ortamda belirlenen tür sayısını göstermektedir (Jorgensen vd. 2005).

3.3.1.4 Simpson çeşitlilik (S) ve Simpson dominansi (D_s) indeksi

Simpson Dominansi indeksi (D_s);

$$D_s = \sum_{i=1}^s P_i^2$$

formülü ile hesaplanmıştır (Simpson 1949, Jorgensen vd. 2005).

Simpson Çeşitlilik indeksi (S);

$$S = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad \text{ve/veya} \quad S = 1 - D_s$$

formülü ile hesaplanmıştır. Burada;

D_s=Simpson Dominansi indeksini ve

P_i=(i)'nci gruptaki birey sayısının örneklemedeki toplam birey sayısına ve/veya biyokütlesine oranını göstermektedir (Simpson 1949, Jorgensen vd. 2005).

3.3.1.5 McIntosh çeşitlilik indeksi (M_D)

McIntosh indeksi; Shannon-Weiner, Margalef ve Simpson Çeşitlilik indekslerine göre çok yaygın olmamakla birlikte, bulunan türlerin çeşitlilik düzeyinin belirlenmesinde kullanılır. McIntosh İndeksinin hesaplanmasında;

$$M_D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}}$$

formülü kullanılmıştır. Burada;

N = Örnek alanda yer alan toplam birey sayısını,

$U = \sqrt{\sum n_i^2}$ denkleminde elde edilen bir değerdir ve

n_i = (i) türünün birey sayısını göstermektedir (McIntosh 1967).

3.3.1.6 McNaughton dominansi indeksi (I)

McNaughton Dominansi (I) indeksi;

$$I = \frac{N_1 + N_2}{N_T} * 100$$

formülü ile hesaplanmıştır. Burada;

N_1 ve N_2 = Örnekleme veya istasyonda tespit edilen türler arasında birey sayısı yönünden baskın türleri ve

N_T = Örnekleme veya istasyonda tespit toplam birey sayısını göstermektedir (Karydis ve Tsirtsis 1996).

3.3.1.7 Menhinick indeksi (D_{Mn})

Menhinick İndeksi;

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

formülü yardımıyla hesaplanmıştır. Burada;

S= Tür sayısını ve

n= Toplam birey sayısını göstermektedir (Karydis ve Tsirtsis 1996, Kitsiou ve Karydis 2000).

3.3.1.8 Odum indeksi (D_{Od})

Odum İndeksinin hesaplanmasında;

$$D_{Od} = \frac{S * N}{1000}$$

formülü kullanılmıştır. Burada;

S= Toplam tür sayısını ve

N=Toplam birey sayısını göstermektedir (Odum 1971, Karydis ve Tsirtsis 1996) .

3.3.1.9 Hulbert indeksi (PIE)

Hulbert İndeksinin hesaplanmasında;

$$PIE = \left(\frac{N}{N-1} \right) * \left(1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \right)$$

formülü kullanılmıştır. Burada;

N= Bir popülasyondaki veya topluluktaki toplam birey sayısını ve

P_i= Örneklemdeki (i) türüne ait bireylerin fraksiyonunu göstermektedir (Hulbert 1971, Karydis ve Tsirtsis 1996).

3.3.1.10 Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI)

Fitoplankton Trofik İndeksinin (PTI) hesaplanmasında;

$$PTI = \frac{\sum w_i * b_i}{\sum b_i}$$

formülü ile hesaplanmıştır. Burada;

w_i = (i) türüne ait trofik ağırlığı ve

b_i = (i) türüne ait ortalama biyohacmi göstermektedir (Salmaso vd. 2003, Salmaso vd. 2006).

3.3.1.11 Q indeksi

İndeksinin hesaplanmasında;

$$Q_r = \sum_{i=1}^s (P_i * F) \quad \text{ve} \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Burada;

n_i = (i) grubuna ait biyoması,

N = Toplam biyoması ve

F = Fonksiyonel grupların faktör değerini göstermektedir (Reynolds vd. 2002, Padisak vd. 2009).

3.3.2 Diyatome indeksleri

Abant Gölü'nde ekolojik durumun tahmininde OMNIDIA v6.03 paket programı kullanılarak indeks değerleri belirlenmiştir (Lecointe vd. 1993). Programın içerisinde nehirler için 18 adet (SLA, EPI-D, LOBO, TID, SID, IDP, DESCY, IDSE, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT, TDI ve % PT) ve göller için 1 adet (TDIL)

olmak üzere toplam 19 adet diyatome indeksi bulunmaktadır. İndekslerin hesaplanmasında;

$$ID = \frac{\sum_{j=1}^n A_j * I_j * V_j}{\sum_{j=1}^n A_j * V_j}$$

A_j = (j) türüne ait bolluk değerini,

I_j = Hesaplanacak olan indekse göre, (j) türünün kirlilik hassasiyet indeksini

V_j = (j) türüne ait (1 – 3 arası değişen) gösterge değerini göstermektedir (Zelinka ve Marvan 1961).

3.3.2.1 Biyolojik Diyatome İndeksi (IBD)

Biyolojik Diyatome İndeksi (IBD);

$$P_{(i)} = \frac{\sum_{AAMB}^{TPSN} \text{abond}_{xxx} * P'_{xxxx}(i) * V_{xxxx}}{\sum_{AAMB}^{TPSN} \text{abond}_{xxx} * V_{xxxx}}$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Burada;

xxxx= AAMB ve TPSN arasındaki eşleşmiş taksonları,

(i)= Su kalite sınıf değerlerini (1'den 7'ye kadar),

abond_{xxxx}= Eşleşmiş taksonların % olarak ifade edilen bolluğunu,

$P'_{xxxx}(i)$ = Eşleşmiş (xxxx) taksonunun (i) kalite sınıfı içinde bulunuş olasılığını ve

V_{xxxx} = Eşleşmiş taksonun ekolojik değerini göstermektedir (Coste vd. 2009).

3.3.2.2 Trofik diyatome indeksi (TDI) ve Kirliliğe Toleranslı Takson İndeksi (PT)

Trofik Diyatome İndeksi (TDI), İndeksin hesaplanmasında;

$$TDI = (WMS * 25) - 25$$

$$WMS = \frac{\sum_{j=1}^n a_j * s_j * v_j}{\sum_{j=1}^n a_j * v_j}$$

WMS=Ağırlıklı ortalama hassaslık değerini,

a_j= (j) türünün bolluğunu,

s_j= (j) türünün kirlilik hassasiyetini (1-5) ve

v_j= (j) türünün indikatör değerini (1-3) göstermektedir (Kelly 1998).

PTI (%) kirliliğe toleranslı taksonun yüzdesi; genellikle organik kirliliğe karşı toleranslı olarak kabul edilen taksonlara ait bireylerin toplanmasıyla hesaplanır (Çizelge 2.3).

3.3.2.3 Pampean Diyatome İndeksi (IDP)

Biyolojik durumun değerlendirilmesi için kullanılan IDP indeksi;

$$IDP = \frac{\sum_{i=1}^N I_{IDPj} * A_j}{\sum_{i=1}^N A_j}$$

formülüne göre hesaplanmıştır. Burada;

I_{IDP}= (I) türüne ait indeks değerini (0 ve 4 arasında) (Çizelge 2.4) ve

A_j= (j) türüne ait bolluğu göstermektedir (Gomez ve Licursi 2001).

3.3.2.4 Watanabe indeksi (WAT)

İndeksin hesaplanmasında;

$$WAT = 50 + \frac{1}{2} * \left(\sum_{i=1}^p X_i - \sum_{j=i}^q S_j \right)$$

$\sum_{i=1}^p X_i$ = (i) için 1'den p'ye kadar saproksen türlerin yüzde toplamını ve

$\sum_{j=1}^q S_j = (i)$ için 1'den q'ya kadar saprofil türlerin yüzde toplamını göstermektedir (Watanabe vd. 1990).

3.4 İstatistiksel analizler

Tez çalışmasında; elde edilen verilerin standardizasyonu, indeks değerleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

3.4.1 Verilerin standardizasyonu

Araştırmada elde edilen fiziksel ve kimyasal parametrelerin, birimlerinin ve değer aralığının farklı olmasından dolayı veri transformasyonu uygulanmış ve standardizasyonu sağlanan verilerin kendi arasında mukayese edilebilmesi sağlanmıştır. Bu işlemin uygulanmasında fiziksel ve kimyasal parametreler için veri aralığının yakın tutulması için logaritmik transformasyon uygulanarak veri matrisi düzenlenmiştir (Field 2013).

3.4.2 Çok değişkenli analizler

Fiziksel ve kimyasal parametreler ile teşhis edilen tür kompozisyonları aralarındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Kanonik Uyum Analizi (CCA), Canoco v4.5 programında uygulanmıştır. Analizde epifitik diyatome ve fitoplankton yoğunluğunun % 1'inin üstündeki türler kullanılmıştır. CCA analizinde, fiziksel ve kimyasal parametrelerin tür değerlerine ait veryansının belirlenebilmesinde Monte Carlo Simülasyonu (permütasyon: 499 tekrarlı) ile test edilmiştir. CCA analizinden önce ordınasyon modelini belirlemek için Detrended Correspondence Analysis (DCA) analizi uygulanmıştır (Ter Braak 1988).

Ayrıca, fiziksel ve kimyasal parametreler ile indeks değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyon analizi, IBM SPSS v24 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Kalite Parametreleri

4.1.1 Derinlik ve Secchi derinliği

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda ölçülen en düşük derinlik 1.10 m ile Eylül örneklemeğinde 4. istasyonda ve en yüksek derinlik 3.75 m ile Nisan örneklemeğinde 3. istasyonda belirlenmiştir. Pelajial istasyonda ölçülen en düşük derinlik 13.60 m (Haziran döneminde) ve en yüksek derinlik 16.60 m (Aralık döneminde)'dir. Gölün Litoral istasyonların ortalama derinliği 2.21 ± 0.33 m'dir (Çizelge 4.1).

Abant Gölü'nde ölçülen en düşük Secchi derinliği 1.00 m ile Haziran örneklemeğinde 4. istasyonda, en yüksek Secchi derinliği 3.40 m ile Eylül örneklemeğinde 2. İstasyonda belirlenmiştir. Ortalama Secchi derinliğinin 1.82 ± 0.33 m olduğu tespit edilmiştir. Secchi derinliğinin pelajial istasyonda 2.60 (Haziran döneminde) – 4.00 m (Eylül döneminde) arasında değiştii ve ortalama 3.35 ± 0.66 m olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.2 Su sıcaklığı

Abant Gölü'nde su sıcaklığının litoral istasyonlarda 4.0 (Aralık döneminde) – 20.40 °C (Eylül döneminde) arasında değiştii ve ortalama 11.47 ± 0.24 °C olduğu belirlenmiştir. Pelajial istasyonda su sıcaklığının 4.65 – 17.60 °C arasında değiştii ve ortalama 8.93 ± 3.84 °C olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.3 pH

Abant Gölü'nde pH değerinin litoral istasyonlarda 7.61 (Nisan örneklemeğinde D_{III} istasyonunda) ile 8.43 (aynı örnekleme döneminde D_{II} İstasyonunda) arasında değiştii ve ortalama 7.98 ± 0.12 olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, pH değerinin pelajial

istasyonda 7.02 ile 8.23 arasında değiştiği ve ortalama 7.72 ± 0.36 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.4 Elektriksel iletkenlik

Abant Gölü'nde litoral istasyonlar için ölçülen en düşük elektriksel iletkenlik 257.0 $\mu\text{S/cm}$ ile Nisan örneklemesinde D_V istasyonunda ve en yüksek iletkenlik 279.0 $\mu\text{S/cm}$ ile Eylül ve Aralık örneklemelelerinde D_{III} ve D_{IV} istasyonlarında tespit edilmiştir. Gölün pelajial istasyonu için iletkenlik değerinin 172.0 ile 277.0 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiği saptanmıştır. (Çizelge 4.1).

4.1.5 Çözünmüş oksijen ve oksijen doymuşluğu

Abant Gölü'nde litoral istasyonlara göre çözünmüş oksijen derişimi en düşük 6.43 mg/l ile Haziran örneklemesinde D_{IV} istasyonunda, en yüksek çözünmüş oksijen derişimi ise 12.60 mg/l ile Aralık örneklemesinde D_{II} istasyonunda saptanmış ve ortalama 8.88 ± 0.50 mg/l olduğu belirlenmiştir. Pelajial istasyon için çözünmüş oksijen derişiminin 3.13 ile 9.83 mg/l arasında değiştiği ve ortalama 8.51 ± 1.50 mg/l olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Abant Gölü'nde litoral istasyonlara göre ölçülen en düşük oksijen doymuşluğu % 68.40 ile Nisan örneklemesinde D_{IV} istasyonunda, en yüksek oksijen doymuşluğu % 98.25 ile Aralık örneklemesinde D_{II} istasyonunda tespit edilmiş ve ortalama % 84.61 ± 1.38 olarak belirlenmiştir. Oksijen doymuşluğunun pelajial istasyonda % 74 ile % 92.20 arasında değiştiği ve ortalama % 78.04 ± 10.25 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.6 Toplam çözünmüş madde

Abant Gölü'nde litoral istasyonlara göre toplam çözünmüş madde derişiminin 166.40 (Aralık döneminde D_I istasyonu) ile 181.35 mg/l (Eylül ve Aralık dönemlerinde, D_{III} ve

D_{IV} istasyonlarda) arasında değiştiği ve ortalama 174.89±1.85 mg/l olduğu belirlenmiştir. Toplam özünmüş madde derişiminin pelajial istasyonda 169.65 ile 180.70 mg/l arasında değiştiği ve ortalama 175.48±4.71 mg/l olduğu tespit edilmiştir (izelge 4.1).

4.1.7 Askıda katı madde

Abant Gölü'nde litoral istasyonlar için askıda katı madde derişimi 0.20 (Aralık döneminde D_{IV} istasyonunda) ile 3.20 mg/l (Eylül döneminde, D_{IV} ve DV istasyonları) arasında değişirken, ortalama 1.71±0.40 mg/l 'dir. Askıda katı madde derişiminin pelajial istasyon için ise 0.50 ile 3.50 mg/l arasında değiştiği ve ortalama 1.90±0.9 mg/l olduğu belirlenmiştir. (izelge 4. 1).

4.1.8 Alkalinite

Abant Gölü'nde ölçülen en düşük alkalinite 140 ile Nisan (D_I istasyon) ve Haziran (D_I ve D_{IV} istasyonları) örneklemelerinde, en yüksek alkalinite ise 200 mg CaCO₃/l ile Eylül örneklemesinde D_I istasyonunda tespit edilirken, ortalama 158.25±2.51 mg CaCO₃/l olarak hesaplanmıştır. Pelajial istasyon için alkalinitenin 142 ile 190 mg CaCO₃/l arasında değiştiği ve ortalama 163±15.70 mg CaCO₃/l olduğu saptanmıştır (izelge 4.1).

4.1.9 Klorofil *a*

Abant Gölü'nde klorofil *a* derişimi pelajial istasyonda 1.45 mg/m³ (Nisan döneminde) ile 3.61 mg/m³ (Aralık döneminde) arasında değişmiş ve ortalama 2.57±0.88 mg/m³ olduğu tespit edilmiştir (izelge 4.1).

4.1.10 Nitrit azotu

Abant Gölü litoral istasyonlarda nitrit azotu (NO_2^- -N) derişimi 0.0009 mg/l (Haziran döneminde, D_{IV} istasyonunda) ile 0.0055 mg/l (Nisan döneminde D_{III} istasyonunda) arasında değişmiş ve ortalama 0.0025 ± 0.0002 mg/l olduğu belirlenmiştir. Pelajial istasyonda nitrit azotu derişiminin 0.0013 ile 0.0055 mg/l arasında değiştiiği ve ortalama 0.0034 ± 0.001 mg/l olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4.1.11 Nitrat azotu

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda nitrat azotu (NO_3^- -N) derişimi 0.002 mg/l (Haziran döneminde, D_{II} istasyonunda) – 0.067 mg/l (Eylül döneminde, D_I istasyonunda) arasında değişmiş ve ortalama 0.029 ± 0.0079 mg/l olduğu bulunmuştur. Pelajial istasyon için nitrit azotu derişiminin 0.013 ile 0.040 mg/l arasında değiştiiği ve ortalama 0.02 ± 0.007 mg/l olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.12 Amonyum azotu

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda amonyum azotu (NH_4 -N) derişimi 0.018 mg/l (Haziran döneminde, D_{II} istasyonunda) ile 0.13 mg/l (Eylül döneminde, D_I istasyonunda) arasında değiştiiği ve ortalama 0.047 ± 0.0067 mg/l olduğu belirlenmiştir. Pelajial istasyon için amonyum azotu derişiminin 0.0368 ile 0.0987 mg/l arasında değiştiiği ve ortalama 0.05 ± 0.019 mg/l olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4.1.13 Toplam fosfor

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda toplam fosfor (TP) derişimi 0.012 mg/l (Nisan döneminde, D_{IV} istasyonunda) ile 0.057 mg/l (Eylül döneminde, D_V istasyonunda) arasında değişmiş ve ortalama 0.0267 ± 0.0024 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Pelajial istasyon için toplam fosfor derişiminin 0.013 ile 0.067 mg/l arasında değiştiiği ve ortalama 0.03 ± 0.02 mg/l olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

4.1.14 Ortofosfat fosforu

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda ortofosfat derişimi 0.0017 mg/l (Aralık döneminde, D_I istasyonunda) ile 0.005 mg/l (Eylül döneminde, D_V istasyonunda) arasında değişmiş ve ortalama 0.0029 ± 0.0002 mg/l olduğu belirlenmiştir. Pelajial istasyon için ortofosfat derişiminin 0.0018 ile 0.0052 mg/l arasında değiştii ve ortalama 0.0029 ± 0.001 mg/l olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4.1.15 Silikat

Abant Gölü'nde litoral istasyonlara göre silikat derişimi 2.30 mg/l (Nisan döneminde, D_{III} istasyonunda) ile 7.82 mg/l (Aralık döneminde, D_{IV} istasyonunda) arasında değişirken, ortalama silikat derişimi 6.05 ± 0.86 mg/l olarak belirlenmiştir. Pelajial istasyon için silikat derişiminin 4.99 ile 14.90 mg/l arasında değiştii ve ortalama 8.30 ± 3.16 mg/l olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.16. Toplam sertlik

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda göre toplam sertlik değeri 5.20 FS^O (Nisan döneminde, D_{II} istasyonunda) ile 14.40 FS^O (Haziran döneminde, D_I istasyonunda) arasında değişirken, ortalaması 8.48 ± 0.86 FS^O'dir. Pelajial istasyon için toplam sertlik değerinin 6.40 ile 18.0 FS^O arasında değiştii ve ortalama 11.30 ± 3.96 FS^O olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

4.1.17. Klorür

Abant Gölü'nde litoral istasyonlarda klorür değeri 2.25 mg/l (Nisan döneminde, D_I istasyonunda) ile 5.75 mg/l (Haziran döneminde, D_V istasyonunda) arasında değişmiş ortalama klorür derişimi 4.13 ± 0.59 mg/l olarak belirlenmiştir Pelajial istasyonda klorür derişiminin 1.25 ile 6.25 mg/l arasında değiştii ve ortalama 3.90 ± 1.50 mg/l olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Araştırma süresince Abant Gölü’nde istasyonlara göre minimum, maksimum ve ortalama su kalite parametreleri

Su Parametreleri	Birim	D _I (Litoral)		D _{II} (Litoral)		D _{III} (Litoral)		D _{IV} (Litoral)		D _V (Litoral)		Ortalama	I _F (Pelajial)	Genel Ortalama
Sıcaklık	°C	11.23	11.34	11.46	11.45	11.86						11.47±0.24	8.93±3.84	10.20±1.79
		4.50	20.20	4.75	20.10	4.00	20.40	4.20	19.90	4.60	20.20		4.65	17.6
pH	-	8.01	8.17	7.86	7.94	7.92						7.98±0.12	7.72±0.36	7.85±0.18
		7.92	8.11	7.90	8.43	7.61	8.14	7.78	8.09	7.71	8.11		7.02	8.23
İletkenlik	µS/cm	269.51	269.40	269.88	270.26	269.25						269.66±0.41	221.48±54.47	245.57±34.06
		257.90	278.80	257.80	278.0	257.05	279.0	258.05	279.0	257.0	278.0		172	277
Çözülmüş Oksijen	mg/l	9.22	9.28	8.74	9.08	8.06						8.88±0.50	8.51±1.50	8.69±0.26
		6.83	12.32	6.47	12.62	6.50	11.87	6.43	12.40	6.85	9.70		3.13	9.83
Oksijen Doymuşluğu	%	83.74	84.41	85.11	86.69	83.11						84.61±1.38	78.04±10.25	81.32±4.64
		71.80	95.15	68.50	98.25	68.50	94.30	68.40	95.35	70.30	96.95		74.0	92.2
Toplam Çözülmüş Madde	mg/l	171.60	175.91	175.66	175.90	175.41						174.89±1.85	175.48±4.71	175.18±0.41
		166.40	180.70	170.62	180.70	168.35	181.35	168.68	181.35	168.62	181		169.65	180.7
Askıda Katı Madde	mg/l	1.50	1.35	1.45	1.95	2.30						1.71±0.40	1.90±0.91	1.80±0.13
		0.40	3.0	0.80	2.0	0.60	2.0	0.20	3.20	1.20	3.20		0.5	3.5
Derinlik	m	2.09	2.74	2.16	1.85	2.23						2.21±0.33	15.63±1.37	8.92±9.48
		1.50	2.65	1.65	3.40	1.50	3.75	1.10	2.90	1.50	3.20		13.6	16.6
Secchi Derinliği	m	1.69	2.10	1.88	1.33	2.13						1.82±0.33	3.35±0.66	2.58±1.08
		1.50	1.80	1.60	3.40	1.50	2.63	1.0	1.60	1.50	2.80		2.6	4.0
Klorofil a	mg/m ³	-	-	-	-	-						-	2.57±0.88	2.57±0.88
													1.45	3.61
Klorür	mg/l	4.19	3.56	5.06	3.69	4.19						4.136±0.59	3.90±1.50	4.01±0.16
		2.25	5.50	2.50	4.75	3.00	8.75	2.50	5.25	3.25	5.75		1.25	6.25
Silikat	mg/l	5.01	6.19	5.38	6.55	7.14						6.05±0.86	8.30±3.16	7.17±1.59
		2.59	7.07	3.12	9.50	2.30	9.05	4.56	7.82	5.11	9.54		4.99	14.90
Toplam Sertlik	FS°	9.40	7.80	7.60	8.20	9.40						8.48±0.86	11.30±3.96	9.89±1.59
		7.20	14.40	5.20	10.0	6.80	8.40	6.80	9.20	7.60	10.40		6.4	18.0
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	159	154	160	158	160						158.25±2.51	163±15.70	160.62±3.35
		140	200	140	178	148	190	140	186	144	188		142	190
Nitrit Azotu	mg/l	0.0028	0.0024	0.0028	0.0022	0.0026						0.0025±0.0002	0.0034±0.001	0.0029±0.0006
		0.0019	0.0040	0.0011	0.0041	0.0016	0.0055	0.0009	0.0039	0.0016	0.0037		0.0013	0.0055
Nitrat Azotu	mg/l	0.042	0.022	0.031	0.025	0.026						0.0292±0.0079	0.02±0.007	0.024±0.006
		0.025	0.066	0.013	0.039	0.010	0.049	0.002	0.067	0.014	0.047		0.0131	0.0404
Amonyum Azotu	mg/l	0.057	0.040	0.044	0.044	0.049						0.0468±0.0067	0.05±0.019	0.048±0.0028
		0.025	0.130	0.018	0.066	0.021	0.070	0.025	0.065	0.024	0.069		0.0368	0.0987
Ortofosfat	mg/l	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003						0.0029±0.0002	0.0029±0.001	0.0029±0.001
		0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005		0.0018	0.0052
Toplam Fosfor	mg/l	0.026	0.026	0.031	0.025	0.026						0.0267±0.0024	0.03±0.02	0.028±0.0028
		0.013	0.055	0.014	0.055	0.013	0.056	0.012	0.053	0.014	0.057		0.0131	0.0675

4.2 Fiziksel ve Kimyasal Bulguların Değerlendirilmesi

Abant Gölü'nde Nisan 2015 – Aralık 2015 tarihleri arasında ölçülen su kalite parametreleri Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği su kalite sınıflarına göre değerlendirildiğinde; sıcaklık, pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen, amonyum azotu ve nitrat azotu derişim değerlerine göre tüm litoral istasyonların I. sınıf su kalitesinde olduğu görölmektedir. Gölün toplam fosfor derişimine göre ise; tüm istasyonların Eylül döneminde II. sınıf su kalitesinde, D_{III} istasyonun Eylül ve Aralık dönemlerinde II. sınıf su kalitesinde olduğu ve ortalama toplam fosfor derişimi yönünden bu istasyonun II. sınıf su kalitesini yansıttığı saptanmıştır. Litoral istasyonlar oksijen doymuşluğu bakımından incelendiğinde ise; D_I, D_{II}, D_{III} ve D_V istasyonların II. sınıf, D_{IV} istasyonun ise I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2- 4.6). Gölde I_F istasyonunda ölçülen su kalite parametreleri Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği su kalite sınıflarına göre değerlendirildiğinde ise sıcaklık, pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen, amonyum azotu, nitrat azotu ve toplam fosfor derişimi bakımından I. sınıf su kalitesi gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Araştırma süresince Abant Gölü litoral istasyonlardan elde edilen fiziksel ve kimyasal su kalite parametreleri, trofik durum kriterlerine göre değerlendirildiğinde; toplam fosfor derişimi bakımından D_I, D_{II}, D_{IV} ve D_V istasyonların mezotrofik, D_{III} istasyonun ise ötrofik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Gölde pelajial istasyonda ölçülen su kalite parametreleri trofik durum kriterlerine göre değerlendirildiğinde ise; toplam fosfor ve Secchi derinliği bakımından mezotrofik, klorofil *a* derişimi yönünden ise oligotrofik özellik gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Araştırma süresince, Abant Gölü su analizi sonuçlarının Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına ve Trofik Durum Kriterlerine göre (Anonim 2016) değerlendirilmesi ile ilgili sonuçlar; çizelge 4.2- 4.8'de örnekleme noktalarına göre verilmiştir.

Çizelge 4.2 Araştırma süresince Abant Gölü D_I istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi

Nokta Koordinatı:	40° 36' 244" N - 31° 17' 008" E						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü										
Nokta Kodu:	Diyatome I İstasyonu (D _I)										
Parametreler	Birim	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	°C	6.85	13.35	20.20	4.50	11.23	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	8.02	8.11	8.00	7.92	8.01	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	µS/cm	257.90	263.55	277.80	278.80	269.51	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	I
Çözünmüş Oksijen	mg/l	9.82	6.83	7.91	12.32	9.22	> 8	6-4	4-3	< 3	I
Oksijen Doymuşluğu	%	80.90	71.80	87.10	95.15	83.73	>90	90-70	70-40	< 40	II
Amonyum Azotu	mg/l	0.03	0.03	0.13	0.04	0.06	< 0.2	0.2-1	1-2	> 2	I
Nitrat Azotu	mg/l	0.03	0.03	0.07	0.04	0.04	< 5	5-10	10-20	> 20	I
Toplam Fosfor	mg/l	0.013	0.018	0.055	0.017	0.026	< 0.03	0.03-0.16	0.16-0.65	> 0.65	II
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	146	140	200	151	159.25	-	-	-	-	-
Askıda Katı Madde	mg/l	1.40	1.20	3.00	0.40	1.50					
Toplam Çözünmüş Madde	mg/l	167.70	171.60	180.70	166.40	171.60	-	-	-	-	-
Ortofosfat	mg/l	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003	-	-	-	-	-
Secchi Derinliği	m	1.80	1.75	1.50	1.70	1.69					
Maksimum Derinlik	m	2.65	2.50	1.50	1.70	2.09	-	-	-	-	-

Çizelge 4.3 Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_{II} istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi

Nokta Koordinatı:	40° 35' 987" N - 31° 16' 818" E						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü										
Nokta Kodu:	Diyatome II İstasyonu (D _{II})										
Parametreler	Birim	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	°C	6.6	13.9	20.1	4.8	11.3	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	8.4	8.1	8.2	7.9	8.2	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	µS/cm	257.8	263.80	278	278	269.40	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	I
Çözünmüş Oksijen	mg/l	9.8	6.5	8.2	12.6	9.3	> 8	6-4	4-3	< 3	I
Oksijen Doymuşluğu	%	80.20	68.50	90.70	98.25	80.20	>90	90-70	70-40	< 40	II
Amonyum Azotu	mg/l	0.026	0.018	0.066	0.049	0.040	< 0.2	0.2-1	1-2	> 2	I
Nitrat Azotu	mg/l	0.014	0.022	0.013	0.039	0.022	< 5	5-10	10-20	> 20	I
Toplam Fosfor	mg/l	0.014	0.017	0.055	0.017	0.030	< 0.03	0.03-0.16	0.16-0.65	> 0.65	II
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	140	146	178	152	154	-	-	-	-	-
Askıda Katı Madde	mg/l	1.6	1.0	2.0	0.8	1.3					
Toplam Çözünmüş Madde	mg/l	171	172	181	181	176	-	-	-	-	-
Ortofosfat	mg/l	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003	-	-	-	-	-
Secchi Disk	m	1.6	1.8	1.6	3.4	2.1					
Maksimum Derinlik	m	1.7	3.1	2.8	3.4	2.7	-	-	-	-	-

Çizelge 4.4 Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_{III} istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi

İzleme Noktası Koordinatı:	40° 36' 486" N - 31° 17' 340" E						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü										
Nokta Kodu:	Diyatome III İstasyonu (D _{III})										
Parametreler	Birim	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	°C	7.2	14.3	20.4	4.0	11.5	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.60	8.10	8.00	7.70	7.90	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	µS/cm	257.05	264.45	279	279	269.88	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	I
Çözünmüş Oksijen	mg/l	8.10	6.50	8.50	11.90	8.70	> 8	6-4	4-3	< 3	I
Oksijen Doymuşluğu	%	84.85	68.50	94.30	92.80	84.85	>90	90-70	70-40	< 40	II
Amonyum Azotu	mg/l	0.039	0.021	0.070	0.046	0.044	< 0.2	0.2-1	1-2	> 2	I
Nitrat Azotu	mg/l	0.010	0.039	0.028	0.049	0.031	< 5	5-10	10-20	> 20	I
Toplam Fosfor	mg/l	0.013	0.016	0.056	0.037	0.031	< 0.03	0.03-0.16	0.16-0.65	> 0.65	II
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	150	148	190	152	160	-	-	-	-	-
Askıda Katı Madde	mg/l	2.0	2.0	1.2	0.6	1.5					
Toplam Çözünmüş Madde	mg/l	168	172	181	181	176	-	-	-	-	-
Ortofosfat	mg/l	0.002	0.002	0.005	0.004	0.003	-	-	-	-	-
Secchi Disk	m	2.6	1.6	1.5	1.8	1.9					
Maksimum Derinlik	m	3.8	1.6	1.5	1.8	2.2	-	-	-	-	-

Çizelge 4.5 Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_{IV} istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi

Nokta Koordinatı:	40° 36' 631" N - 31° 16' 690" E						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü										
Nokta Kodu:	Diyatome IV İstasyonu (D _{IV})										
Parametreler	Birim	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	°C	6.4	15.4	19.9	4.2	11.5	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	8.1	7.8	8.0	7.8	7.9	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	µS/cm	258.05	265.0	279.0	279.0	270.3	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	I
Çözünmüş Oksijen	mg/l	9.20	6.40	8.40	12.40	9.10	> 8	6-4	4-3	< 3	I
Oksijen Doymuşluğu	%	90.50	68.40	92.50	95.35	90.50	>90	90-70	70-40	< 40	I
Amonyum Azotu	mg/l	0.025	0.031	0.065	0.055	0.044	< 0.2	0.2-1	1-2	> 2	I
Nitrat Azotu	mg/l	0.014	0.015	0.067	0.002	0.025	< 5	5-10	10-20	> 20	I
Toplam Fosfor	mg/l	0.012	0.016	0.053	0.018	0.025	< 0.03	0.03-0.16	0.16-0.65	> 0.65	I
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	146	140	186	160	158	-	-	-	-	-
Askıda Katı Madde	mg/l	3.0	1.4	3.2	0.2	2.0					
Toplam Çözünmüş Madde	mg/l	169	173	181	181	176	-	-	-	-	-
Ortofosfat	mg/l	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003	-	-	-	-	-
Secchi Disk	m	1.6	1.0	1.1	1.6	1.3					
Maksimum Derinlik	m	2.9	1.8	1.1	1.6	1.9	-	-	-	-	-

Çizelge 4.6 Araştırma süresince Abant Gölü diyatome D_V istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi

Nokta Koordinatı:	40° 36' 267" N - 31° 16' 455" E						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü										
Nokta Kodu:	Diyatome V İstasyonu (D _V)										
Parametreler	Birim	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	°C	6.2	16.5	20.2	4.6	11.9	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.7	8.1	8.0	7.8	7.9	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	µS/cm	257	265	277	278	269.3	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	I
Çözünmüş Oksijen	mg/l	9.7	6.9	7.9	7.8	8.1	> 8	6-4	4-3	< 3	I
Oksijen Doymuşluğu	%	78.50	70.30	86.70	96.95	78.50	>90	90-70	70-40	< 40	II
Amonyum Azotu	mg/l	0.034	0.024	0.068	0.069	0.049	< 0.2	0.2-1	1-2	> 2	I
Nitrat Azotu	mg/l	0.014	0.028	0.047	0.014	0.026	< 5	5-10	10-20	> 20	I
Toplam Fosfor	mg/l	0.014	0.016	0.057	0.018	0.026	< 0.03	0.03-0.16	0.16-0.65	> 0.65	I
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	152	144	188	156	160	-	-	-	-	-
Askıda Katı Madde	mg/l	2.2	2.6	3.2	1.2	2.3					
Toplam Çözünmüş Madde	mg/l	169	172	180	181	175	-	-	-	-	-
Ortofosfat	mg/l	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003	-	-	-	-	-
Secchi Disk	m	2.8	1.9	1.5	2.3	2.1					
Maksimum Derinlik	m	3.2	1.9	1.5	2.3	2.2	-	-	-	-	-

Çizelge 4.7 Araştırma süresince Abant Gölü pelajial istasyonu (I_F) analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmesi¹

Nokta Koordinatı:	40° 36' 422" N - 31° 17' 074" E												Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü																
Nokta Kodu:	Fitoplankton İstasyonu (I _F)																
Parametreler	Birim	Nisan	Haziran				Eylül				Aralık	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	°C	6.70	17.60	11.60	7.20	12.13	16.90	12.30	7.50	12.23	4.65	8.93	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	8.23	7.92	7.63	7.63	7.73	7.65	7.50	7.02	7.39	7.54	7.72	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	µS/cm	272	260	263	265.80	262.93	271	274	277	274	277	246.48	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	I
Çözünmüş Oksijen	mg/l	9.64	9.18	7.38	7.11	7.89	8.64	8.24	3.13	6.67	9.83	8.51	> 8	6-4	4-3	< 3	I
Oksijen Doymuşluğu	%	78.95	74.00	83.50	61.00	72.83	90.10	89.10	26.00	68.40	92.00	73.59	>90	90-70	70-40	< 40	II
Amonyum Azotu	mg/l	0.04	0.04	0.05	0.08	0.06	0.07	0.08	0.10	0.08	0.04	0.05	< 0.2	0.2-1	1-2	> 2	I
Nitrat Azotu	mg/l	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	< 5	5-10	10-20	> 20	I
Toplam Fosfor	mg/l	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.06	0.07	0.06	0.02	0.03	< 0.03	0.03-0.16	0.16-0.65	> 0.65	I
Alkalinite	mg CaCO ₃ /l	160	142	146	150	146	178	184	190	184	162	163	-	-	-	-	-
Toplam Çözünmüş Madde	mg/l	171.60	169.65	171.60	172.90	171.38	176	178.75	180	178.25	180.70	175.48	-	-	-	-	-
Askıda Katı Madde	mg/l	3.00	1.60	2.00	2.80	2.13	0.50	1.00	3.50	1.67	0.80	1.90	-	-	-	-	-
Ortofosfat	mg/l	0.0022	0.0027	0.0027	0.0028	0.0027	0.0050	0.0051	0.0052	0.0051	0.0018	0.0030	-	-	-	-	-
Klorofil <i>a</i>	mg/l	1.45	3.37	2.41	2.41	2.73	1.69	3.10	2.65	2.48	3.61	2.57	-	-	-	-	-
Secchi Disk	m	3.00	2.60			2.60	4.00			4.00	3.80	3.35	-	-	-	-	-
Öfotik Derinlik	m	7.50	6.50			6.50	10.00			10.00	9.50	8.38	-	-	-	-	-
Maksimum Derinlik	m	16.00	13.60			13.60	16.30			16.30	16.60	15.63					

(1) E; Epilimnion, T: Termoklin, H: Hipolimnion

Çizelge 4.8 Araştırma süresince Abant Gölü pelajial istasyonu analiz sonuçlarının Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Trofik Durum Kriterlerine göre değerlendirilmesi¹

İl - Göl:	Bolu-Abant Gölü											YSKYY Trofik Durum Kriterleri				
Parametre	Birim	Nisan	Haziran				Eylül				Aralık	Ortalama	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Hipertrofik
			E	T	H	Ort.	E	T	H	Ort.						
Toplam Fosfor	µg/l	13	16	17	19	17.4	47	57	68	57.4	17	26.3	≤10	10>TP≥30	30>TP≥100	>100
Klorofil <i>a</i>	µg/l	1.5	3.4	2.4	2.4	2.7	1.7	3.1	2.7	2.5	0.8	1.9	<3.5	3.5-9	9.1-25	>25
Secchi derinliği	m	3.0	2.6			2.6	4.0			4.0	3.8	3.4	>4	4-2	1.9-1	<1

(1) E: Epilimnion, T: Termoklin, H: Hipolimnion

4.3 Fitoplanktona İlişkin Sonuçlar

4.3.1 Fitoplankton tür dağılımı

Abant Gölü'nde araştırma süresince Bacillariophyta'dan 19, Chlorophyta'dan 19, Cyanobacteria'dan 8, Cryptophyta'dan 5, Euglenozoa'dan 2, Miozoa'dan 7 ve Ochrophyta'dan 5 olmak üzere toplam 7 divizyo ve 28 takıma ait 65 takson teşhis edilmiştir. Teşhis edilen fitoplankton türlerine ait tür listesi Çizelge 4.9'da sunulmuş, türlere ilişkin fotoğraflar EK-2'de verilmiştir.

Abant Gölü'nde, Bacillariophyta divizyosuna ait sentrik diyatomelerden *Cyclotella meneghiniana* ve *Pantocsekiella ocellata*, pennat diyatomelerden *Asterionella formosa*, Chlorophyta'dan *Ankistrodesmus falcatus*, *Monoraphidium minutum*, *Scenedesmus ellipticus*, *Tetraëdron minimum*, *Tetraëdron triangulare* ve *Elakatothrix gelatinosa*, Cryptophyta'dan *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas marssonii*, *Cryptomonas ovata* ve *Plagioselmis nannoplanctica*, Cyanobacteria'dan *Aphanocapsa planctonica*, *Anathece clathrata*, *Chroococcus limneticus*, *Snowella atomus* ve *Oscillatoria limosa*, Ochrophyta'dan *Dinobryon divergens* ve *Dinobryon sertularia* yoğunluklarında dönemsel artışlar olduğu tespit edilmiştir.

Fitoplankton sayısının örnekleme dönemlerine göre değişimi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Araştırma süresince Abant Gölü’nde teşhis edilen fitoplankton türlerine ait tür listesi

Divizyo: BACILLARIOPHYTA	Divizyo: CYANOBACTERIA
Takım: Bacillariales <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith Takım: Cocconeidales <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg Takım: Cymbellales <i>Cymbella neocistula</i> Krammer <i>Cymbopleura inaequalis</i> (Ehrenberg) Krammer <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson Takım: Fragilariales <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton Takım: Licmophorales <i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal Takım: Melosirales <i>Melosira varians</i> C. Agardh Takım: Naviculales <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing <i>Navicula radiosa</i> Kützing <i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot Takım: Tabellariales <i>Asterionella formosa</i> Hassall <i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh Takım: Stephanodiscales <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing <i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E. Ács Takım: Surirellales <i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith Takım: Rhopalodiales <i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	Takım: Chroococcales <i>Anathece clathrata</i> (W. West & G.S. West) Komárek, Kastovsky & Jezberová <i>Chroococcus rufescens</i> (Kützing) Nägeli. Takım: Oscillatoriales <i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont Takım: Synechococcales <i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M. Smith) Komárek & Anagnostidis <i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O. Komárek & Zapomelová <i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe <i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn <i>Snowella atomus</i> Komárek & Hindák
Divizyo: CHLOROPHYTA	Divizyo: CRYPTOPHYTA
Takım: Sphaeropleales <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs <i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris <i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli <i>Monoraphidium minutum</i> (Naegeli) Komarkova-Legnerova <i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith <i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda <i>Tetradismus obliquus</i> (Turpin) M.J. Wynne <i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg <i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg <i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov Takım: Chlorellales <i>Oocystis lacustris</i> Chodat Takım: Chlamydomonadales <i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg <i>Pseudosphaerocystis lacustris</i> (Lemmermann) Nováková <i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory <i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly <i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat Takım: Klebsormidiales <i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille Takım: Trebouxiales <i>Botryococcus braunii</i> Kützing	Takım: Cryptomonadales <i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg <i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja <i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg <i>Cryptomonas curvata</i> Ehrenberg Takım: Pyrenomonadales <i>Plagioselmis nannoplantica</i> (H. Skuja) G. Novarino, I.A.N. Lucas & S. Morrall
Divizyo: EUGLENOZOA	Divizyo: EUGLENOZOA
	Takım: Euglenales <i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein <i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
Divizyo: MIOZOA	Divizyo: MIOZOA
	Takım: Gonyaulacales <i>Ceratium cornutum</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann <i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans <i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Dujardin Takım: Gymnodiniales <i>Gyrodinium helveticum</i> (Penard) Y. Takano & T. Horiguchi Takım: Peridinales <i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann <i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg <i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas
Divizyo: OCHROPHYTA	Divizyo: OCHROPHYTA
	Takım: Chromulinales <i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof <i>Dinobryon divergens</i> O. E. Imhof <i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg Takım: Eustigmatales <i>Tetraëdriella regularis</i> (Kützing) Fott Takım: Hibberdiales <i>Bitrichia chodatii</i> (Reverdin) Chodat

Abant Gölü'nde pelajial istasyonda (I_F) fitoplankton türlerinin örnekleme dönemlerine bağlı olarak dağılımı ve değişimi incelendiğinde, Nisan döneminde Bacillariophyta divizyosuna ait; *Asterionella formosa* (% 49.94) ve *Pantocsekiella ocellata* (% 8.19), Chlorophyta divizyosuna ait; *Monoraphidium minutum* (% 3.24) ve *Tetraedron regulare* (% 3.81), Cryptophyta divizyosuna ait; *Plagioselmis nannoplanctica* (% 19.76), Cyanobacteria divizyosuna ait; *Aphanocapsa planctonica* (% 3.75) türlerinin toplam birey sayısının çoğunluğunu oluşturduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11). Ayrıca Nisan döneminde; Bacillariophyta (% 60.67), Chlorophyta (% 13.71), Cryptophyta (% 20.62) ve Cyanobacteria (% 4.59) divizyolarının baskın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Haziran döneminde ait fitoplankton türlerinin dağılımı incelendiğinde; epilimnion, Bacillariophyta'dan; *Asterionella formosa* (% 14.62), *Pantocsekiella ocellata* (% 12.81), Chlorophyta'dan; *Elakothrix gelatinosa* (% 4.36), *Oocystis lacustris* (% 10.07), Cryptophyta'dan; *Plagioselmis nannoplanctica* (% 29.29) ve Cyanobacteria'dan; *Aphanocapsa planctonica* (% 9.93), *Anathece clathrata*(% 8.14) türlerinin termoklin tabakasında, Bacillariophyta'dan; *Asterionella formosa* (% 8.96) ve *Pantocsekiella ocellata* (% 24.39), Chlorophyta'dan; *Monoraphidium minutum* (% 3.47) ve *Planktosphaeria gelatinosa* (% 3.84), Cryptophyta'dan; *Plagioselmis nannoplanctica* (% 38.29), Cyanobacteria'dan; *Aphanocapsa planctonica* (% 5.03) ve *Anathece clathrata*(% 3.76)'nın ve hipolimniyonda ise Bacillariophyta'dan; *Asterionella formosa* (% 28.61), *Pantocsekiella ocellata* (% 5.19), *Cyclotella meneghiniana* (% 3.93) ve *Fragilaria crotonensis* (% 3.76), Cryptophyta'dan; *Plagioselmis nannoplanctica* (% 42.02), Cyanobacteria'dan; *Anathece clathrata*(% 5.72) ve *Aphanocapsa planctonica* (% 3.40) türlerinin toplam fitoplankton bolluğunun büyük bir kısmını oluşturdukları belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Haziran döneminde; epilimniyonda Bacillariophyta (% 29.30), Cryptophyta (% 32.90), Cyanobacteria (% 18.20) ve Chlorophyta (% 17.20), termoklinde Cryptophyta (% 41.40), Bacillariophyta (% 37.30), Chlorophyta (% 12.0) ve Cyanobacteria (% 8.79), hipolimniyonda ise Cryptophyta (% 43.30), Bacillariophyta (% 42.40), Cyanobacteria (% 9.12) ve Chlorophyta (% 5.19) divizyolarının baskın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Abant Gölü'nde Eylül dönemine ait fitoplankton tür dağılımı incelendiğinde; epilimniyonda, Bacillariophyta'dan; *Pantocsekiella ocellata* (% 32.05) ve *Cyclotella meneghiniana* (% 4.84), Chlorophyta'dan; *Monoraphidium minutum* (% 37.06) ve Ochrophyta'dan; *Dinobryon divergens* (% 7.73) türünün olduğu, termoklinde Bacillariophyta'dan; *Cyclotella meneghiniana* (% 21.74) ve *Pantocsekiella ocellata* (% 41.43), Chlorophyta'dan; *Monoraphidium minutum* (% 7.77) ve *Oocystis lacustris* (% 2.19) ve Ochrophyta'dan; *Dinobryon divergens* (% 6.14) türlerinin olduğu ve hipolimniyonda ise Bacillariophyta'dan; *Asterionella formosa* (% 5.38), *Cyclotella meneghiniana* (% 11.43) ve *Pantocsekiella ocellata* (% 46.05), Chlorophyta'dan; *Elakothrix gelatinosa* (% 7.40), *Monoraphidium minutum* (% 12.10), *Oocystis lacustris* (% 3.36), Cryptophyta'dan; *Cryptomonas erosa* (% 4.03), *Cryptomonas marssonii* (% 3.36) ve *Plagioselmis nannoplantica* (% 9.41), Cyanobacteria'dan; *Aphanocapsa planctonica* (% 9.41), Miozoa'dan; *Peridinium willei* (% 2.69), Euglenozoa'dan; *Trachelomonas hispida* (% 2.02) ve Ochrophyta'dan; *Dinobryon divergens* (% 7.40) türlerinin toplam fitoplankton bolluğunun büyük kısmını oluşturduğu tespit edilmiştir. Eylül döneminde; epilimniyonda Chlorophyta (% 41.56), Bacillariophyta (% 38.33), Ochrophyta (% 10.12) ve Cyanobacteria (% 5.54), termoklinde Bacillariophyta (% 64.97), Chlorophyta (% 11.32), Ochrophyta (% 8.89), Cryptophyta (% 6.71), ve Cyanobacteria (% 5.60), hipolimniyonda Bacillariophyta (% 28.24), Chlorophyta (% 28.24), Cryptophyta (% 19.50), Cyanobacteria (% 11.43) ve Ochrophyta (% 7.40) divizyolarının hâkim olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Abant Gölü'nde Aralık döneminde Bacillariophyta divizyosuna ait; *Asterionella formosa* (% 1.83) ve *Pantocsekiella ocellata* (% 7.20), Chlorophyta divizyosuna ait; *Monoraphidium minutum* (% 2.15), Cryptophyta divizyosuna ait; *Cryptomonas erosa* (% 7.76), *Cryptomonas marssonii* (% 4.62) ve *Plagioselmis nannoplantica* (% 65.56), Cyanobacteria divizyosuna ait; *Aphanocapsa planctonica* (% 3.31) türlerinin toplam birey sayısının çoğunluğunu oluşturduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11). Ayrıca Nisan döneminde; Bacillariophyta (% 60.67), Chlorophyta (% 13.71), Cryptophyta (% 20.62) ve Cyanobacteria (% 4.59) divizyolarının baskın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.10 Araştırma süresince Abant Gölü'nde tespit edilen fitoplankton türlerine ait tür kompozisyonun yüzde dağılımı (%)

Diviz yo ¹	Türler	Nisan	Haziran ²			Eylül ²			Aralık
			E	T	H	E	T	H	
BCL	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	49.94	14.6	8.96	28.6	0.92	1.51	5.38	1.83
	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	1.03	1.53	3.13	3.93	4.84	21.7	11.4	1.04
	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0.12
	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	0	0	0	0	0	0.17	0	0
	<i>Cymboppleura inaequalis</i> (Ehrenberg) Krammer	0	0	0	0.18	0	0.17	0	0
	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh	0.3	0	0	0	0.12	0	0	0
	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	0.06	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0	0	0	3.76	0	0	0.67	0
	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	0	0	0	0.18	0.13	0	0.67	0
	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0	0	0.18	0	0	0	0
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	0.2	0	0.54	0	0	0	0	0.12
	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	0.06	0	0.14	0	0	0	0	0
	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.12	0	0	0	0.13	0	0	0
	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0	0.13	0	0	0	0	0	0
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	0	0	0	0	0.12	0	0	0
	<i>Pantocsekiella ocellata</i> Pandocsek	8.19	12.8	24.4	5.19	32.1	41.4	10.1	7.2
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M. Aboal	0.76	0.22	0.11	0.36	0.25	0.53	0	0.33
CHL	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	0	0.24	0.13	0	0	0	0	0.13
	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	0.53	4.36	1.41	0.36	0.26	0.79	7.04	0.37
	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Naegeli) Komarkova-Legnerova	3.24	1.34	3.47	1.43	37.1	7.77	12.1	2.15
	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0.38	10.1	0.55	1.43	1.55	2.19	3.36	0
	<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory	0	0	0.28	0	0	0	0	0
	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M.Smith	0	0	3.84	0	0.13	0	0	0
	<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i> (Lemmermann) Nováková	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	0	0.59	0.82	0	0.26	0	0	0
	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	1.68	0.33	0.66	0	0	0	0.67	0
	<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	2.16	0	0	0	0.26	0	0	1.84
	<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	0.14	0	0	0.18	0	0	0.67	0
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	1.11	0	0	0	0	0	0	1.6
	<i>Tetraëdron regulare</i> Kützing	3.81	0.13	0.14	1.25	0.56	0	3.07	0
	<i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov	0.65	0.13	0.68	0.54	1.55	0.59	3.36	0
CRY	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	0.34	3.44	3.13	1.25	0.71	2.21	3.36	7.76
	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	0.52	0	0	0	0	0.66	4.03	4.62
	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	0	0.13	0	0	0.15	0	2.02	0
	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> Skuja	0	0	0	0	0	0	0.67	0.36
	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall	19.76	29.3	38.3	42	1.95	3.85	9.41	65.56
CYN	<i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis	3.76	9.93	5.03	3.4	2.74	2.68	9.41	3.31
	<i>Anathece clathrata</i> West & G.S.West	0.83	8.14	3.76	5.72	2.67	2.93	1.34	0.49
	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová	0	0	0	0	0	0	0	0.12
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe	0	0	0	0	0	0	0	0.12
	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont	0	0	0	0	0.13	0	0	0
	<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hindák	0	0.13	0	0	0	0	0.67	0
EUG	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein	0	0.44	0.29	0	0.13	0	2.02	0
	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	0.23	0.13	0.13	0	0.43	0.34	0	0.63
MIO	<i>Ceratium cornutum</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	0	0	0	0	0.12	0.21	0	0
	<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Dujardin	0	0.14	0.03	0	0.35	0.64	0	0.05
	<i>Gymnodinium helveticum</i> Penard	0.09	0.03	0.06	0.04	0.08	0.11	0.34	0.19
	<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann	0	0	0	0	0.15	0.16	0.13	0
	<i>Peridinium lomnickii</i> Woloszyńska	0	0	0	0	0.3	0.43	0	0
OCH	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	0.09	0.29	0.03	0	0.08	0.62	2.69	0
	<i>Bitrichia chodatii</i> (Reverdin) Chodat	0	0	0	0	0.3	0	0	0
	<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Dinobryon divergens</i> O. E. Imhof	0	1.43	0	0	7.73	6.16	7.4	0
	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	0	0	0	0	1.81	2.12	0	0.12

(1) BCL: Bacillariophyta, CHL: Chlorophyta, CRY: Cryptophyta CYN: Cyanobacteria, EUG: Euglenozoa, MIO: Miozoa, OCH: Ochrophyta

(2) E: Epilimnion, T: Termoklin, H: Hipolimnion

Çizelge 4.11 Araştırma süresince Abant Gölü'nde tespit edilen fitoplankton türlerinin divizyo bazında yüzde dağılımı (%)

Divizyo	Nisan	Haziran ¹			Eylül ¹			Aralık	Ort
		E	T	H	E	T	H		
Bacillariophyta	60.67	29.30	37.27	42.38	38.55	65.55	28.24	10.62	39.07
Chlorophyta	13.71	17.19	11.99	5.19	41.60	11.34	28.24	6.08	16.92
Cryptophyta	20.62	32.86	41.42	43.28	2.81	6.72	19.50	78.30	30.69
Cyanobacteria	4.59	18.20	8.79	9.12	5.55	5.61	11.43	4.02	8.41
Euglenozoa	0.23	0.57	0.42	0.00	0.56	0.34	2.02	0.63	0.59
Miozoa	0.18	0.45	0.11	0.04	1.08	2.16	3.16	0.23	0.93
Ochrophyta	0.00	1.43	0.00	0.00	9.85	8.28	7.40	0.12	3.38

(1) E: Epilimnion, T: Termoklin, H: Hipolimnion

4.3.2 Fitoplankton biyokütlesi

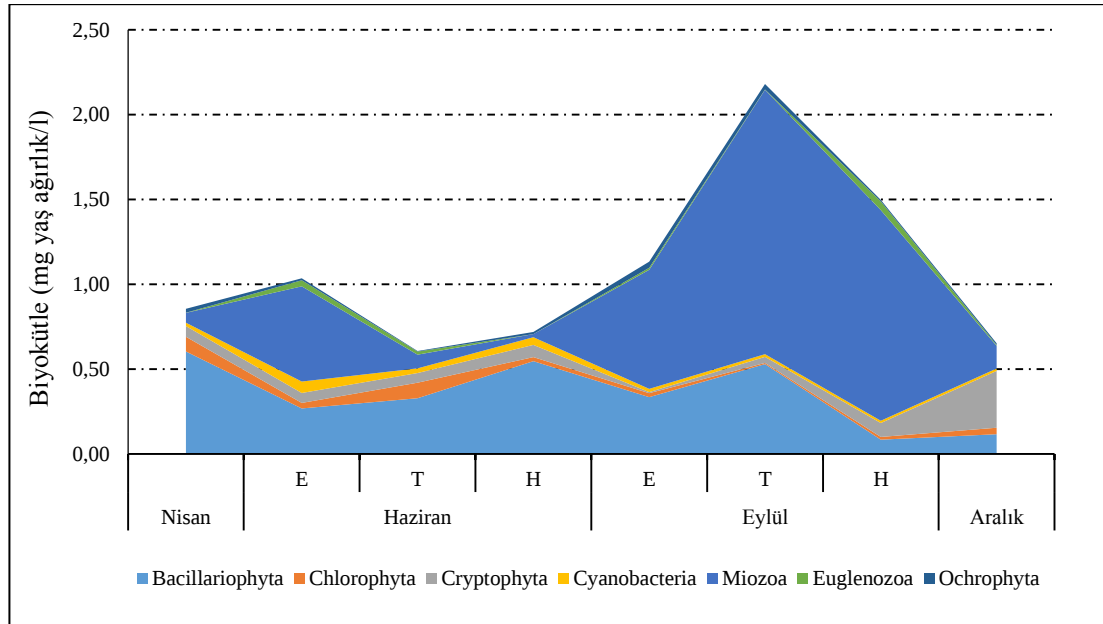
Abant Gölü'nde tespit edilen fitoplankton türlerinin örnekleme dönemlerine bağlı olarak fitoplankton sayısı (adet/ml) ve fitoplankton biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l) dağılımı incelendiğinde;

Nisan ayında toplam fitoplankton sayısı 1899 adet/ml, fitoplankton biyokütlesi ise 0.855 mg yaş ağırlık/l ve Cyanobacteria biyokütlesi 0.020 mg yaş ağırlık/l olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.12). Cyanobacteria biyokütlesinin toplam fitoplankton biyokütlesinin % 4.58'ini oluşturduğu saptanmıştır.

Gölde Haziran ayında; epilimniyonda toplam fitoplankton sayısının 3264 adet/ml, fitoplankton biyokütlesinin 1.035 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesinin 0.067 mg yaş ağırlık/l olduğu saptanmış ve Cyanobacteria biyokütlesinin toplam fitoplanktonun % 18.20'ini oluşturduğu tahmin edilmiştir. Gölün termoklin tabakasında toplam fitoplankton sayısı 1935 adet/ml, fitoplankton biyokütlesi 0.606 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesi 0.028 mg yaş ağırlık/l ve toplam fitoplankton biyokütlesi % 8.78 olarak belirlenmiştir. Hipolimnion kısmında ise toplam fitoplankton sayısı 1669 adet/ml, fitoplankton biyokütlesi ise 0.719 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesi 0.045 mg yaş ağırlık/l ve toplam fitoplankton biyokütlesinin % 9.12'i şeklinde belirlenmiştir (Şekil 4.1, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12).

Eylül ayında epilimniyonda toplam fitoplankton sayısının 1274 adet/ml, fitoplankton biyokütlesinin 1.133 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesinin 0.019 mg yaş ağırlık/l olduğu saptanmış ve Cyanobacteria biyokütlesinin toplam fitoplankton biyokütlesinin % 5.54'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir. Gölün termoklin kısmında toplam fitoplankton sayısı 1657 adet/ml, fitoplankton biyokütlesi ise 2.181 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesi 0.016 mg yaş ağırlık/l ve toplam fitoplankton biyokütlesinin % 5.60'ı olduğu belirlenmiştir. Hipolimniyonda ise toplam fitoplankton sayısı 1449 adet/ml, fitoplankton biyokütlesi 1.497 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesi 0.014 mg yaş ağırlık/l olarak belirlenmiş ve toplam fitoplankton biyokütlesinin % 11.43'ü şeklinde hesaplanmıştır (Şekil 4.1, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12).

Aralık örneklemede toplam fitoplankton sayısı 679 adet/ml, fitoplankton biyokütlesi 0.652 mg yaş ağırlık/l ve Cyanobacteria biyokütlesi 0.014 mg yaş ağırlık/l olarak tahmin edilmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.12). Ayrıca, Cyanobacteria biyokütlesinin toplam fitoplankton biyokütlesi % 4.02'ini oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).



Şekil 4.1 Araştırma süresince Abant Gölü'nde fitoplankton biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l) ve divizyo bazında dağılımı

Çizelge 4.12 Araştırma süresince Abant Gölü'nde fitoplankton biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l), Cyanobacteria biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l) ve toplam bolluk (adet/ml)

Divizyo ¹	Türler	Nisan	Haziran ²			Eylül ²			Arahk
			E	T	H	E	T	H	
BCL	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	0.479	0.118	0.065	0.315	0.006	0.008	0.015	0.014
	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.004	0.005	0.01	0.019	0.015	0.06	0.014	0.003
	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0.012
	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	0	0	0	0	0	0.085	0	0
	<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kützing	0	0	0	0.065	0	0.032	0	0
	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh	0.0005	0	0	0	0.0003	0	0	0
	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	0.0006	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0	0	0	0.056	0	0	0.002	0
	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	0	0	0	0.011	0.005	0	0.011	0
	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0	0	0.002	0	0	0	0
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	0.016	0	0.02	0	0	0	0	0.005
	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	0.0004	0	0.00207	0	0	0	0	0
	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.0003	0	0	0	0.0008	0	0	0
	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0	0.0026	0	0	0	0	0	0
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	0	0	0	0	0.0007	0	0	0
	<i>Pantocsekiella ocellata</i> Pandocsek	0.1	0.14	0.229	0.075	0.304	0.341	0.039	0.078
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M. Aboal	0.023	0.006	0.003	0.012	0.006	0.012	0	0.009
CHL	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	0	0.002	0.001	0	0	0	0	0.001
	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	0	0.001	0.0002	0	0.001	0	0.01	0
	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Naegeli) Komarkova-Legnerova	0	0	0.0006	0	0.006	0	0	0
	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0	0	0.004	0	0	0	0	0
	<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G. M. Smith	0	0	0.075	0	0.002	0	0	0
	<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i> (Lemmermann) Nováková	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly	0	0.001	0.0008	0	0.0002	0	0	0
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	0.005	0.003	0.005	0	0	0	0.002	0
	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	0.033	0	0	0	0.002	0	0	0.019
	<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	0.0003	0.023	0.001	0.004	0.003	0.003	0.002	0
	<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgür	0.002	0	0	0.003	0	0	0.003	0
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgür	0.022	0	0	0	0	0	0	0.017
	<i>Tetraëdron regulare</i> Kützing	0.02	0.001	0.0009	0.012	0.003	0	0.001	0
	<i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov	0.001	0	0.002	0.002	0.004	0.001	0.004	0
CRY	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	0.038	0	0	0	0	0.019	0.058	0.19
	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	0.003	0.027	0.021	0.013	0.004	0.013	0.009	0.06
	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> Skuja	0	0	0	0	0	0	0.01	0.015
	<i>Plagioselmis nannoplantctica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall	0.02	0.031	0.035	0.059	0.001	0.003	0.003	0.068
CYN	<i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis	0.015	0.035	0.015	0.016	0.008	0.007	0.011	0.011
	<i>Anathece clathrata</i> West & G.S.West	0.004	0.031	0.012	0.029	0.009	0.008	0.001	0.001
	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	0	0	0	0	0	0	0	0.0002
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe	0	0	0	0	0	0	0	0.0007
	<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hindák	0	0	0	0	0.001	0	0	0
EUG	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein	0	0.034	0.017	0	0.008	0	0.051	0
	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	0.0006	0.001	0.001	0	0.003	0.002	0	0.005
MIO	<i>Ceratium cornutum</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	0	0.193	0.032	0	0.402	0.643	0	0.064
	<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Dujardin	0	0	0	0	0.081	0.131	0	0
	<i>Gymnodinium helveticum</i> Penard	0.019	0.009	0.018	0.018	0.023	0.032	0.045	0.069
	<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann	0	0	0	0	0.022	0.022	0.008	0
	<i>Peridinium lomnickii</i> Woloszyńska	0	0	0	0	0.097	0.13	0	0
	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	0.039	0.358	0.03	0	0.075	0.599	1.187	0
OCH	<i>Bitrichia chodatii</i> (Reverdin) Chodat	0	0	0	0	0.004	0	0	0
	<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Dinobryon divergens</i> O. E. Imhof	0	0.005	0	0	0.022	0.015	0.008	0
	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0.003	0.004	0	0.0002
Toplam bolluk (adet/ml)		1899	3264	1935	1669	1274	1657	1449	679
Toplam biyokütle (mg yaş ağırlık/l veya mm ³ /l) ³		0.855	1.035	0.606	0.719	1.133	2.181	1.497	0.652
Cyanobacteria biyokütlesi (mg yaş ağırlık/l veya mm ³ /l) ³		0.02	0.067	0.028	0.045	0.019	0.016	0.014	0.014

(1) BCL: Bacillariophyta, CHL: Chlorophyta, CRY: Cryptophyta CYN: Cyanobacteria, EUG: Euglenozoa, MIO: Miozoa, OCH: Ochrophyta

(2) E: Epilimnion, T: Termoklin, H: Hipolimnion

(3) Toplam biyokütle ve Cyanobacteria biyokütlesinin Sondergaard vd. (2005)'ya göre değerlendirilmesi: iyi ekolojik kalite yeşil, çok iyi ekolojik kalite mavi dolgu ile gösterilmiştir.

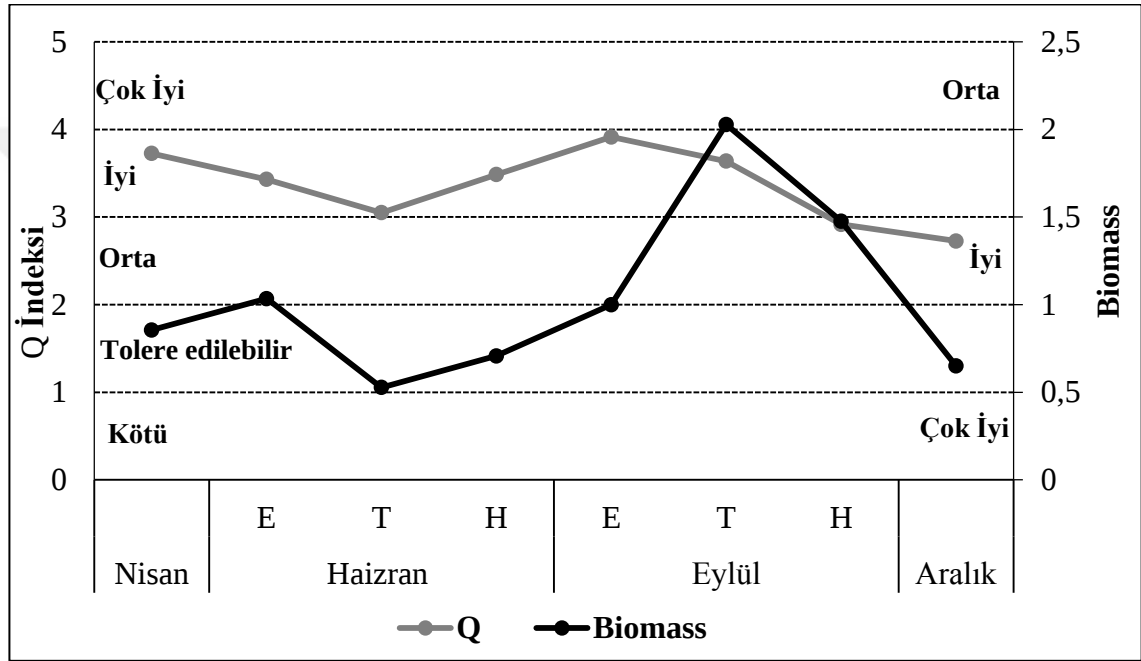
4.3.3 Fitoplankton indeksleri

Abant Gölü'nde fitoplanktonun gölün ekolojik kalitesinin tahmininde kullanılması amacıyla birey sayısı, biyokütle ve yoğunluğuna bağlı olarak; Shannon-Weiner, Evenness, Margalef, Simpson Çeşitlilik, Simpson Dominansi, McIntosh, McNaughton, Menhinick, Odum, Hulbert, Fitoplankton Trofik İndeksi ve Q indeksi hesaplanmıştır (Çizelge 4.13).

Abant Gölü'nde Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI) haricinde diğer indekslere ait en yüksek değerlerin Eylül döneminde olduğu ve PTI indeksinin ise Haziran döneminde epilimniyonda (4.588) yüksek olduğu belirlenmiştir. İndekslere ait en düşük değerlerin ağırlıklı olarak Nisan ve Aralık dönemlerinde olduğu belirlenirken, McNaughton (45.55) indeksinin Haziran (epilimniyon) ve Simpson (dominansi) (0.140) indekslerinin Eylül (hipolimniyon) ayında en düşük değerde olduğu belirlenmiştir.

Abant Gölü'nde tespit edilen fitoplankton türlerinin; **B** (*Fragilaria crotonensis*, *Peridinium willei* ve *Pantocsekiella ocellata*), **C** (*Asterionella formosa* ve *Cyclotella meneghiniana*), **D** (*Ulnaria acus*, *Ulnaria ulna* ve *Nitzschia palea*), **E** (*Dinobryon divergens*, *Dinobryon sertularia* ve *Dinobryon bavaricum*), **F** (*Oocystis lacustris*, *Sphaerocystis planktonica*, *Sphaerocystis schroeteri* ve *Planktosphaeria gelatinosa*), **J** (*Coelastrum astroideum*, *Coelastrum sphaericum*, *Tetraedron minimum*, *Tetraedron regulare*, *Tetraedron triangulare*, *Tetraedron caudatum*, *Scenedesmus ellipticus* ve *Scenedesmus obliquus*), **K** (*Aphanocapsa planctonica* ve *Aphanothece clathrata*), **L0** (*Ceratium hirundinella*, *Ceratium furcoides*, *Ceratium cornutum*, *Chroococcus turgidus*, *Chroococcus limneticus* ve *Gymnodinium helveticum*), **MP** (*Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella ehrenbergi*, *Cymbella neocistula*, *Diatoma tenuis*, *Epithemia argus*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula trivialis*, *Navicula radiosa*, *Melosira varians*, *Gomphonema olivaceum* ve *Planktolynghya limnetica*), **Y** (*Cryptomonas marssonii*, *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas rostratiformis* ve *Rhodomonas lacustris*), **W2** (*Trachelomonas hispida* ve *Trachelomonas volvocina*) ve **X1** (*Ankistrodesmus falcatus*, *Monoraphidium minutum* ve *Monoraphidium arcuatum*) fonksiyonel gruplarında olduğu belirlenmiştir. fonksiyonel

gruplara göre hesaplanan Q indeksine göre, Abant Gölü'nün Eylül ayında hipolimnionda ve Aralık döneminde orta ekolojik kalite özelliği gösterdiği belirlenirken, diğer aylara göre iyi ekolojik kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Buna ek olarak, şekil 4.2'de de görüleceği üzere fitoplankton biyokütlesinin ekolojik kalite sınıfına göre değerlendirilmesi durumunda, sadece Eylül ayında termoklinde orta ekolojik kaliteye yaklaştığı saptanırken, diğer örnekleme dönemlerinde **çok iyi** ve **iyi** ekolojik kalite sınırlarında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2 Abant Gölü'nde örnekleme dönemlerine göre Q indeksinin fitoplankton biyokütlesiyle olan ilişkisi

Çizelge 4.13 Araştırma süresince Abant Gölü'nde fitoplankton indekslerinin örnekleme dönemlerine göre değişimi¹

İndeksler	Kısaltmalar	Nisan	Haziran			Eylül			Aralık	Ort.
			E	T	H	E	T	H		
Evenness	E	0.232	0.369	0.311	0.335	0.202	0.306	0.666	0.183	0.326±0.15
Fitoplankton Trofik İndeksi	PTI	3.402	4.588	3.422	3.344	3.550	4.240	4.523	4.130	3.900±0.53
Hulbert	PIE	0.648	0.851	0.762	0.730	0.524	0.463	0.864	0.587	0.679±0.15
Margalef	D _{Mg}	2.966	3.040	2.965	2.238	4.317	3.161	3.786	2.915	3.174±0.62
McIntosh	M _D	0.995	1.008	1.011	0.989	1.006	0.991	1.024	1.005	1.004±0.011
McNaughton	I	72.92	45.55	67.14	70.92	83.04	80.24	48.24	71.17	67.40±13.69
Menhinick	D _{Mn}	0.438	0.546	0.563	0.477	0.810	0.631	1.259	0.528	0.657±0.27
Odum's	D _{Od}	12.92	8.27	7.12	10.58	15.86	18.76	6.37	7.96	10.98±4.48
Simpson (Çeşitlilik)	S	0.697	0.846	0.777	0.729	0.750	0.767	0.921	0.554	0.755±0.11
Simpson (Dominansi)	D _s	0.303	0.145	0.215	0.271	0.474	0.589	0.140	0.422	0.320±0.16
Shannon-Weiner	H'	1.756	2.182	1.968	1.739	1.897	1.995	2.729	1.438	1.963±0.38
Q İndeksi	Q	3.824	3.424	3.429	3.485	4.121	3.742	2.916	2.522	3.433±0.51

(1) E: Epilimnion, T: Termoklin, H: Hipolimnion

4.3.4 Fitoplankton indeksleri ile su kalite parametreleri arasındaki ilişkiler

Abant Gölü'nde fiziksel ve kimyasal su kalite parametreleri ile fitoplankton indeksleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.14). İndeks değerleri ile fiziksel ve kimyasal parametrelerden; Secchi derinliği, iletkenlik, klorür, nitrat azotu ve toplam çözünmüş madde değerleriyle arasındaki korelasyonun $p<0.05$ ve $p<0.01$ önem düzeylerine göre istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

İndeks değerleri sıcaklık değişkeni açısından incelendiğinde sadece Q indeksinin ($r=0.585$, $n=16$ ve $p<0.05$) pozitif yönde bir korelasyon gösterdiği saptanmıştır.

pH'nın Menhinick ($r=-0.787$, $n=16$ ve $p<0.05$) ve Odum ($r=-0.719$, $n=16$ ve $p<0.05$) indeksleri ile negatif, Q indeksi ($r=0.487$, $n=16$ ve $p<0.05$) ile pozitif yönde korelasyonlarının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Çözünmüş oksijen derişiminin Menhinick ($r=-0.824$, $n=16$ ve $p<0.05$), Odum ($r=-0.830$, $n=16$ ve $p<0.05$), Simpson (Çeşitlilik) ($r=-0.710$, $n=16$ ve $p<0.05$) ve Shannon-Weiner ($r=-0.803$, $n=16$ ve $p<0.05$) ve Evenness ($r=-0.912$, $n=8$ ve $p<0.01$) indeksleriyle korelasyonunun negatif yönde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Oksijen doymuşluğunun McIntosh ($r=0.579$, $n=16$ ve $p<0.05$), McNaughton ($r=0.669$, $n=16$ ve $p<0.05$) ve Simpson (Dominansi) ($r=0.664$, $n=16$ ve $p<0.05$) indeksleri ile pozitif, Evenness ($r=-0.932$, $n=16$ ve $p<0.01$), Hulbert ($r=-0.715$, $n=16$ ve $p<0.05$), Odum ($r=-0.808$, $n=16$) ve Shannon-Weiner ($r=-0.767$, $n=16$ ve $p<0.05$) indeksleri ile negatif korelasyon gösterdiği saptanmıştır.

Alkalinite ($r=0.736$, $n=16$), amonyum azotu ($r=0.712$, $n=16$ ve $p<0.05$) ve toplam fosforun ($r=0.841$, $n=16$ ve $p<0.01$) Menhinick indeksiyle korelasyonlarının pozitif yönde ve istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Askıda katı madde miktarı ile Simpson (Dominansi) ($r = -0.698$, $n = 16$ ve $p < 0.05$) indeksi ile negatif yönde istatistik olarak önemli bir korelasyon göstermektedir.

Ortofosfat fosforu derişimi ile Margalef ($r = 0.729$, $n = 16$ ve $p < 0.05$) ve Menhinick ($r = 0.729$, $n = 16$ ve $p < 0.05$) indekslerinin pozitif yönde bir korelasyon sağladığı tespit edilmiştir.

Klorofil *a* derişimi ile Fitoplankton Trofik İndeksinin ($r = 0.729$, $n = 16$ ve $p < 0.05$) pozitif yönde ve Q indeksinin ($r = -0.690$, $n = 16$ ve $p < 0.05$) negatif yönde önemli bir korelasyon gösterdiği ($p < 0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.14 Abant Gölü’nde fitoplankton indeksleri ile su kalite parametreleri arasında Pearson korelasyon analizi (n=16)³

Parametreler ^{1,2}	E	PTI	PIE	D _{MG}	M _D	I	D _{Mn}	D _{Od}	S	D _s	H	Q
Secchi Derinliği	-0.612	-0.034	-0.320	0.326	0.112	0.207	-0.236	-0.410	-0.521	0.239	-0.472	0.067
Sıcaklık	-0.077	0.182	-0.027	0.457	0.186	-0.063	0.046	-0.083	0.451	0.051	0.271	0.585*
pH	-0.644	-0.432	-0.134	-0.323	0.193	0.210	-0.787*	-0.719*	-0.357	0.020	-0.528	0.487*
İletkenlik	0.266	0.421	0.004	0.198	-0.088	-0.112	0.413	0.419	0.172	0.126	0.222	-0.371
Çözülmüş Oksijen	-0.912**	-0.247	-0.520	-0.240	0.422	0.452	-0.824*	-0.830*	-0.710*	0.450	-0.803*	0.253
Oksijen Doymuşluğu	-0.932**	-0.320	-0.715*	-0.070	0.579	0.669*	-0.695	-0.808*	-0.679	0.664*	-0.767*	0.320
Alkalinite	0.339	0.313	-0.392	0.667	0.412	0.221	0.736*	0.267	0.226	0.446	0.410	0.034
Askıda Katı Madde	0.660	-0.091	0.674	-0.283	-0.520	-0.493	0.256	0.464	0.443	-0.698*	0.464	-0.148
Klorür	0.217	-0.299	-0.132	-0.295	0.106	0.309	0.165	0.096	-0.082	0.186	-0.050	-0.190
Toplam Sertlik	0.770*	0.464	0.134	0.376	0.094	-0.239	0.759*	0.585	0.764*	-0.020	0.809*	0.056
Amonyum Azotu	0.645	0.122	0.037	0.269	0.085	0.001	0.712*	0.463	0.507	0.054	0.559	0.006
Nitrat Azotu	0.254	-0.217	0.449	-0.631	-0.475	-0.215	-0.111	0.242	0.015	-0.403	-0.055	-0.387
Toplam Fosfor	0.553	0.426	-0.178	0.666	0.282	0.020	0.841**	0.455	0.525	0.269	0.648	0.069
Ortofosfat Fosforu	0.461	0.298	-0.209	0.707*	0.367	0.096	0.754*	0.321	0.600	0.288	0.637	0.329
Toplam Çözülmüş Madde	0.177	0.390	-0.398	0.362	0.228	0.197	0.542	0.284	-0.182	0.474	0.077	-0.478
Klorofil <i>a</i>	0.144	0.729*	0.116	-0.277	-0.175	-0.393	-0.024	0.311	-0.081	0.003	0.016	-0.690*

1 (*) Korelasyon p<0.05 önem düzeyinde önemlidir.

2 (**) Korelasyon p<0.01 önem düzeyinde önemlidir.

3 Gri tonlama indeks bazında en yüksek korelasyonu göstermektedir.

4.3.5 Fitoplankton türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişki

Fitoplankton türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesinden önce uygulanacak ordınasyon modelinin belirlenmesi için Detrended Correspondence Analizi (DCA) yapılmıştır. Çizelge 4.15’de de görüleceği üzere analizden elde edilen eğim uzunluğunun 4’den büyük olmasından dolayı değerlerin unimodal modele uygun olduğu tespit edilmiş ve Kanonik Uyum Analizi (CCA) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, CCA analizinde kullanılan fitoplankton türleri çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15 Fitoplankton için uygulanan DCA analizi sonucunda eksenlere ait eğim uzunlukları

	Eksenler			
	1	2	3	4
Eğim Uzunluğu	4.352	3.720	2.776	2.802

Çizelge 4.16 CCA analizinde kullan fitoplankton türleri

Kısaltma	Türler
AFOR	<i>Asterionella formosa</i> Hassall
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
POCE	<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács
EGEL	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille
MMIN	<i>Monoraphidium minutum</i> (Naegeli) Komarkova-Legnerova
OLAC	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
CERO	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg
CMAR	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja
PNAN	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall
APLA	<i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis
ACLA	<i>Anathece clathrata</i> (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová
DDIV	<i>Dinobryon divergens</i> O. E. Imhof

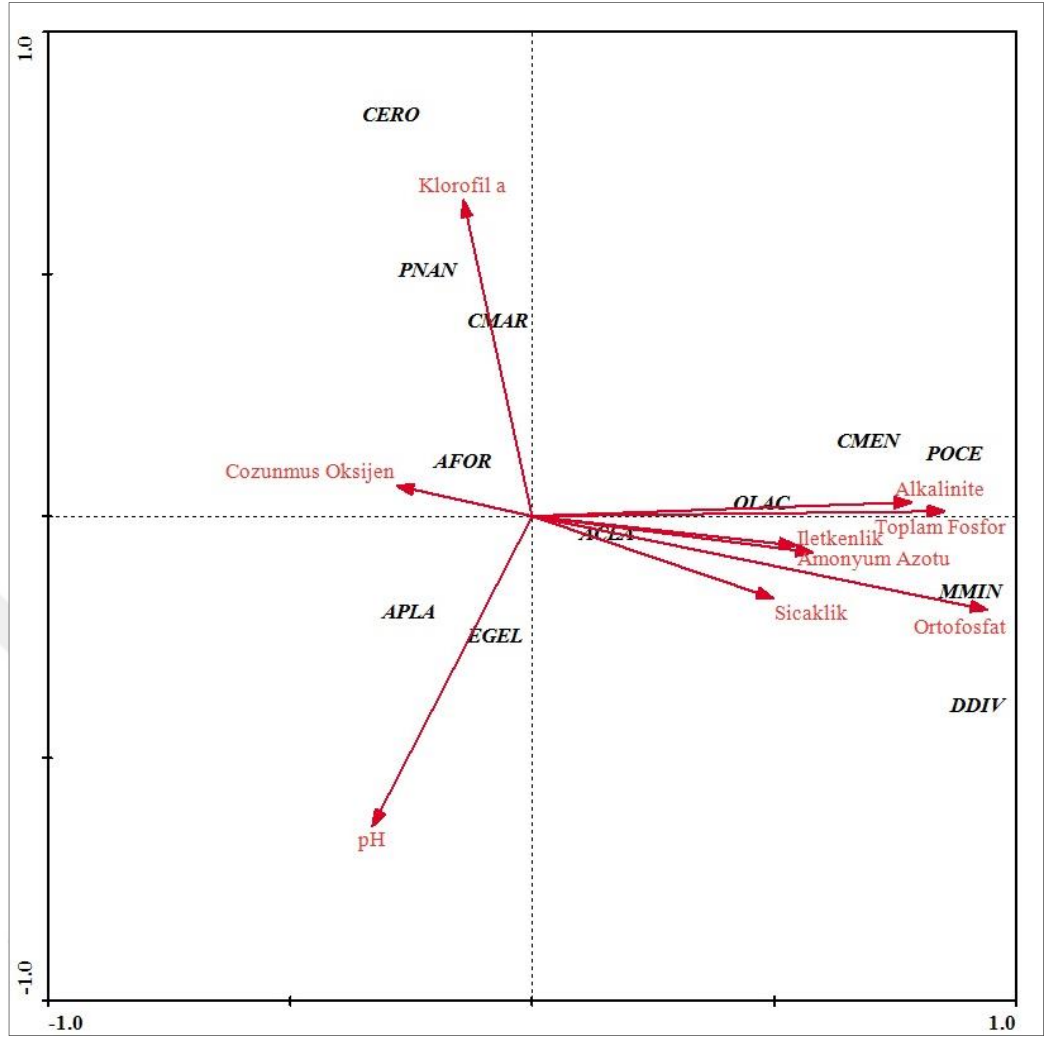
Abant Gölü’nde fitoplankton türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasında uygulanan Kanonik Uyum Analizi sonucunda ilk iki eksene ait özdeğerler sırasıyla; 0.521 ve 0.273 şeklinde hesaplanmıştır. Analizde iki eksenin de türlere ait varyansın % 52.10 (1. eksen) ve % 17.74 (2. eksen) olmak üzere toplam % 69.5’ini açıklamaktadır.

Tüm özdeğerler toplamı 1.032, tüm kanonik özdeğerlerin toplamı 0.961 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, ilk eksene ait tür-çevre arasındaki kümülatif varyans değeri % 54.30 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Abant Gölü fitoplanktona ilişkin CCA analizi sonucu

Eksen	1	2	3	4
Özdeğer	0.521	0.273	0.190	0.071
Türler-Çevre Korelasyonları	0.995	0.991	0.978	0.972
Kümülatif Yüzde Varyans				
Tür için	52.1	69.5	81.1	88.3
Tür – Çevre için	54.3	72.3	84.4	91.9
Tüm Özdeğerlerin Toplamı				1.032
Tüm Kanonik Özdeğerlerin Toplamı				0.961

Fitoplankton türleri ve su kalite parametreleri arasındaki ilişki CCA analizi ile incelenmiş ve ordinasyon grafikleri şekil 4.3'de verilmiştir. Burada okların yönü, parametrelerin ordinasyon üzerindeki yerlerini gösterirken, uzunlukları parametrelerin ordinasyon üzerindeki kuvvetini belirtmektedir. Çözünmüş oksijen, iletkenlik, su sıcaklığı, pH, klorofil *a*, amonyum azotu, ortofosfat fosforu, toplam fosfor ve alkalinite değerlerinin fitoplankton türleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çözünmüş oksijen derişiminin, iletkenlik, toplam fosfor, amonyum azotu, alkalinite, su sıcaklığı ve ortofosfat değerleri ile arasındaki ilişkinin negatif yönde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3 Çevresel değişkenler ve fitoplankton türlerinin dağılımına ilişkin Kanonik Uyum Analizi (CCA)

4.4 Diyatomelere İlişkin Sonuçlar

4.4.1 Diyatome tür dağılımı

Abant Gölü'nde epifitik diyatome örneklerinde yapılan tür teşhisinde; Bacillariophyta divizyonunun Bacillariophyceae sınıfından 68, Fragilariophyceae sınıfından 11, Mediophyceae sınıfından 4 ve Coscinodiscophyceae sınıfından 1 olmak üzere toplam 13 takıma ait 84 tür teşhis edilmiştir. Tespit edilen türlere ait liste Çizelge 4.18'de ve türlere ait resimler ise EK-3'de verilmiştir.

Tüm örnekleme dönemleri dikkate alındığında D_I istasyonda 50 tür, D_{II} istasyonda 51 tür, D_{III} istasyonda 43 tür, D_{IV} istasyonda 50, tür, D_V istasyonda 48 tür tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18 Abant Gölü'nde teşhis edilen epifitik diyatome tür listesi

Divizyo: BACILLARIOPHYTA	
Sınıf: BACILLARIOPHYCEAE	
Takım: Eunotiales <i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt <i>Eunotia parallela</i> Ehrenberg Takım: Bacillariales <i>Tryblionella angustata</i> W.Smith <i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow <i>Nitzschia palea</i> Kützing W. Smith <i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch <i>Nitzschia linearis</i> W.Smith <i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith Takım: Cocconeoidales <i>Achnanthis minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow Takım: Cymbellales <i>Cymbella affinis</i> Kützing <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh <i>Cymbopyleura inaequalis</i> (Ehrenberg) Krammer <i>Cymbella helvetica</i> Kützing <i>Cymbella lancettula</i> (Krammer) Krammer <i>Cymbella neocistula</i> Krammer <i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Kirchner <i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer <i>Encyonema auerswaldii</i> Robenhorst <i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.Veiga Ludwig & M.Menezes <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann <i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg <i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst <i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh <i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg <i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg <i>Gomphonema occultum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg <i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg <i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky Takım: Tabellariales <i>Asterionella formosa</i> Hassall <i>Diatoma vulgare</i> Bory <i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	Takım: Surirellales <i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot <i>Iconella helvetica</i> (Brun) Ruck & Nakov Takım: Thalassiosiphysales <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A. Schmidt <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing Takım: Naviculales <i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing <i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot <i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Rossin Hartley <i>Caloneis lancettula</i> (Schulz-Danzig) Lange-Bertalot & Witkowski <i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann <i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve <i>Frustulia marginata</i> Amossé <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Robenhorst <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing <i>Brachysira exilis</i> (Kützing) Round & D.G.Mann <i>Navicula radiosa</i> Kützing <i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot <i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer <i>Pinnularia divergens</i> W.Smith <i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann <i>Sellaphora capitata</i> D.G.Mann & S.M.McDonald <i>Stauroneis phoenicenteron</i> f. <i>gracilis</i> (Ehrenberg) Hustedt <i>Stauroneis reichardtii</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito Takım: Mastogloiales <i>Mastogloia smithii</i> Thwaites ex W. Smith Takım: Rhopalodiales <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson <i>Epithemia sorex</i> Kützing <i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing <i>Epithemia parallela</i> (Grunow) Ruck & Nakov <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller
Sınıf: COSCINODISCOPHYCEAE	
Takım: Aulacoseirales	
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	
Sınıf: FRAGILARIOPHYCEAE	
Takım: Fragilariales	
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot <i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst <i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen <i>Fragilaria capucina</i> Desmazières <i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton <i>Staurosirella lapponica</i> (Grunow) D.M.Williams & Round <i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round <i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales <i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva <i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	
Sınıf: MEDIOPHYCEAE	
Takım: Thalassiosirales	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing <i>Cyclotella quadriunecta</i> (Schroeter) Hustedt <i>Lindavia praetermissa</i> (Lund) T.Nakov et al <i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	

Abant Gölü'nde, D_I İstasyonda 50 tür teşhis edilmiştir. Epifitik diyatome türlerinin dağılımı dikkate alındığında *Achnantheidium minutissimum* türünün ortalama % 38.14 oranında bulunduğu, bunu yaklaşık % 22.05 ile *Unaria delicatissima*, % 7.24 ile *Cyclotella meneghiniana*, % 4.09 ile *Staurosirella pinnata* ve % 3.84 ile *B. neoexilis* türlerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Araştırma süresince Abant Gölü D_I istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%)

Türler	Örnekleme Dönemler			
	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	31.82	42.31	41.97	36.45
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	0.31	0	0	0
<i>Amphora ovalis</i> Lange-Bertalot	0.47	0.77	0.96	0.7
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	5.33	1.54	0	1.17
<i>Brachysira exilis</i> (Kützing) Round & D.G.Mann	0	0.19	0.48	0.23
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	0	8.27	2.88	4.21
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	0	3.08	0.24	0
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0	0	0.48	0.47
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0.38	0	0.23
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	1.72	4.23	14.15	8.88
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs in Pritchard	0	0.19	0	0
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich in Hemprich & Ehrenberg) Kirchner	0.16	0	0	0
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	2.66	0.19	0.24	1.87
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	0.94	0.96	0.48	0
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	0.31	2.88	0	0.47
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0.16	0	0	0
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	0	0	0.24	0
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	1.57	0	0	0.93
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	0.94	2.5	0.24	0
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0	0.19	2.88	0.93
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	0	0.38	0.72	0
<i>Eunotia parallela</i> Ehrenberg	0	0.19	0	0
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	0	0	0	0.23
<i>Fragilaria capucina</i> Van de Vijver & al.	2.98	0	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	2.82	0.19	1.68	3.97
<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst	0	0.77	0	0
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	0.31	0.58	0.24	0
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	0.63	2.69	1.2	0.7
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0	3.46	0.72	2.1
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0.16	0	0.24	0
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	0	0.19	0	0.47
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0.47	0.19	0	0
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	0.31	0	0	0
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	0	1.73	1.68	1.17
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0	0	0.23
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0.19	0.24	0
<i>Lindavia praetermissa</i> (Lund) T.Nakov et al.	0.47	0	1.2	0.7
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	0	0	0.96	0
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	0.16	0	0	0.23
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.63	0	0.24	0
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0.63	1.92	0.72	0.47
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	0	0.38	0	0.47
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	0	0	0	0.47
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	2.19	2.12	2.16	1.4
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	0	0.58	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	0	0.19	2.16	2.8
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	3.92	2.69	6.95	2.8
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	0.94	0	0.48	0.23
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	0.16	0.19	0.24	0.23
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	36.83	13.65	12.95	24.77

Abant Gölü D_{II}. istasyonda 51 tür teşhis edilmiştir. Bu istasyondaki türlerin dağılımı dikkate alındığında; *A. minutissimum* türünün % 38.36 oranında bulunduğu, bunu % 9.20 ile *Gomphonema gracile*, % 8.32 ile *Cocconeis placentula* var. *euglypta* ve % 3.41 ile *Gomphonema vibrio* türlerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Araştırma süresince Abant Gölü D_{II}. istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%)

Türler	Örnekleme Dönemi			
	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık
<i>Achnanthes minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki	43.96	42.78	33.43	33.27
<i>Amphora ovalis</i> Lange-Bertalot	0.41	1.09	1.49	0.4
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	4.8	1.36	0.9	1.99
<i>Brachysira exilis</i> (Kütz.) Round & D.G.Mann	0.14	2.45	1.49	4.38
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	0	0.54	0	0.2
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0.14	0.27	0.3	0.2
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	2.19	2.72	15.82	12.55
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	0.55	1.91	5.07	3.98
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs in Pritchard	0.14	0	2.69	4.38
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	1.37	2.45	0	0.2
<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kütz.	0	0.27	0.3	0
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz.	0.55	0.54	0	0
<i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer	0.41	0.54	0	0.2
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	1.23	0	0	0.8
<i>Denticula tenuis</i> Kütz.	1.37	5.45	1.49	2.99
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	0	0.54	0.3	0.4
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	1.23	0	0.3	0.4
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Brébisson	4.12	1.63	1.49	1.79
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	0	0	0	0.2
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kütz.	1.37	0.54	2.99	1
<i>Eunotia parallela</i> Ehrenberg	0	0.54	0.6	0
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	0	0	0	0.2
<i>Fragilaria capucina</i> Van de Vijver & al.	0.55	0	0	1.2
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitzon	0	0	0	0.4
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kütz.) J.B.Petersen	0.55	0.27	0.3	0.2
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	2.33	1.91	2.99	0.6
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	10.15	0	0.9	0
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	8.23	12.53	2.69	13.35
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0.14	0	0.3	0
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	0	0	0	0.4
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	0	0	0	0.2
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	3.57	3.81	5.67	0.6
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	0	0.82	1.49	2.19
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	0	0	0.9	0.6
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	0.41	0.82	0.3	0.2
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	0	2.18	0.6	0.8
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0	0.82	0	0
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	0	0.27	0	0
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	0	0.54	5.37	1.2
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	0.27	0.27	0.3	0.2
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	0	0.82	1.49	0.2
<i>Rhopalodia parallela</i> (Grunow) O.Müller	0	0	0	0.2
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	0.55	1.09	0.6	0.2
<i>Sellaphora capitata</i> D.G. Mann & S.M. Mc Donald	0	0.27	0	0
<i>Stauroneis gracilis</i> Ehrenberg	0	0.27	0	0
<i>Stauroneis pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	0.41	6.54	2.99	0.4
<i>Synedra acus</i> Kütz.	0.55	0	0	0
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kütz.	9.74	0	0	0
<i>Ulnaria biceps</i> (Kütz.) Compère	0	0.27	0.6	0.4
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	0	0	0	2.99
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	0	0.82	3.88	3.98

Abant Gölü'nde D_{III}. istasyonda 43 tür teşhis edilmiştir. Bu istasyondaki türlerin dağılımı dikkate alındığında % 36.17 oranında *A. minutissimum* türünün bulunduğu, bunu % 15.46 ile *U. Delicatissima*, % 5.10 ile *C. meneghiniana*, % 4.45 ile *M. smithi* ve % 4.01 ile *Staurosirella pinnata* türlerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Araştırma süresince Abant Gölü D_{III}. istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%)

Türler	Örnekleme Dönemi			
	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	42.38	57.44	21.96	22.91
<i>Amphora ovalis</i> Lange-Bertalot	1.79	0.6	1.78	0.21
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	6.73	0.89	0	1.28
<i>Brachysira exilis</i> (Kützing) Round & D.G.Mann	0.9	0	1.48	0.64
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	0.9	2.68	6.23	3.43
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	0	1.79	0	0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	0.89	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	2.69	7.44	6.82	3.43
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich in Hemprich & Ehrenberg) Kirchner	1.12	1.19	0.89	1.07
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	0.45	0	0.59	1.93
<i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer	0.45	0	0	0.21
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	0.67	2.38	2.97	1.28
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	0.45	0	0.3	0
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	1.57	0.6	0.59	1.28
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	0	0.89	0	1.07
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0	0	2.97	0
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	0	0	2.97	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	8.07	1.79	0	0.43
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	2.69	0.3	0.3	1.07
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	2.02	0.89	1.19	1.71
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0.22	1.49	4.15	0.86
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0	0	0	0.43
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	0	0	0.89	0
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0.45	0	0.89	0
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	0	0	0	0.43
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	0	5.06	1.48	0
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0.6	0	0
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0	0	0.21
<i>Lindavia praetermissa</i> (Lund) T.Nakov et al.	1.12	0.3	1.19	1.28
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	0	0	17.8	0
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	1.79	0.3	0.89	0.64
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.9	0.6	2.37	4.07
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	2.24	0.6	0.59	1.28
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	0.22	0	0	0
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	1.35	2.08	2.97	1.07
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	0	0	4.15	1.28
<i>Staurois reichertii</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito	0.22	0	0	0
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	1.35	5.06	9.2	0.43
<i>Synedra acus</i> Kützing	0	0.3	0	0
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	0.9	0	0	1.07
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	0.67	0.6	0	4.28
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	0	0	0	0.21
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	15.7	4.17	1.48	40.47

Abant Gölü'nde D_{IV}. istasyonda 50 tür teşhis edilmiştir. Bu istasyondaki türlerin dağılımı dikkate alındığında *A. minutissimum* türünün yaklaşık % 33.26 oranında bulunduğu, bunu % 18.09 ile *U. delicatissima*, % 7.77 ile *C. meneghiniana*, % 3.93 ile *B. neoexilis* ve % 2.96 ile *P. ocellata* türlerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Araştırma süresince Abant Gölü D_{IV}. istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%)

Türler	Örnekleme Dönemi			
	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	34.2	48.06	21.46	29.32
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	0	0	0.43	0
<i>Amphora ovalis</i> Lange-Bertalot	0.87	0.71	0	0.22
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	2.95	0	0	0.44
<i>Brachysira exilis</i> (Kützing) Round & D.G.Mann	1.56	0.35	1.29	1.31
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	1.39	1.41	10.73	2.19
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	0	0	0	0.88
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0.17	1.06	0	0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	1.04	2.83	1.72	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	2.26	6.01	20.17	2.63
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich in Hemprich & Ehrenberg) Kirchner	0	0.35	0	0
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	0.87	0	0	1.75
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	0.17	4.59	1.72	1.53
<i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer	0	0.71	0	1.75
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	0.69	1.77	2.58	1.09
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	1.22	0	0.86	0.22
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	1.56	0	0	0.88
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	3.65	0	4.29	0
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0	4.95	6.01	0
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	0	0	0.43	0
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	0	0.35	0.43	0
<i>Eunotia parallela</i> Ehrenberg	0	0	0.43	0
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	0	0.71	1.72	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	7.81	2.47	0.43	0.44
<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst	0	0	0.43	0
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	1.39	1.06	0	0.66
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	2.08	0	0.43	2.41
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	0	0	0	0.22
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0.52	1.41	0.86	1.53
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0.17	0.35	0	1.09
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	0.17	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	0	0.35	1.72	0.44
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0	0	0.43	0
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	0	1.41	1.72	0.22
<i>Lindavia praeternata</i> (Lund) T.Nakov et al.	1.22	0	0.86	1.31
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	0	0	1.29	0
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	0.69	0	0	0.22
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.69	0.35	0.86	1.09
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0.35	0.71	1.29	0.22
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow	0	0	0	0.22
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	0	0	1.72	0
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	0.17	0.35	0.43	0
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	1.91	2.12	3	4.81
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	0	0	6.01	0.66
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	0	0	2.15	0.22
<i>Synedra acus</i> Kützing	0	0	0	1.09
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	3.3	0	0	0
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	1.04	0.71	0	4.81
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	1.22	0.35	0.43	2.63
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	24.65	14.49	1.72	31.51

Abant Gölü D_V. istasyonda 48 tür teşhis edilmiştir. Bu istasyondaki türlerin dağılımı dikkate alındığında *A. minutissimum* türünün % 36.68 oranında bulunduğu, bunu % 17.69 ile *C. meneghiniana*, % 11.93 ile *U. delicatissima* ve % 3.15 ile *F. crotonensis* türlerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 Araştırma süresince Abant Gölü D_V. istasyonda epifitik diyatome türleri ve kompozisyonu (%)

Türler	Örnekleme Dönemi			
	Nisan	Haziran	Eylül	Aralık
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	45.96	50.14	10.27	40.38
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	0.39	0.28	0	0.32
<i>Amphora ovalis</i> Lange-Bertalot	1.18	0.55	0	0.63
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	5.72	1.38	0	0.95
<i>Brachysira exilis</i> (Kützing) Round & D.G.Mann	0.39	0	2.7	1.89
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	0.79	2.75	3.24	9.15
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0.39	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	2.16	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	1.78	9.64	50.81	8.52
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson ex Kützing) W.Smith	0.2	0	0	0
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	2.37	0.28	0	0
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	0.79	1.38	0.54	2.68
<i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer	0.2	0	0	0.95
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	1.38	2.2	0.54	0
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	0.99	0	1.08	0.63
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	1.58	0.55	0	2.05
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0.39	0.83	7.57	0.32
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	0	0.55	0	0.16
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	0	0	0	0.16
<i>Eunotia parallela</i> Ehrenberg	0.39	0.55	1.08	0
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i> Desmazieres	0	3.03	0	0.16
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	6.71	0.83	2.7	2.37
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	0.39	0	0	0.32
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	0.39	0.28	2.16	1.42
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0.2	2.75	1.62	0.63
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0.2	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	0	0.55	0	0
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	0	0.83	0	0
<i>Lindavia praetermissa</i> (Lund) T.Nakov et al.	0.39	0.55	2.16	1.58
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	0	0	1.62	0
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	1.18	0.28	0	0.47
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.2	0.28	0	0.79
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0.59	0.28	1.62	0.16
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow	0	0.28	0.54	0.16
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	0	0	0	0.16
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	0	0.55	0.54	0.16
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	0.99	1.1	2.16	1.89
<i>Pinnularia divergens</i> W.M.Smith	0	0	1.08	0
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	0	0.28	0	0
<i>Rhopalodia parallela</i> (Grunow) O.Müller	0	0	0	1.42
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	0	0.55	0	3.31
<i>Stauroneis reichardtii</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito	0.2	0	0	0
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	0	4.68	3.78	0
<i>Synedra acus</i> Kützing	0	0	0	1.1
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	0.59	0	0	0
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	2.17	0	0	0
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	0.2	0	0	0
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	20.71	11.85	0	15.14

4.4.2 Diyatome indeksleri

Abant Gölü'nün ekolojik durumunun belirlenmesi için epifitik diyatomelere bağlı olarak; SLA, EPI-D, LOBO, Rott-TI, Rott-SI, IDP, DESCY, IDSE, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT, TDI, PT ve TDIL indeksleri OMNIDIA ve LTDI indeksi için DARLEQ2 programında örnekleme dönemlerine ve istasyonlara göre hesaplanmıştır (Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25).

Abant Gölü'nde epifitik diyatome indekslerine ait en yüksek ve en düşük değerlerin Nisan ve Eylül dönemlerinde D_{IV} ve D_V istasyonlarda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24 Abant Gölü’nde örnekleme dönemleri ve istasyonlara göre diyatome indeksleri

Örnekleme Dönemi	İstasyon	Cins Sayısı	Tür Sayısı	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DI-CH	Rott TI	Rott SI	TDIL	CEE	WAT	% PT	TDI	IDP	SHE	IDP Su Kalitesi
Nisan	D _I	12	28	15.20	4.28	4.02	4.24	1.19	4.06	4.69	0.88	2.21	3.07	1.48	1.16	3.65	8.85	66.30	0.00	43.91	1.10	5.84	I
	D _{II}	16	30	17.80	4.55	4.29	4.14	1.01	4.11	4.75	0.68	2.25	3.17	1.44	1.33	3.47	8.86	76.61	0.00	26.83	1.25	5.67	I
	D _{III}	13	28	16.20	4.21	4.08	4.10	1.26	4.01	4.39	1.01	1.94	3.54	1.69	1.38	2.99	8.49	75.34	0.22	38.26	1.26	5.66	I
	D _{IV}	14	30	16.20	4.34	4.10	4.02	1.08	4.06	4.67	0.84	2.20	3.43	1.47	1.22	3.23	8.74	71.70	0.17	38.11	1.23	5.83	I
	D _V	19	33	16.50	4.39	4.17	3.99	1.17	4.13	4.75	0.83	2.19	3.22	1.54	1.27	2.89	8.84	75.35	0.00	35.02	1.18	5.84	I
Haziran	D _I	17	33	17.90	4.42	4.25	4.16	1.09	4.18	4.40	0.87	2.19	2.88	1.46	1.29	3.85	8.63	72.50	0.38	32.00	1.14	6.01	I
	D _{II}	19	35	16.90	4.18	4.18	4.32	1.10	4.09	4.00	1.03	1.78	2.98	1.60	1.39	3.81	8.47	70.57	0.27	34.62	1.14	5.66	I
	D _{III}	13	25	17.90	4.49	4.28	4.10	1.23	4.18	4.58	0.90	2.38	3.16	1.61	1.41	3.58	8.33	74.85	0.00	30.02	1.21	5.90	I
	D _{IV}	12	27	16.70	4.33	4.21	3.99	1.23	4.12	4.53	0.90	2.34	2.77	1.65	1.29	3.43	8.50	74.20	0.35	35.02	1.22	5.88	I
	D _V	15	30	16.90	4.36	4.19	4.14	1.33	4.07	4.48	1.03	2.43	3.30	1.68	1.33	3.49	8.22	69.97	0.55	32.36	1.19	5.91	I
Eylül	D _I	15	30	16.10	4.14	4.12	4.11	1.48	3.90	4.16	1.29	2.43	3.67	1.87	1.30	3.28	8.17	61.27	0.00	37.31	1.34	5.88	I
	D _{II}	16	32	15.80	3.86	4.01	4.14	1.47	3.77	3.74	1.52	2.34	3.54	1.99	1.45	3.32	7.99	58.66	0.60	37.30	1.46	5.72	I
	D _{III}	13	28	17.40	3.82	3.95	4.29	1.37	4.00	4.25	1.67	2.26	2.73	1.79	1.34	3.53	8.46	56.68	0.00	32.69	1.39	5.91	I
	D _{IV}	16	33	17.30	4.06	4.15	4.03	1.52	3.78	3.46	1.52	2.40	3.58	1.89	1.28	3.18	7.89	52.36	2.15	33.22	1.58	6.09	II
	D _V	14	21	12.70	3.20	3.90	3.59	2.19	3.17	2.47	2.24	2.47	4.84	2.49	1.36	3.13	7.38	31.62	0.54	51.26	2.09	5.62	III
Aralık	D _I	15	30	15.80	4.22	4.08	4.04	1.41	3.99	4.32	1.16	2.41	3.52	1.70	1.21	3.33	8.55	65.07	0.93	39.36	1.25	5.95	I
	D _{II}	17	40	16.00	4.01	4.03	3.90	1.47	3.92	4.12	1.23	2.35	3.37	1.76	1.24	3.45	8.27	62.45	3.39	34.75	1.32	5.95	I
	D _{III}	14	30	15.00	4.23	4.00	4.03	1.35	4.00	4.39	1.03	2.01	3.56	1.47	1.14	3.31	8.75	60.71	0.00	45.55	1.13	5.93	I
	D _{IV}	13	33	15.30	4.21	4.04	4.00	1.35	4.08	4.68	0.93	2.24	2.86	1.48	1.14	3.60	8.72	64.22	0.00	43.07	1.11	5.98	I
	D _V	17	31	17.40	4.44	4.23	3.87	1.28	4.10	4.45	1.02	2.38	3.49	1.59	1.21	3.34	8.65	68.77	0.32	33.25	1.26	6.01	I

Çizelge 4.25’de de görüldüğü üzere araştırma süresince epifitik diyatome türlerine bağlı olarak hesaplanan LTDI diyatome indeksine göre gölün D_{III} ve D_{IV} istasyonlarda iyi, D_I, D_{II} ve D_V İstasyonlarda ise çok iyi ekolojik kalite oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25 Abant Gölü’nde LTDI diyatome indeksine göre ekolojik durumun dönemlere ve istasyonlara göre değişimi

Örnekleme Dönemi	İstasyon	EKO	Ekolojik Durum	Ortalama	
				EKO	Durum
Nisan	D _I	0.92	İyi	0.96	Çok iyi
Haziran		0.95	Çok iyi		
Eylül		1.00	Çok iyi		
Aralık		0.95	İyi		
Nisan	D _{II}	1.00	Çok iyi	0.96	Çok iyi
Haziran		0.91	İyi		
Eylül		0.94	Çok iyi		
Aralık		1.00	Çok iyi		
Nisan	D _{III}	0.78	İyi	0.85	İyi
Haziran		0.87	İyi		
Eylül		1.00	Çok iyi		
Aralık		0.77	İyi		
Nisan	D _{IV}	1.00	Çok iyi	0.92	İyi
Haziran		0.85	İyi		
Eylül		0.84	İyi		
Aralık		1.00	Çok iyi		
Nisan	D _V	1.00	Çok iyi	0.98	Çok iyi
Haziran		0.93	Çok iyi		
Eylül		1.00	Çok iyi		
Aralık		1.00	Çok iyi		

Araştırmada kullanılan SLA, EPI-D, LOBO, Rott TI, Rott SI, IDP, DESCY, IDSE, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT, TDI, PT, TDIL ve LTDI indekslerinin hesaplanmasında diyatome türlerinin hangi oranda kullanıldığı Çizelge 4.26’da gösterilmektedir. Buna göre IDG (% 99.7) ve IPS (% 96.2) indekslerinin nerdeyse tüm diyatome türlerini değerlendirmeye aldığı görülürken, IDAP (% 19.8) ve LOBO (% 28.8) indekslerinin hesaplanmasında çok daha az oranda diyatome türü kullanılmıştır.

Çizelge 4.26 Abant Gölü’nde teşhis edilen diyatome türlerinin, diyatome indekslerinde ortalama kullanım oranları (%)

Program	Tipi	İndeks	Oran (%)
DARLEQ2	Göller	LTDI	81.2
OMNIDIA	Nehirler ve Göller	IBD	87.2
		IPS	96.2
		IDG	99.7
		DESCY	41.3
		SLA	62.4
		IDSE	74.5
		IDAP	19.8
		EPI-D	85.7
		LOBO	28.8
		HURL	62.1
		Rott TI	72.6
		Rott SI	60.7
		TDIL	40.4
		CEE	72.1
		WAT	31.6
		TDI	84.2
		IDP	41.4
		SHE	63.0

4.4.3 Diyatome indeksleri ile su kalite parametreleri arasındaki ilişkiler

Abant Gölü'nde su kalite parametreleri ile diyatome indeksleri arasındaki ilişkiler incelenmiş, diyatome indekslerinin çoğunun parametreler ile istatistik olarak önemli korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.27 incelendiğinde fiziksel ve kimyasal parametreler ile % PT, DESCY ve SHE indeksleri arasında korelasyona rastlanılmazken;

SLA indeksinin; askıda katı madde miktarı ($r = -0.471$, $n = 20$ ve $p < 0.05$), LOBO indeksinin silikat derişimi ($r = 0.450$, $n = 20$ ve $p < 0.05$), TDI indeksinin ortofosfat derişimi ($r = -0.455$, $n = 20$ ve $p < 0.05$), WAT indeksinin çözünmüş oksijen ($r = -0.521$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ve askıda katı madde ($r = 0.546$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) derişimi ile korelasyonunun istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Eveness (düzenlilik) indeksinin; çözünmüş oksijen derişimiyle ($r = 0.445$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) pozitif yönde korelasyon gösterdiği tespit edilirken, su sıcaklığı ($r = -0.453$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ve askıda katı madde miktarı ($r = -0.472$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ile negatif yönde korelasyonunun olduğu bulunmuştur.

IBD indeksinin; ortofosfat ($r = 0.507$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ve toplam fosfor ($r = 0.469$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) derişimi ile pozitif yönde korelasyonunun istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır.

IPS indeksinin; çözünmüş oksijen derişimi ($r = -0.542$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ile negatif yönde ilişkili olduğu saptanırken, su sıcaklığı ($r = 0.464$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ve askıda katı madde ($r = 0.494$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) derişimi ile arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

IDG indeksinin; ortofosfat, su sıcaklığı ($r = 0.510$, $n = 20$ ve $p < 0.05$), alkalinite ($r = 0.501$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) ve toplam fosfor derişimiyle ($r = 0.458$, $n = 20$ ve $p < 0.05$) pozitif yönde korelasyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur.

IDSE indeksinin; su sıcaklığı ($r= 0.503$, $n= 20$ ve $p<0.05$), askıda katı madde derişimi ($r= 0.450$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ve ortofosfat ($r= 0.474$, $n= 20$ ve $p<0.05$) derişimiyle korelasyonu ile çözünmüş oksijen derişimi ($r= -0.568$, $n= 20$ ve $p<0.01$) ile korelasyonu önemli bulunmuştur.

IDAP indeksinin; elektriksel iletkenlik ($r= -0.506$, $n= 20$ ve $p<0.05$), çözünmüş oksijen ($r= -0.550$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ve oksijen doymuşluğu ile ($r= -0.454$, $n= 20$ ve $p<0.05$) korelasyonu negatif yönde ve önemlidir.

EPI-D indeksinin; su sıcaklığı ($r= -0.453$, $n= 20$ ve $p<0.05$), elektriksel iletkenlik ($r= 0.506$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ve askıda katı madde ile ($r= -0.557$, $n= 20$ ve $p<0.05$) korelasyonu ile çözünmüş oksijen derişimiyle ($r= 0.616$, $n= 20$ ve $p<0.01$) korelasyonunun istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Rott TI indeksinin; elektriksel iletkenlik ($r= 0.499$, $n= 20$ ve $p<0.05$), çözünmüş oksijen derişimi ($r= 0.628$, $n= 20$ ve $p<0.01$) ve oksijen doymuşluğu ($r= 0.511$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ile pozitif yönde, askıda katı madde miktarı ($r= -0.476$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ile negatif yönde korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Rott SI indeksinin; elektriksel iletkenlik ($r= 0.525$, $n= 20$ ve $p<0.05$), çözünmüş oksijen ($r= 0.498$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ve amonyum azotu ($r= 0.471$; $n= 20$ ve $p<0.05$), klorür ($r= 0.471$, $n= 20$ $p<0.05$) derişimleriyle pozitif ve oksijen doymuşluğu ($r= -0.557$, $n= 20$ ve $p<0.01$) ile negatif yönde bir korelasyonunun önemli olduğu ile korelasyonunun önemli olduğu saptanmıştır.

TDIL indeksinin; pH ($r= 0.473$, $n= 20$ ve $p<0.05$) ve alkalinite ($r= 0.444$, $n= 20$ ve $p<0.05$), su sıcaklığı ($r= 0.592$, $n= 20$ ve $p<0.01$), toplam fosfor ($r= 0.610$, $n= 20$ ve $p<0.01$) ve ortofosfat ($r= 0.644$, $n= 20$ ve $p<0.01$) derişimiyle korelasyonlarının pozitif yönde önemli olarak bulunmuştur.

CEE indeksinin; elektriksel iletkenlik ($r = -0.650$, $n = 20$ ve $p < 0.01$), çözünmüş oksijen ($r = -0.567$, $n = 20$ ve $p < 0.01$) ve oksijen doymuşluğu ($r = -0.583$, $n = 20$ ve $p < 0.01$) ile korelasyonunun negatif yönde önemli olduğu belirlenmiştir.



Çizelge 4.27 Abant Gölü’nde diyatome indeksleri ile su kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyon analizi (n=20)³

Parametreler ^{1,2}	Çeşitlilik	Eveness	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPID	LOBO	DI-CH	RottTI	RottSI	TDIL	CEE	WAT	% PT	TDI	IDP	SHE
Sıcaklık	-0.323	-0.453*	0.327	0.464*	0.510*	0.097	-0.335	0.503*	0.323	-0.453*	-0.139	-0.417	-0.410	-0.076	0.592**	0.229	0.441	-0.002	-0.255	-0.502*	0.298
pH	-0.156	-0.286	0.206	0.425	0.430	0.111	-0.382	0.297	0.266	-0.440	-0.071	-0.141	-0.399	-0.172	0.473*	0.326	0.317	0.043	-0.260	-0.329	-0.055
İletkenlik	0.185	0.296	0.141	-0.365	0.044	0.089	0.364	-0.281	-0.506*	0.506*	0.303	0.024	0.499*	0.525*	0.337	-0.650**	-0.380	0.070	-0.148	0.372	0.129
Çözünmüş Oksijen	0.253	0.445*	-0.132	-0.542*	-0.269	0.029	0.418	-0.568**	-0.550*	0.616**	0.303	0.352	0.628**	0.498*	-0.284	-0.567**	-0.521*	-0.075	0.049	0.649**	-0.307
Oksijen Doymuşluğu	0.080	0.273	0.090	-0.350	0.028	0.169	0.219	-0.346	-0.454*	0.426	0.155	0.163	0.511*	0.741**	-0.026	-0.583**	-0.247	-0.152	-0.131	0.471*	-0.339
Alkalinite	-0.256	-0.244	0.405	0.191	0.501*	0.234	-0.157	0.217	-0.019	-0.114	-0.002	-0.269	-0.023	0.441	0.444*	-0.195	0.226	-0.080	-0.365	-0.116	0.109
Askıda Katı Madde	-0.427	-0.472*	0.192	0.494*	0.440	-0.030	-0.471*	0.450*	0.435	-0.557*	-0.259	-0.260	-0.476*	-0.150	0.121	0.431	0.546*	-0.298	-0.131	-0.434	-0.014
Silikat	-0.244	-0.182	0.191	0.052	0.350	-0.106	0.100	-0.082	-0.078	0.056	0.450*	0.080	0.164	0.219	0.015	-0.250	-0.045	0.048	-0.338	0.225	-0.046
Klorür	-0.157	-0.241	-0.088	0.215	0.015	-0.207	-0.057	0.185	0.201	-0.220	-0.217	0.080	-0.308	-0.451*	0.000	0.280	0.068	-0.137	0.200	-0.287	0.306
Toplam Sertlik	-0.055	-0.122	-0.162	-0.015	-0.163	-0.146	0.119	0.046	0.075	0.051	0.262	0.018	0.033	-0.268	-0.152	0.070	-0.020	0.079	0.169	-0.114	0.312
Amonyum Azotu	-0.093	-0.020	0.261	-0.059	0.320	0.132	0.036	-0.032	-0.259	0.126	0.036	-0.101	0.170	0.471*	0.412	-0.327	-0.023	-0.091	-0.214	0.133	0.043
Nitrat Azotu	-0.110	-0.066	0.226	0.128	0.125	0.232	-0.120	0.255	0.192	-0.065	0.211	-0.364	-0.093	0.042	0.400	0.068	0.143	-0.188	-0.172	-0.228	0.293
Toplam Fosfor	-0.171	-0.164	0.469*	0.205	0.458*	0.364	-0.234	0.327	0.083	-0.136	-0.065	-0.444	-0.108	0.416	0.610**	-0.079	0.272	-0.119	-0.432	-0.220	0.098
Ortofosfat	-0.230	-0.253	0.507*	0.345	0.513*	0.400	-0.385	0.474*	0.253	-0.308	-0.162	-0.552*	-0.284	0.301	0.644**	0.113	0.424	-0.157	-0.455*	-0.375	0.100

1 (*) işareti Korelasyonun p<0.05 önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

2 (**) işareti Korelasyonun p<0.01 önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

3 Gri tonlama indeks bazında en yüksek korelasyonu göstermektedir.

4.4.4 Diyatome türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişki

Abant Gölü'nde fiziksel ve kimyasal parametreler ile teşhis edilen epifitik diyatome türleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde ordinasyon modelinin tespit edilmesinde uygulanan DCA analizi sonucu göre eğim uzunluğu 4.263 olarak hesaplanmıştır. Bu sonucuna göre ordinasyonun unimodal modele uygun olduğu belirlenmiş ve CCA analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.28). Ayrıca, CCA analizinde kullanılan diyatome türleri çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.28 Epifitik diyatomeler için uygulanan DCA analizi sonucunda eksenlere ait eğim uzunlukları

	Eksenler			
	1	2	3	4
Eğim Uzunluğu	4.263	2.123	2.049	2.011

Çizelge 4.29 Kanonik Uyum Analizinde (CCA) kullanılan diyatome türleri

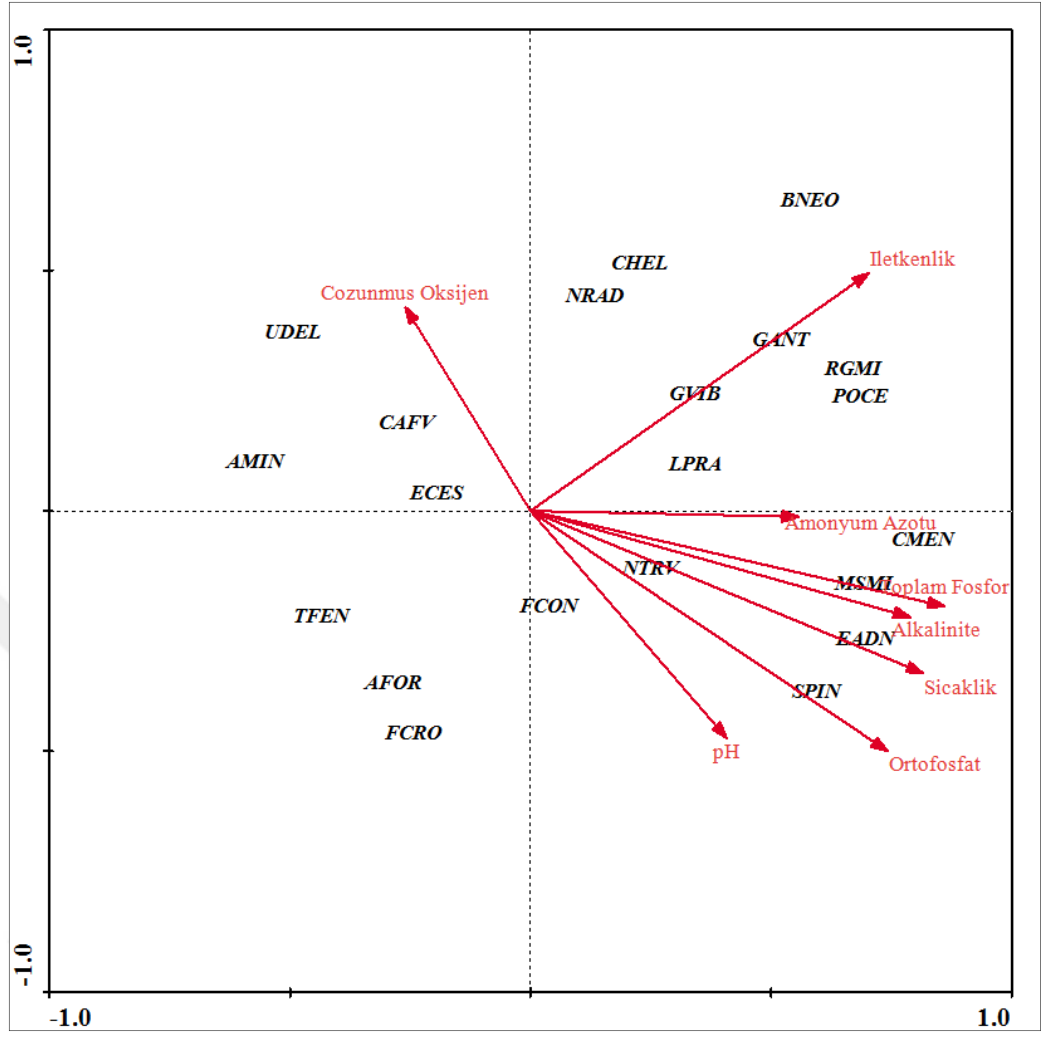
Kısaltmalar	Türler
AMIN	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
AFOR	<i>Asterionella formosa</i> Hassall
BNEO	<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
CHEL	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing
CAFV	<i>Cymbella affinis</i> Kützing
ECES	<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer
EADN	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton
FCON	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow
GANT	<i>Gomphonema angustum</i> Agardh
GVIB	<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg
LPRA	<i>Lindavia praetermissa</i> (Lund) T.Nakov et al.
MSMI	<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing
NTRV	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot
POCE	<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács
RGIB	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller
SPIN	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round
TFEN	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing
UDEL	<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva

Türler ile fiziksel ve kimyasal parametreleri arasında uygulanan CCA analizi sonucunda eksenlere ait özdeğerler sırasıyla 0.308, 0.185, 0.107 ve 0.086 olarak bulunmuştur. Tüm özdeğerlere ait toplam varyans 0.730 ve kanonik özdeğerlere ait varyans ise 0.482 olarak tespit edilmiştir. İlk eksene ait kümülatif varyans değeri % 28.50 ve tür-çevre arasındaki ilişkiye ait kümülatif varyans değeri % 43.10 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.30). CCA analizinde kullanılan diyatome türlerine ilişkin ordinasyon grafiği şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.30 Abant Gölü'nde epifitik diyatomelere ilişkin CCA analizi

Eksen	1	2	3	4
Özdeğer	0.308	0.185	0.107	0.086
Türler-Çevre Korelasyonları	0.976	0.944	0.864	0.780
Kümülatif Yüzde Varyans				
Tür için	28.5	40.2	48.1	54.5
Tür – Çevre için	43.1	60.8	72.7	82.5
Tüm Özdeğerlerin Toplamı				0.730
Tüm Kanonik Özdeğerlerin Toplamı:				0.482

Şekil 4.4'de görüleceği üzere; iletkenlik, sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, amonyum azotu, ortofosfat, toplam fosfor ve alkalinite değerlerinin diyatome türleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, pH ve çözünmüş oksijen derişimi arasındaki ilişkinin negatif yönde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 Çevresel değişkenler ile epifik diyatome türleri arasındaki Kanonik Uyum Analizi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Abant Gölü'nde fitoplankton ve diyatomelere yönelik bu tez çalışması bir pelajial ve beş litoral istasyonda sürdürülmüştür. Gölün ekolojik durumu teşhis edilen fitoplankton ve epifitik diyatomelere bağlı olarak hesaplanan indekslere göre tahmin edilmiştir.

5.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Kalite Parametreleri

Abant Gölü; ortalama su sıcaklığı $11.47 \pm 0.24^\circ\text{C}$, ortalama pH 7.85 ± 0.18 , ortalama elektriksel iletkenlik $245.57 \pm 34.06 \mu\text{S/cm}$, ortalama oksijen doymuşluğu % 81.32 ± 4.64 , ortalama toplam çözünmüş madde $175.18 \pm 0.41 \text{ mg/l}$ ve ortalama çözünmüş oksijen $8.69 \pm 0.26 \text{ mg/l}$ olarak tespit edilmiştir. Atıcı ve Obalı (2002), Yedigöller ve Abant Gölü'nde yaptıkları çalışmada; çözünmüş oksijeni 8.92 mg/l pH'yı 8.05 ve su sıcaklığını 14.6°C olarak belirlemişlerdir. Atıcı vd. (2005), Abant Gölü bentik algleri üzerine yapmış oldukları çalışmada; su sıcaklığını 14.22°C , pH'yı 8.3 , çözünmüş oksijeni 8.8 mg/l olarak bildirmiştir. Külköylüoğlu vd. (2003) Abant Gölü ve çevre sularında mevsime bağlı su kalitesi değişimi ve ostrakoda (Crustacea) dağılımını inceledikleri çalışmada; pH'yı (7.89), çözünmüş oksijeni 8.26 mg/l , su sıcaklığını 14.20°C , elektriksel iletkenliği $250.93 \mu\text{S/cm}$, toplam çözünmüş maddeyi 168.12 mg/l ve oksijen doymuşluğunu % 78.44 olarak saptamışlardır. Külköylüoğlu vd. (2005), Abant Gölü ve Gököy Göleti arasında mevsime bağlı su kalitesi değişimi ve algler üzerine yaptıkları bir araştırmada; su sıcaklığını 10.68°C , pH'yı 7.78 , çözünmüş oksijeni 8.31 mg/l , elektriksel iletkenliği $219.51 \mu\text{S/cm}$ ve oksijen doymuşluğunu % 75.16 olarak belirtmişlerdir. Kıvrak ve Gürbüz (2006), Tortum Gölü'nde (Erzurum) bentik alg florasının mevsimsel olarak incelendiği bir çalışmada; su sıcaklığını 14.5°C , pH'yı 8.10 ve elektriksel iletkenliği $308.00 \mu\text{S/cm}$ olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmada su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, oksijen doymuşluğu, toplam çözünmüş madde ve çözünmüş oksijen değerleri bakımından diğer araştırmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Abant Gölü'nde ortalama Secchi derinliği $2.58 \pm 1.08 \text{ m}$, askıda katı madde miktarı $1.80 \pm 0.13 \text{ mg/l}$, alkalinite $160.62 \pm 3.35 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$, klorofil *a* $2.57 \pm 0.88 \text{ mg/m}^3$,

amonyum azotu 0.048 ± 0.0028 mg/l, nitrit azotu 0.0029 ± 0.0006 mg/l, nitrat azotu 0.024 ± 0.006 mg/l, toplam fosfor 0.028 ± 0.0028 mg/l, ortofosfat derişimi 0.0029 ± 0.001 mg/l, silikat 7.17 ± 1.59 mg/l ve klorür miktarı 4.01 ± 0.16 mg/l olarak saptanmıştır. Atıcı ve Obalı (2002), Secchi derinliğini 3.65 m ve klorofil *a* derişimini 6.32 µg/l olarak tespit etmiştir. Atıcı vd. (2005), toplam sertliği 16.6 FS°, amonyum azotunu 0.41 mg/l olarak belirlemişlerdir. Külköylüoğlu vd. (2005), Secchi derinliğini 4.74 m, klorofil *a* derişimini 2.64 µg/l, amonyum azotunu 0.150 mg/l, nitrat azotunu 0.001 mg/l, nitrit azotunu 0.016 mg/l ve ortofosfat fosforunu 0.038 mg/l olarak belirlemiştir. Kıvrak ve Gürbüz (2006) klorürü 7.8 mg/l, alkaliniteyi 124.6 mg, amonyum azotunu 0.16 mg/l, nitrit azotunu 0.009 mg/l, nitrat azotunu 0.48 mg/l, ortofosfat fosforunu 0.05 mg/l olarak tespit etmiştir. Karakaya vd. (2015), göl metabolizmasının günlük oksijen tekniğı ile belirlenmesi Abant Gölü örneğı konulu araştırmalarında; toplam fosforu 21.60 µg/l, amonyum azotunu 69.86 µg/l, nitrat azotunu 0.25 mg/l, klorofil *a* derişimini 1.63 µg/l, askıda katı maddeyi 1.85 mg/l ve klorürü 2.98 mg/l olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada Secchi derinliğı, askıda katı madde miktarı, alkalinite, klorofil *a*, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam fosfor, ortofosfat derişimi, silikat ve klorür değerleri bakımından elde edilen sonuçlar literatürde belirtilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

5.2 Fitoplankton Tür Dağılımı

Abant Gölü'nde Bacillariophyta divizyosuna ait 19, Chlorophyta divizyosuna ait 20, Cyanophyta divizyosuna ait 6, Cryptophyta divizyosuna ait 5, Euglenozoa divizyosuna ait 2, Miozoa divizyosuna ait 7 ve Ochrophyta divizyosuna ait 4 olmak üzere (18 takım altında) toplam 65 takson teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türlerin büyük kısmını Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cryptophyta divizyolarına ait türlerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Teşhis edilen türler arasında *Asterionella formosa*, *Pantocsekiella ocellata*, *Monoraphidium minutum*, *Ceratium hirundinella*, *Cryptomonas ovata*, *Scenedesmus elliptus*, *Trachelomonas volvocina*, *Ankistrodesmus falcatus* ve *Plagioselmis nannoplanctica* türleri sıklıkla görülmüştür. Atıcı ve Obalı (2002) tarafından, Abant Gölü fitoplanktonunda 68 takson teşhis edilmiş ve bunların 23'ünün Chlorophyta, 9'unun Cyanobacteria, 25'inin Bacillariophyta, 3'ünün Euglenophyta,

5'inin Dinophyta ve 3'ünün Chrysophyta divizyolarına ait olduğu belirtilmiştir. Çelekli vd. (2007) tarafından, Abant Gölü fitoplankton komünitesine yönelik araştırmada toplam 162 fitoplankton türü tespit edilmiş, Chlorophyta divizyosunun tür zenginliği ile fitoplankton kompozisyonunda baskın olduğu bildirilmiştir. Atıcı vd. (2005) tarafından, Abant Gölü'nde Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta divizyolarına ait 138 alg türü teşhis edilmiş ve Bacillariophyta, Chlorophyta ve Cyanophyta divizyolarının hâkim gruplar olduğu belirtilmiştir.

Ayrıca, Külköylüoğlu vd. (2005) tarafından, 123'ü Bacillariophyta, 106'sı Chlorophyta, 21'si Euglenophyta, 20'si Cyanobacteria, 9'u Pyrrophyta, 6'sı Cryptophyta, 6'sı Chrysophyta ve 1'i Xanthophyta divizyolarına ait olmak üzere toplam 292 takson olduğu ve fitoplanktonda, özellikle *Asterionella formosa*, *Pseudosphaerocystis lacustris*, *Dinobryon sertularia*, *Ceratium hirundinella*, *Cryptomonas ovata*, *Oscillatoria tenuis*, *Scenedesmus elliptus*, *Trachelomonas volvocina*, *Ankistrodesmus falcatus* ve *Mougetonia parvula* gibi besin tuzlarınca zengin ortamları tercih eden türlerin sıklıkla görüldüğünü bildirilmiştir. Abant Gölü fitoplanktonu tür sayısı ve baskınlığı bakımından, Atıcı ve Obalı (2002), Çelekli ve Külköylüoğlu (2007), ile benzerlik gösterirken, Külköylüoğlu vd. (2005) tarafından bildirilen miktardan düşüktür. Ancak bol olarak belirtilen türler bakımından benzer olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise örnekleme sıklığı, örneklenen habitat ve istasyon sayısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.2.1 Fitoplankton indeksleri

Abant Gölü pelajial istasyonundan elde edilen; çözünmüş oksijen, toplam fosfor ve ortofosfat fosforu derişimi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim 2016) Ek 5, Tablo 5; Kıta içi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Su Kalite Sınıfları Sınır Değerlerine göre su kalitesi I. sınıf olarak tahmin edilmiştir. Oksijen doymuşluğu bakımından ise Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim 2016) Ek 5, Tablo 5; Kıta içi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Su Kalite Sınıfları Sınır Değerlerine göre II. Sınıfı işaret etmektedir. Ayrıca, Secchi derinliği,

toplam fosfor ve klorofil *a* değerlerine göre Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim 2016) Ek 6, Tablo 9; Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerlerine göre; toplam fosfor ve Secchi derinliği bakımından gölün trofik durumu mezotrofik olurken, klorofil *a* derişimi yönünden oligotrofik olarak tahmin edilmiştir.

Abant Gölü'nde ortalama fitoplankton biyokütlesi 1.085 mg yaş ağırlık/l, Cyanobacteria biyokütlesi ise ortalama 0.028 mg yaş ağırlık/l (fitoplankton biyokütlesinin % 8.41'i) şeklinde tahmin edilmiştir. Gölün ekolojik kalitesi Sondergaard vd. (2005) tarafından belirtilen esaslara göre incelendiğinde, toplam biyokütlenin derin göller için belirtilen (<2.3 mg yaş ağırlık/l) ve Cyanobacteria biyokütlesinin (<0.09 mg yaş ağırlık/l) sınır değerlerinden düşük olduğundan dolayı çok iyi ekolojik kalitede olduğu görüşüne varılmıştır. Ayrıca, yüzde bazında Cyanobacteria biyokütlesinin Poikane (2010) tarafından belirtilen (<% 28.5) esaslara göre, orta/iyi sınırı olarak belirtilen değerden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

Abant Gölü'nde teşhis edilen fitoplankton türlerinden *Asterionella formosa*, *Pantocsekiella ocellata*, *Monoraphidium minutum*, *Ceratium hirundinella*, *Cryptomonas ovata* ve *Plagioselmis nannoplanctica* araştırma süresince sıklıkla rastlanılmış türlerdir. Rawson (1956)'a göre *Asterionella* spp., *Melosira* spp., *Tabellaria* spp., *Cyclotella* spp., türleri oligotrofik sularda bulunmaktadır. *Asterionella*'ya ait türlerin ise ortamdaki baskınlığının daha çok oligotrofik sularda olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, *Fragilaria crotonensis* ve *Ceratium hirundinella* gibi türlerin yoğunlukla mezotrofik, *Anabaena* spp., *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae* türlerinin ise ötrofik sularda görüldüğü belirtilmiştir. Abant Gölü oligotrofik bir göl özelliği göstermekle birlikte Cyanobacteria türlerinin bulunuşu nedeniyle trofik durumun oligo-mezotrofiğe doğru değiştiği düşünülmektedir.

Shannon-Weiner İndeksi ortalama 1.96 ± 0.38 olarak tespit edilmiştir. Shannon ve Wiener (1963) tarafından, belirtilen esaslara göre indeksin sınır değeri 0 – 5 arasında değişirken, değerinin yüksek çıkmasında tür zenginliği ile türler arasındaki dağılımın etkisinin büyük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Gülsoy ve Özkan (2008) ile indeksin

deniz seviyesinden yüksekliğine göre değerlendirildiğinde benzerlik göstermektedir. Buna ek olarak, Jorgensen vd. (2004) ve Jorgensen vd. (2005)'a göre gölün orta ekolojik kalite sınıfında olduğu, Kitsiou ve Karydis (2000)'a göre incelenmesi durumunda ise mezotrofik sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Evenness indeksi ortalama 0.326 ± 0.15 olarak hesaplanmıştır. Karydis ve Tsirtsis (1996), Kitsiou ve Karydis (2000)'e göre değerlendirilmesi halinde göl ötrofik özellik göstermektedir. Buna ek olarak, Anonim (2017)'e göre indeks baskınlığının türlere göre dağılımını gösterirken, değer 1'e yakın çıkması ile dominansinin başladığı belirtilmiş, Jorgensen vd. (2004) ve Jorgensen vd. (2005)'e göre değerin 1'e yakın çıkmaması durumunda düzenli bir dağılım göstermediği anlamına geldiğini bildirmiştir.

Simpson'ın çeşitlilik ve dominansi değerleri sırasıyla; 0.755 ± 0.11 ve 0.320 ± 0.16 olarak saptanmıştır. Odum ve Barrett (2005)'e göre indekslerin sınır değerleri 0 – 1 arasında olup her iki indeksin birbiriyle ters orantı bulunduğunu bildirilmiştir. Bu da dominansi indeksinde baskınlığın az ve tür çeşitliğinin yüksek olması durumunda değerin 0'a yakın olduğunu gösterirken, çeşitlilik indeksinde ise değerin 1'e yakın olması tür sayısının fazla ve dominatlığın ise az olduğu anlamına gelmektedir. Simpson çeşitlilik indeksi ne kadar büyük olursa tür zenginliğinin yüksek ve tür dağılımının eşit olduğunu göstermektedir (Sezen 2008). Abant Gölü'nde elde edilen bulgulara göre gölün tür çeşitliliği bakımından fazla, dominansinin ise az olduğu söylenebilir.

Odum indeksi ortalama 10.98 ± 4.48 olarak tespit edilmiştir. Kitsiou ve Karydis (2000)'e göre incelenmesi halinde gölün oligotrofik sınıfına girdiği görülmektedir. Bununla birlikte, Karydis ve Tsirtsis (1996) tarafından, indeksin sadece oligotrofik ve mezotrofik alanları gösterdiğinden dolayı ekolojik kalite değerlendirilmelerinde kullanımının uygun olmadığı bildirilmiştir.

Margalef indeksi ortalama 3.174 ± 0.62 olarak belirlenmiştir. İndekste belirlenen düşük değerler, ortamadaki populasyonun yapısının oturmamış olduğunu, dinamiğinin ve bölünme yeteneğinin yüksek olduğunu göstermektedir (Sezen 2008). Margalef indeks değeri için Kitsiou ve Karydis (2000)'in belirtmiş olduğu sınır değerlerine göre gölün

trofik durumu ötrofik olarak belirlenmiştir. Karydis ve Tsirtsis (1996), bu indeksin kalite sınıfının belirlenmesinde uygulanan kümeleme analizindeki dağılımının düzgün olmayışı olmamasından dolayı ekolojik kalitenin belirlenmesinde kullanımının doğru olmayacağını önermişlerdir. Margalef indeksi ile tür sayısı zenginliği tamamen ve birebir paralel bir seyir izlemektedir.

Hulbert indeksi ortalama 0.679 ± 0.15 olarak tespit edilmiştir. Karydis ve Tsirtsis (1996), bu indeksin kalite sınıfına göre hesaplanmasında kullanılan formülün tutarsız ve anlaşılır olmamasından dolayı kalitenin belirlenmesinde kullanımının doğru olmayacağını bildirmişlerdir. McNaughton indeksi, ortalama 67.40 ± 13.69 olarak saptanmıştır. Karydis ve Tsirtsis (1996), indeksin ekolojik kalite sınıflandırılması ve sucul ortamdaki baskınlık değerleri sınırlı olduğundan ötrofikasyon çalışmaları için kullanılmasının uygun olmadığını bildirmişlerdir.

Menhinick indeksi, ortalama 0.66 ± 0.27 olarak tespit edilmiştir. İndeks Karydis ve Tsirtsis (1996), Kitsiou ve Karydis (2000)'e göre Abant Gölü'nün oligotrofik alanlar sınıfına girdiği görülmektedir. McIntosh indeksi, ortalama 1.00 ± 0.011 olarak hesaplanmıştır. Gülsoy ve Özkan (2008)'e göre, Gölün deniz seviyesinden yüksekliğinin 1300-1400 m arasında olması indeksin yüksekliğe bağlı yorumlanması durumunda benzerlik göstermektedir.

Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI) ortalama 3.90 ± 0.53 olarak hesaplanmıştır. İndeksin hesaplanmasında Salmaso (2003), Vlek vd. (2004), Salmaso vd. (2006) ve Pasidak vd. (2013)'in belirtmiş olduğu esaslar dikkate alınarak fitoplankton türlerine ait trofik ağırlıklarının belirlenmesi için Kanonik Uyum analizi (CCA) toplam fosfor derişimiyle ilişkilendirilmiştir. Analiz sonucunda fitoplankton türlerine ait trofik ağırlıklara göre hesaplanan PTI indeksine göre gölün mezotrofik karakterde olduğu ve elde edilen sonuçlar literatürde belirtilen değerlerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Q indeksi ortalama olarak 3.43 ± 0.51 olarak belirlenmiştir. İndeksin hesaplanmasında; **B, C, D, E, F, J, K, MP, Y** ve **X1** foksiyonel grupları kullanılırken, gölün mezotrofik karakterde olduğu tespit edilmiştir. Q indeksine göre elde edilen sonuçlar ve indeksin

hesaplanmasında kullanılan türler Reynolds vd. (2002), Padisak (2007), Padisak (2009), Soylu ve Gönüloğlu (2010), Demir vd. (2014)'e göre değerlendirildiğinde benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Fiziksel ve kimyasal su parametrelerinin fitoplankton indeksleri ile ilişkisinin gösterildiği korelasyon analizinde de amonyum azotu ($r= 0.712$, $p<0.05$), alkalinite ($r= 0.736$, $p<0.05$), toplam fosfor ($r= 0.841$, $p<0.01$), su sıcaklığı ($r= 0.585$, $p<0.05$) ve çözülmüş oksijen ($r= -0.912$, $p<0.01$) değerlerinden benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, Kanonik Uyum Analizi sonucunda çözülmüş oksijen, iletkenlik, su sıcaklığı, pH, klorofil *a*, amonyum azotu, ortofosfat fosforu, toplam fosfor ve alkalinite değerlerinin fitoplankton türleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Grafikte, ayrıca çözülmüş oksijen ile alkalinite, ortofosfat, toplam fosfor ve su sıcaklığı değerleri arasında ters ilişkili olduğu ve türlerin bu değerler etrafında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Lv vd. (2011), tarafından Çin'de bulunan 15 sığ gölette fizikokimyasal parametrelerin fitoplankton toplulukları üzerinde sıcaklık ve toplam fosfor'un etkili olduğunu ve Bolu Çepni'de bulunan ve karstik bir kaynak olan Akkaya kaynağında Çelekli ve Külköylüoğlu (2007) CCA analizine göre kondüktivite, kalsiyum ve sülfat değerleri ile tür kompozisyonun ilişkili olduğunu bildirmiştir. Buna göre çalışmada elde edilen bulguların literatür ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

5.3 Diyatome Tür Dağılımı

Abant Gölü'nde Bacillariophyta divizyonundan, Bacillariophyceae (68 tür), Fragilariophyceae (11 tür), Coscinodiscophyceae (1 tür) ve Mediophyceae (4 tür) sınıflarına ait toplam 84 tür teşhis edilmiştir. Ayrıca, tür sayısının Bacillariophyceae sınıfındaki Cymbellales (24) ve Naviculales (20) takımlarında en yüksek, Coscinodiscophyceae sınıfından Aulacoseirales (1) takımında en az olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, *Gomphonema* (11), *Fragilaria* (11) ve *Cymbella* (9) cinslerine ait tür sayısının en yüksek, *Mastogloia*, *Aulacoseira*, *Asterionella*, *Diatoma*, *Tabellaria*, *Diploneis*, *Frustulia*, *Placoneis* ve *Amphipleura* cinslerinin ise en düşük olduğu saptanmıştır. Obalı vd. (2002) yılında Abant Gölü'nde yaptıkları çalışmada 83 alg taksonu belirlerken, bunların içerisinde Bacillariophyceae'ye ait 32 tür

belirlemişlerdir. Yine Çelekli ve Külköylüoğlu (2006) 2003 - 2005 yılları arasında Abant Gölü'nde yapmış oldukları çalışmada Bacillariophyta diviziyosunda sentrik diyatomelerden 4 cins ve 11 takson, pennat diyatomelerden ise 29 cins ve 112 takson olmak üzere toplam 123 takson teşhis etmişlerdir. Çelekli (2006) yılında Gököy Gölü'ndeki araştırmada *Naviculaceae* (% 48.7), *Fragilariceae* (% 16.8), *Surirellaceae* (% 11.8) ve *Bacillariaceae* (% 6.7) sınıflarına ait 119 diyatome taksonu teşhis etmiştir.

Tortum Gölü'nde Altuner ve Aykulu (1987), *Navicula*, *Amphora* ve *Cymbella* cinslerine ait türlerin epipelik diyatomeler içerisinde baskın olduğunu tespit ederken, özellikle *Navicula* türlerinin dominant olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Kıvrak ve Gürbüz (2006), *Navicula*, *Cymbella*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Nitzschia*, *Cyclotella* ve *Merismopedia* cinslerine ait türlerin florada dominant olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Akanıl Bingöl vd. (2007) Yukarı Porsuk Çayı'nda 58 diyatome taksonu teşhis ederken bunların içinde *Nitzschia palea* (% 17), *Achnanthidium minutissimum* (% 9), *Diatoma tenue* (% 7), *Cymbella affinis* (% 7) ve *Achnanthes lanceolata* (% 5) türlerinin en baskın türler olduğunu belirtmişlerdir. Akbulut (2003), Sultan Sazlığı'nda 75 diyatome taksonu tespit ederken, *Fragilaria Lyngb.*, *Navicula Bory*, *Gomphonema Ehrenb.*, *Nitzschia Hassall*, *Epithemia Bréb. ex Kütz.* gibi bazı cinslerin tür sayısı bakımından baskın olduğunu bildirmiştir. Belirtilen türlerin bulunuşu ve tür sayısı bakımından Abant Gölü ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Araştırma süresince gölde baskın olan diyatome türlerinden *Achnanthidium minutissimum* çok çeşitli su kalitelerinde yaygın olarak bulunan, temizden atık suya ve α - ve β -mesosaprobik koşullara kadar yaşamını sürdüren bir türdür. *Brachysira neoexilis* oligotrofikten mezotrofik sulara kadar bulunur ve iyi kalite göstergesidir (Lange-Bertalot 2013). *Cyclotella meneghiniana* genellikle ötrofik göllerde bulunmasına karşın nadiren de olsa oligotrofik sularda da görülmektedir (Lange-Bertalot 2008). *Cymbella cymbiformis* orta/düşük besin içeren oligotrofik ve hafif mezotrofik sularda bulunur. *Cymbella helvetica* oligotrofik sularda bulunan yüksek ekolojik kalite göstergesi olan bir türdür. *Cocconeis placentula* Zebek vd. (2012)'e göre beta-mesosaprobik sularda, *Cocconeis pediculus* elektriksel iletkenliğin düşük olduğu, alkali oligotrofik sularda yaygın olarak bulunan bir türdür (Lange-

Bertalot 2013). *Diatoma vulgaris* türünün alfa-beta-mesosaprobik sularda bulunmaktadır (Z  bek vd. 2012). *Encyonema silesiacum* türü oligotrofikten mezotrofik sulara kadar dağılım gösterir. *Encyonopsis cesatii* türü oligotrofik ve mezotrofik sularda yayılım gösteren yüksek ekolojik kalite göstergesidir (Lange-Bertalot 2013). *Ulnaria delicatissima* oligotrofikten mezotrofik sulara dağılım gösteren ve iyi ekolojik kalite göstergesi olarak kullanılan bir türüdür (Lange-Bertalot 2013). *Fragilaria construens* türü oligotrofikten ötrofiğe kadar geniş bir aralıktı yayılım gösterir. *Staurosirella pinnata* türü β -mezosaprobik sulara duyarlı bir türüdür. *Pseudostaurosira parasitica* türü alkali mezo-ötrofik sularda yaygın olarak bulunur. *Eunotia bilunaris* türü oligotrofikten distrofik düşük asidik sularda yayılım gösterir (Lange-Bertalot 2013). *Gomphonema acuminatum* türü oligotrofikten ötrofik sulara kadar yayılım gösteren yaygın bir türüdür. *Gomphonema capitatum* türü oligosaprobikten β -mezosaprobik sulara kadar değişen kalitelerde bulunur (Lange-Bertalot 2013). *Gomphonema occultum* türü oligotrofik kalkerli sularda bulunur. *Gomphonema olivaceum* ise kirlenme açısından kritik bir türüdür ve α - β mesosaprobik sulara toleranslıdır (Lange-Bertalot 2013). *Gomphonema truncatum* türü oligotrofikten β -mesosaprobik sulara kadar dağılım gösterir (Lange-Bertalot 2013).

Mastogloia smithii türü oligotrofik ve oligo-mezotrofik göllerde bulunur (Lange-Bertalot 2013). *Navicula cryptocephala* α - β mesosaprobik sularda bulunur (Lange-Bertalot 2013). *Brachysira exilis* türü oligotrofikden mezotrofik sulara kadar bulunan yüksek ekolojik kalite göstergesidir. *Navicula radiosa* organik kirlenmeye karşı hassas bir türüdür ve oligo- β -mezosaprobik sularda bulunur. *Navicula trivialis* türü organik kirlenmeye dayanaklıdır ve α -mezosaprobik sularda bulunur (Lange-Bertalot 2013). *Neidium ampliatus* türü düşük elektrolit içeren oligo-mezotrofik kalkerleri yüksek bölgelerde yaygındır. *Nitzschia palea* kirlenme indikatörü t  r  lerdendir. Genellikle polisaprobik koşullara bile toleranslı bir türü olarak tanımlanmış (Cox 1996) ve bu türün aşırı kirlenmeye tolerans gösterdiği bildirilmiştir (Kıvrak vd. 2012). *Rhopalodia parallela* türü oligo-mezotrofik göllerde bulunur (Lange-Bertalot 2013). *Sellaphora bacillum* türü elektriksel iletkenlik bakımından zengin, çoğunlukla kalkerli sularda bulunur. *Placoneis gastrum* genellikle elektrolit seviyesi yüksek mezo-ötrofik ve oligosaprob habitatlarda yayılım gösteren bir türüdür. *Stauroneis phoenicenteron* türü

genellikle oligosaprobik habitatlarda ve oligotrofikten ötrofik sularda görülür. *Fragilaria acus* genellikle mezotrofik sulardan ötrofik sulara kadar bulunur ve epifitiktir (Lange-Bertalot 2013). Bu bildirişler gölün diyatome taksonomik yapısına ilişkin bulgularla uyum içindedir.

5.3.1 Diyatome indeksleri

Abant Gölü'nde epifitik diyatomelerden elde edilen sonuçlara göre; SLA, EPI-D, LOBO, Rott TI, Rott SI, IDP, DESCY, IDSE, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT, TDI, % PT, TDIL ve TDI indeksleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre Abant Gölü'nün ekolojik kalitesi değerlendirildiğinde; IBD ve SHE indeksleri (skor değer aralığı 1 kötü – 7 iyi; Kaynak) sırasıyla; 5.30 ve 5.86 olarak tahmin edilmiştir. Bu değerlere göre Abant Gölü'nün oligo-β mezotrofik özellik gösterdiği söylenebilir (Anonymous 2007; Coste vd. 2009).

EPI-D, SLA ve IDP indeksleri skor değer aralığı 0 (iyi) – 4 (kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır (kaynak). Araştırmada epifitik diyatomelere göre elde edilen ortalama EPI-D, SLA ve IDP indeks değerleri sırasıyla; 1.13, 1.33 ve 1.29 olarak tahmin edilmiştir. Bu değerlere göre Abant Gölü'nün oligotrofikten mezotrofik'e doğru bir eğilim gösterdiği söylenebilir (Sladeczek 1986; Gomez ve Licursi 2001; Dell'Uomo 2004). Bununla birlikte, SLA ve SHE indeksine göre Abant Gölü I-II. kalite sınıfına girmektedir. SLA ve SHE indeksi sonuçlarının su kalite parametreleriyle uyum gösterdiği söylenebilir. Bu nedenle SLA ve SHE İndeksinin Abant Gölü'nde ileride yapılacak çalışmalarda su kalitesinin izlenmesinde kullanımının uygun olduğu kanısına ulaşılmıştır (Sladeczek 1986; Steinberg ve Schiefele 1988).

IPS, DESCY ve IDSE indeksleri skor değer aralığı 5 (çok iyi) – 1 (kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. Araştırmada epifitik diyatomelere göre elde edilen ortalama IPS, DESCY ve IDSE indeks değerleri sırasıyla; 4.19, 4.06 ve 3.99 olarak tahmin edilmiştir. Bu değerlere göre Abant Gölü oligo-mezotrofik özellik göstermektedir. DESCY İndeksine göre 4 ve 5 arasındaki değerler, suyun kabul edilebilir düzeyde iyi kalitede

olduğunu ve kirliliğin olmadığını göstermektedir (Descy 1979, Cemagref 1982, Leclercq ve Lecointe 2008) .

Abant Gölü Trofik Diatom İndeks (TDI)'ine göre değerlendirilmiştir. İndeksin değer aralığı % 35 (oligotrofik) ile % 75 (ötrofik) arasında değişmektedir. Araştırmada elde edilen TDI indeks değeri % 36.70 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar gölün oligotrofik ile mezotrofik arasında değişen yapısını yansıtmaktadır (Kelly ve Whitton 1995, Kelly vd. 2001).

Abant Gölü, İsveç Diyatome İndeksi (DI-CH)'ne göre incelenmiştir. İndeks sınır değerleri 1 (çok iyi) - 8 (çok kötü) arasında değişmektedir. Çalışmada elde edilen DI-CH indeksi 2.73 ile 4.84 (ortalama 3.33) olarak belirlenmiştir. DI-CH indeksi sonuçlarına göre gölün I-II. kalite sınıfına girdiği ve indeks sonuçlarının su kalite parametreleriyle uyum göstermektedir (Hürlimann ve Niederhauser 2002).

Abant Gölü, Göller için Trofik Diyatome İndeksi (TDIL)'ne göre değerlendirildiğinde, indeksin 2.89 ile 3.85 arasında değiştiği ve ortalama 3.39 olduğu belirlenmiştir. İndeksin sınır değerleri 0 (çok kötü) - 5 (çok iyi) arasında değişmektedir (Stenger-Kovacs vd. 2007). Buna göre gölün TDIL indeksine göre mezotrofik gösterdiği söylenebilir.

Abant Gölü, Rott Trofik ve Saprobik indekslerine göre değerlendirilmiştir. İndeksin sınır değerleri; Rott-TI indeksi için 1 (oligotrofik) ile 5 (hipertrofik) arasında sınıflandırılırken, Rott-SI indeksi için 1 (oligosaprobik) ile 4 (polisaprobik) arasında değişmektedir. Araştırmada, Rott-TI ve Rott- SI indekslerine göre sırasıyla; 1.68 ve 1.29 şeklinde saptanmıştır. Buna göre Abant Gölü Rott-TI indeksine göre oligotrofik ve Rott-SI indeksine göre oligosaprobiktir (Rott vd. 1997, Kelly 1998, Rott vd. 1999).

CEE İndeksinin değer aralığı 0 (V. sınıf – kötü kalite) ile 10 (I. sınıf – çok iyi kalite) arasında değişmektedir (Kaynak). Araştırmada elde edilen CEE indeksi sonucu 8.44 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, Abant Gölü'nün II. sınıf su kalitesine sahip olduğunu göstermektedir (Descy ve Coste 1991).

Epifitik diyatome türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasında uygulanan CCA analizi sonucunda tüm özdeğerlerin toplamı 0.730 ve kanonik özdeğerlerin toplamı 0.482 olarak tespit edilmiştir. Ordinasyondaki türlerin, sıcaklık, amonyum azotu, toplam fosfor, çözülmüş oksijen, iletkenlik, ortofosfat ve pH değerlerinin etrafında yayılım gösterdiği belirlenmiştir. Schletterer vd. (2011), Rusya’da Tudovka Nehri’nde (Volga Nehri’nin bir kolu) CCA analizine göre; iletkenlik, pH ve rengin, Taylor vd. (2007) tarafından Güney Afrika’da Batı Crocodile ve Marico su yönetim alanlarında çevresel değişkenler ve diyatome toplulukları arasında yapılan CCA analizine göre toplam varyans’ı % 71 olarak hesaplamış ve Simkhada (2006) tarafından, Himalaya’nın Kathmandu Vadisinde yapılan çalışmada CCA analizine fiziksel ve kimyasal parametreler ile tür yoğunluğu arasında ilişkinin kuvvetli olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmalarda tespit edilen sonuçların CCA analizi bakımından Abant Gölü ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

5.4 Ekolojik Durum

Abant Gölü’nde yürütülen bu araştırmada belirlenen türlerin kompozisyonu dikkate alındığında teşhis edilen türlerin çoğunun, Van Dam vd. (1994)’a göre alkali seven, oksijen gereksinimleri yüksek türlerden oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca organik kirlenme açısından β -mezosaprobik ve α -mezosaprobik türlerin çoğunlukta bulunduğu, trofik düzey açısından ise mezotrofik türlerin çoğunluğu oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca, tespit edilen fitoplankton ve epifitik diyatome türlerinin baskınlık ve sıklık düzeylerine göre Abant Gölü’nün oligotrofikten mezotrofik özelliğe doğru bir eğilim gösterdiği düşünülmektedir.

Gölde ekolojik durumunun tahmin edilmesinde uygulanacak en uygun indeksin; fitoplankton için Q ve PTI indeksleri olduğu belirlenirken, diyatome için ise IPS, IDG, IBD, EPI-D, TDI, LTDI ve IDSE indekslerinin olduğu söylenebilir.

Mevcut çalışmalar ekolojik kalitenin değerlendirilmesinde biyolojik indekslerin, güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ülkemiz endemik türleri ve tür çeşitliği açısından oldukça zengin bir coğrafyaya sahiptir. Bu coğrafyanın korunması ve mevcut

türlerin devamlılığı için gerekli önemlerin alınması ve/veya iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu da yapılacak olan ve/veya devam eden izleme çalışmalarının sürekliliği ve kararlılığı ile olacaktır. Halen izleme ve modelleme çalışmaların istikrarlı bir şekilde devam ediyor olması ülkemiz için büyük önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, Abant Gölü'nde yürütülen bu tez çalışmasında gölün ekolojik durumunun tahmin edilmesinde ve izlenmesinde su kalite parametreleri ile fitoplankton türleri ve epifitik diyatomelelerin kullanılabileceği gösterilmiştir. Derin bir göl olan Abant Gölü'nde fitoplanktona dayalı değerlendirmeler fitobentoz unsuru olan diyatomelere dayalı değerlendirmeler ile desteklenmiştir. Çünkü Abant Gölü yüzen yapraklı ve yarı-batık su bitkilerinin bulunduğu geniş bir litoral alana sahiptir. Diğerlerine göre su kalitesi ve diyatomeleler açısından kirliliğe işaret eden D_{IV} ve D_V istasyonların durumu da değerlendirilmeli, bir kirlenme kaynağı varsa önlem alınmalıdır. Abant Gölü, gerek ülkemiz gerek dünya için tür çeşitliği açısından önemli ve korunması gereken doğal bir hazine niteliği taşımaktadır. Göl çevresinde ve içerisinde bulunan endemik türlerin devamlılığı ve dolayısıyla göl ekolojisinin korunması için düzenli olarak izleme çalışmaları yapılmalı, gölde potansiyel ve/veya devam eden kirlilik etkenleri tespit edilerek önüne geçilmelidir. Bu da göl çevresindeki ekosistemin korunması ile mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acs, E., Rescone, N.M., Szabo, K., Taba, GY. and Kiss, K.T. 2005. Application of Epiphytic Diatoms in Water Quality Monitoring of Lake Velence-Recommendations and Assignments. *Acta Botanica Hungarica*, 47 (3-4); 211-223.
- Açıkgöz, İ. 2003. Uyuz Gölü Alglerinin Kalitatif ve Kantitatif Olarak İncelenmesi. Doktora tezi (basılmamış). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Ankara. 110s.
- Akar, B. 2003. Karanlık Göl'ün (Gümüşhane) Epipelik ve Epilitik Alg Florası. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon. 44s.
- Akbulut, A. 2003. Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) Flora of Sultan Sazlığı Marshes (Kayseri). *Turk J Botany*. 27, 285-301.
- Akbulut, A. 2010. The Diatom Composition of The Salt Lake Basin and its Relationship With Salinity. *Ekoloji Dergisi*. 19;(74), 150-159.
- Akçaalan, R. 1999. Manyas Gölü *Phragmites australis* (SU SAZI) Toplulukları Üzerinde Yaşayan Diatomelerin Mevsimsel Değişimleri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı (İç Sular Biyolojisi Programı). Yüksek Lisans Tezi. 46s.
- Akköz, C., Küçüköyük, M., Obalı, O., Öztürk, C. ve Doğan, H.H. 2000. Beşgöz Gölü (Sarayönü/Konya) Alg Florası II; Epilitik ve Epifitik Algler. *S.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*. 1;5-11.
- Akyüz, P. 2004. Büyük Akgöl (Sakarya) gölü alglerinin taksonomik ve ekolojik yönden incelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. Yüksek lisans tezi. 75s.
- Alam, M.G.M., Jahan, N., Thalib, L., Wei, B. and Maekawa, T. 2001. Effects of Environmental Factors on The Seasonally Change of Phytoplankton Populations in a Closed Freshwater Pond. *Environment International*, 27; 363-371.
- Albay, M. and Akçaalan, R. 2003. Comparative Study of Periphyton Colonisation on Common Reed (*Phragmites australis*) and Artificial Substrate in Shallow Lake, Manyas. *Hydrobiologica*, 506-509; 531-540p.
- Alhamadi, A. 2014. Eğrekkaya Baraj Gölü Diatom Türleri (Kızılcahamam–Ankara). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara. 102s.

- Al-Saadi, H.A., Kassim, T.I., Al-Lami, A.A. and Salman, S.K. 2000. Spatial and seasonal variations of phytoplankton populations in the upper region of the Euphrates River, Iraq, *Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters*, 30; 83-90.
- Altındağ, A. 1999. A Taxonomical Study on The Rotifera Fauna of Abant Lake (Bolu). *Turkish J. Zoology*. 23; 211–214.
- Altuner, Z. ve Aykulu, G. 1987. Tortum Gölünün epipelik alg florası üzerinde bir araştırma. *İst. Üniv. Su Ürünleri Dergisi*. 1(1); 119-138.
- Anonim 1982. Suyun Analiz Metodları-Asitlik veya Alkalilik Tayini, Potansiyometrik Titrasyon Metodu. TS 3790. Türk Standardlar Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2016. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. 10.08.2016 Tarihli Resmi Gazete. Sayı No; 29797.
- Anonim, 2016a. Web sitesi; <http://blog.milliyet.com.tr> (<http://blog.milliyet.com.tr/abant-golu-tabiati-parki-nda-biyolojik-cesitlilik/Blog/?BlogNo=239238>) Erişim Tarihi; 25.08.2016.
- Anonim, 2016b. Web Sitesi: <http://www.milliparklar.gov.tr> (http://www.milliparklar.gov.tr/AnaSayfa/hafta_korunan_alan/korunanAlan_3.aspx?sflang=tr) Erişim Tarihi; 25.08.2016.
- Anonim, 2016c. Web sitesi; <http://www.neyiilemeshur.com> (Web sitesi; <http://www.neyiilemeshur.com/bolu/bolu-ilinin-cografyasi-yuzolcumu-nufusu-ve-iklimi->) Erişim Tarihi; 25.08.2016.
- Anonim, 2016d. Web sitesi; <http://www.bolukulturturizm.gov.tr> (Web sitesi; <http://www.bolukulturturizm.gov.tr/TR,70001/abant-golu.html>) Erişim Tarihi; 25.08.2016.
- Anonim, 2016e. Web Sitesi; <http://www.bolukulturturizm.gov.tr> (<http://www.bolukulturturizm.gov.tr/TR,70001/abant-golu.html>) Erişim Tarihi; 27.08.2016.
- Anonim, 2016f. Bolu, Tabiat Turizmi Gelişme Planı 2016 – 2019. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, IX. Bölge Müdürlüğü. Bolu.106s.
- Anonim, 2016g. Web Sitesi; <http://www.gunaydingezginler.com> (<http://www.gunaydingezginler.com/turkiye-gezi-yazilari/bolu/abant-golu-tabiati-parki/> 1/4 Erişim) Erişim Tarihi; 27.08.2016.
- Anonymous, 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Ed., American Public Health Association, 1193p. Washington.
- Anonymous, 2000. Water Framework Directive, EU. Web Sitesi: <http://www.ec.europa.eu> (<http://www.ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index-en.html>) Erişim tarihi; 24.12.2015.

- Anonymous, 2007. Qualit  de l'eau - Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD). Norme NF T90-354 Dec.2007. 79p.
- Anonymous. 2003. Water Quality-Guidance Standard for the Routine Analysis of Phytoplankton Abundance and Composition Using Inverted Microscopy (Utermöhl Technique). (CEN TC 230/WG 2/TG 3/N73), 37pp.
- Antoine, S. 1983. Algal Flora of The River Tigris, Iraq. Nova Hedwigia Band XXXVII Braunschweig. 535-542pp.
- Atıcı, T. 1997. Sakarya Nehri Kirliliği ve Algler. Ekoloji  evre Dergisi. 24; 28-32.
- Atıcı, T. ve Obalı, O. 2002. Yedig ller ve Abant G l  (Bolu) Fitoplankton'unun Mevsimsel Değişimi ve Klorofil-a Değerlerinin Karşılaştırılması. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 19;(3-4), 381-389.
- Atıcı, T., Obalı, O. ve Elmacı, A. 2005. Abant Gölü (Bolu) Bentik Algleri. Ekoloji Dergisi. 14(56); 9-15.
- Atıcı, T.,  z elik, N., Korkmaz, B., Uğurlu, E. ve Selçuk, A. 2008.  amlılı Baraj Gölü (Ankara) Mikroalgleri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi. 1(2); 45-48.
- Aykulu, G., Obalı, O. ve G n l l, A. 1983. Ankara  evresindeki Bazı Göllerde Fitoplanktonun Yayılışı, Doğa Bilim Dergisi. 7;277-288.
- Aysel, V., Gezerler-şipal, U., Aysel, F., Erduğan, H. ve Türker, E. 2002. Barutçu Gölü'nün (Selçuk, İzmir, Türkiye) Mikro- ve Makro-algleri. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 19(1-2); 1-11.
- Bahnwart, M., H bener, T. and Schubert, H. 1999. Downstream Changes in Phytoplankton Composition and Biomass in a Lowland River-Lake System (Warnow River, Germany). Hydrobiology. 391; 99-111.
- Bakan, A. N. 1997. Ankara'ya Su Sağlayan Kurtboğazı ve  amlıdere Baraj G lleri ile İvedik Su Arıtım Tesisi'nde Plankton Kompozisyonunun Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su  r nleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Ankara. 112s.
- Baranova, S., Tavassı, M., Glassman, H. and Nevo, E. 2010. Algal Indication Of Pollution In The Lower Jordan River, Israel. Applied Ecology and Environmental Research. 8(1); 19-38.
- Baykal, T. ve Açıkgöz, I. 2004. Hirfanlı Baraj Gölü Algleri. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 5;(2), 115-136s.
- Bella V.D., Puccinelli, C., Marcheggianni, S. and Mancini L. 2007. Benthic diatom communities and their relationship to water chemistry in wetlands of central Italy. Ann. Limnology – International Journal of Limnology. 43(2); 89 – 99.

- Bellinger, E.G. and Sigeo, D.C. 2010. Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. United Kingdom. 265p.
- Bhatt, J.P., Bhaskar, A. and Pandit, M.K. 2008. Biology, Distribution and Ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an Abundant Diatom From The Indian Himalayan Rivers. *Aquatic Ecology*.42;347–353. doi; 10.1007/s10452-007-9106-2.
- Bingöl (Akanıl), N., Özyurt, M.S., Dayıoğlu, H., Yamık, A. ve Solak, C.N. 2007. Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilitik Diatomeleri. *Ekoloji*, 15;(62), 23-29.
- Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Álvarez-Blanco, I., Van Donk, E., Gross, E. M., Hansson, L. A., Irvine, K., Jeppesen, E., Kairesalo, T., Moss, B., Nöges, T. and Bécares, E. 2013. Epiphytic Diatoms Along Environmental Gradients in Western European Shallow Lakes. *Clean – Soil, Air, Water*. 41 (9999); 1–7.
- Branco, C.W.C. and Senna, P.A.C. 1996. Phytoplankton Composition, Community Structure and Seasonal Changes in A Tropical Reservoir (Paranoa Reservoir, Brazil). *Algological Studies*. 81; 69-84.
- Buragohain, B.B., Yasmin, F. and Brahma, N.K. 2012. Epipellic Algal Flora of Samaguri Lake of India; A Systematic Approach on Algae – II. *Annals of Biological Research*. 3(10); 4808-4819.
- Cemagref, 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux., Vol. Rapport Q.E.Lyon-A.F.Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. 218p.
- CEN, 2004. Water quality – Guidance Standard for the Identification, Enumeration, and Interpretation of Benthic Diatom Samples From Rivers. Comitee Europeen de Normalization, Geneva.
- Chen, Y., Qin, B., Teubner, K. and Dokulil, M.T. 2003. Long-term dynamics of phytoplankton assemblages; *Microcystis*-domination in Lake Taihu, a large shallow lake in China. *Journal of Plankton Research*. 25(1); 445-453.
- Cirik, S. ve Gökpınar, Ş. 1999. Plankton Bilgisi ve Kültürü Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 274s.
- Cirik, S., Cirik, Ş. ve Benli, H.A. 1991. Beyşehir Gölü Su Florası ve Mevsimsel Değişimleri. *E. Ü. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Dergisi*. 8(31-32); 155-174.
- Comte K. and Cazaubon, A. 2002. Structural Variations of Epiphytic Diatom Communities on Three Macrophytes in a Regulated River (Durance), in South-East of France. *Ann. Limnol.* 38(4); 297-305.
- Coste, M., Boutry, S. Tison-Rosebery, J. and Delmas, F. 2009. Improvements of The Biological Diatom Index (BDI); Description and efficiency of The New Version (BDI-2006). *Ecological Indicators*. 9; 621-650.

- Cox, E. J. 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman and Hall, London. 158p.
- Crossetti, L.O., Carlos, E. and Bicudo, M. 2008. Phytoplankton as A Monitoring Tool in A Tropical Urban Shallow Reservoir (Garças Pond); The Assemblage Index Application. *Hydrobiologia*. 610;161–173.
- Çelekli, A. 2006. Gök y G l  Net Diyatome (Bacillariophyceae) Florası. *Turk J Botanic*. 30, 359-374p.
- Çelekli, A. and K lk yo lu, O. 2007. On The Relationship Between Ecology and Phytoplankton Composition in a Karstic Spring (Çepni, Bolu). *Ecological Indicators*.7; 497–503.
- Çelekli, A. ve K lk yo lu, O. 2006. Net Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) Composition of Lake Abant (Bolu). *Turk J Botany*. 30; 331-347.
- Çelekli, A., Albay, M. and D gel, M. 2007. Phytoplankton (Except Bacillariophyceae) Flora of Lake Gölköy (Bolu). *Turk J Botany*. 31; 49-65.
- Çelekli, A., Obalı, O. and K lk yl o lu, O. 2007. The Phytoplankton Community (except Bacillariophyceae) of Lake Abant (Bolu, Turkey). *Turk J Botany*, 31,109-124.
- Çelik, K. and Ongun, T. 2007. The Influence of Certain Physical and Chemical Variables on the Seasonal Dynamics of Phytoplankton Assemblages of a Source Inlet and the Outlet of the Shallow Hypertrophic Lake Manyas, Turkey. *Turk J Botany*. 31; 485-493.
- Çetin, A. K. and Şen, B. 2004. Seasonal Distribution of Phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey). *Turk J Botany*. 28;279-285.
- Çetin, A.K., Şen, B., Yıldırım, V. ve Alp, T. 2003. Orduzu Baraj Gölü (Malatya, Türkiye) Bentik Diyatome Florası. *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1);1-7s.
- Çevik, F., Polat, S. ve Dural, M. 2008. Akyatan ve Tuzla Lag nlerinin (Adana, Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi. *Journal of FisheriesSciences.com*. 2(1);19-29s.
- Çobanoğlu, G. 1999. Bolu-Abant Tabiat Parkı ve  evresi Likenleri  zerinde Taksonomik İncelemeler. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi. İstanbul. 194s.
- Dad, J. M. and Reshi, Z. A. 2015. Floristic composition and diversity patterns of vascular plants in mountain meadow of Gurez valley, Kashmir, India. *Taiwania* 60(1); 8–17p. doi; 10.6165/tai.2015.60.8.

- Dalkıran, H. 2006. Orhaneli Çayı'nın Epilitik Diyatomeleri ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Bursa.390s.
- Dalkıran, N. 2000. Uluabat (Bursa) Gölü'nün epipelik, epifitik ve epilitik alglerinin mevsimsel değişimi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Bursa. 177s.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Şentürk, E. and Torunoğlu, T. 2006. Factor affecting the Current Status of a Eutrophic Shallow Lake (Lake Uluabat; Turkey) Relations Between Water Physical and Chemical Variables. Chemistry and Ecology, 22(4); 279-298.
- Dayıoğlu, H. 2011. Andık Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diyatomlara Göre Belirlenmesi ve Elde Edilen Sonuçların Coğrafi Bilgi Sisteminde Değerlendirilerek Su Kalitesinin Modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Isparta. 105s.
- Dell'Uomo, A. 2004. L'indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D) Nel Monitoraggio Delle Acque Correnti. Linee Guida. APAT. Roma. 101p.
- Demir, N. 2007. Changes in the Phytoplankton Community of a Coastal, Hyposaline Lake in Western Anatolia, Turkey. Limnology, 8, 337-342.
- Demir, N.A. ve Kırkağaç, M.U. 2003. Sakaryabaşı-Batı Göletinde Fito-Zooplankton Kompozisyonu. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP).
- Demir, N.A., Fakıoğlu, Ö. and Dural, B. 2014. Phytoplankton Functional Groups Provide A Quality Assessment Method by The Q assemblage index in Lake Mogan (Turkey). Turkish Journal of Botany. 38; 169-179.
- Demir, N., Fakıoğlu, Ö. and Dural, B. 2008. Phytoplankton Functional Groups Provide a Quality Assessment Method by the Q Assemblage Index in Lake Mogan (Turkey). Turkish Journal of Botany. 38; 169-179.
- Dere, Ş., Karacaoğlu, D. and Dalkıran, N. 2002. A Study on the Epiphytic Algae of The Nilüfer Stream (Bursa). Turk J Botanic. 26; 219-233.
- Descy, J.P. 1979. A new approach to water quality estimation using Diatoms. Nova Hedwigia, Heft 64; 305-323.
- Descy, J.P. and Coste, M. 1991. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. Verh. Internat. Limnol. 24; 2112-2116p.
- Dönmez, M. A. 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi I. Göleti'nde (Kurupelit/Samsun) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Samsun. 64s.

- Duman, F. 2005. Sapanca ve Abant gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara. 251s.
- Dügel, M., Külköylüoğlu, O. and Kılıç, M. 2008. Species Assemblages and Habitat Preferences of Ostracoda (Crustacea) in Lake Abant (Bolu, Turkey). Belg. J. Zoology. 138; 50-59.
- Elmacı, A. ve Obalı, O. 1998. Akşehir Gölü Kıyı Bölgesi Alg Florası. Tr. J. of Biology-TÜBİTAK. 2;81-98.
- Eloranta, P. and Soininen, J. 2002. Ecological Status of Some Finnish Rivers Evaluated Using Benthic Diatom Communities. Journal of Applied Phycology. 14; 1-7.
- Ercan, Ş. 2010. Sultansuyu ve Sürgü Baraj Göllerinde (Malatya) Su Kalitesinin Fitoplankton Kompozisyonu ile Değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Malatya. Yüksek Lisans Tezi. 118s.
- Erinç, S., Bilgin, T. ve Bener, M. 1961. Abant Gölünün Menşei Hakkında. İ. Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi. 161-165s.
- Ersanlı, E. 2006. Çakmak Barajı (Samsun) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun. Doktora Tezi. 93s.
- Fakıoğlu, Ö. ve Demir, N. 2011. Beyşehir Gölü Fitoplankton Biyokütlesinin Mevsimsel ve Yersel Değişimleri. Ekoloji Dergisi. 20(80); 23-32. doi; 10.5053/ekoloji.2011.804.
- Fakıoğlu, Ö., Atamanalp, M., Şenel, Şensurat, M. ve Arslan, H. 2012. Pulur Çayı (Erzurum) Epilitik ve Epifitik Diyatomeleleri. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 8(1); 1-8.
- Fernandez, C., Parodi, E.R. and Caceres, E.J. 2009. Limnological Characteristics and Trophic State of Paso de las Piedras Reservoir; An Inland Reservoir in Argentina, Lakes and Reservoirs; Research and Management, 14, 85–101.
- Field, A. 2013. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. Sage.
- Gillett, N., Pan, Y. and Parker, C. 2009. Should Only Live Diatoms be Used in The Bioassessment of Small Mountain Streams? Hydrobiologia. 620;135–147p.
- Goldman, C.R. and Horne, A.J. 1983. Limnology. McGraw-Hill, New York.
- Gómez, N. and Licursi, M. 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for Assessment of Rivers and Streams in Argentina. Aquatic Ecology 35; 173-181.
- Gökmen, S. 2007. Genel Ekoloji. Nobel Yayınevi Yayın, 1160, 475 s. Ankara

- Gün, B. 2011. Değirmendere Çayı Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diyatomlara Göre Belirlenmesi ve Su Kalitesi İndekslerinin Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Isparta. Yüksek Lisans Tezi, 101s.
- Gürbüz, H. 2000. Palandöken Göleti Bentik Alg Florası Üzerinde Kalitatif ve Kantitatif Bir Araştırma. Turk J Biology. 24; 31-48.
- Gürbüz, H., Kıvrak, E. ve Sülün, A. 2002. Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) Bentik Alg Florası Üzerinde Kalitatif ve Kantitatif Bir Araştırma. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 19(1-2); 41-52.
- Hassan, F.M., Kathim, N.F. and Hussein, F.H. 2008. Effect of Chemical and Physical Properties of River Water in Shatt Al-Hilla on Phytoplankton Communities, E-Journal of Chemistry, 5, 323-330.
- Hillebrand, H., Dürselen, C.D., Kirschtel, D., Pollingher, U. and Zohary, T. 1999. Biovolume Calculation for Pelagic and Bentic Microalgae, J. Phycol., 35;403-424.
- Hulbert, S. H. 1971. The Nonconcept of Species Diversity; a Critique and Alternative Parameters. Ecology. 52;577-586.
- Hürlimann, J. and Niederhauser, P. 2002. Méthode d'analyse et D'appréciation Des Cours d'eau en Suisse; Diatomées-niveau R (région). Office Fédéral de l'Environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) Berne 111p.
- Jeppesen, E., Kronvang, B., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Hansen, K. M., Andersen, H. E., Lauridsen, T. L., Liboriussen, L., Jeppesen M., Özen, A. and Olesen, J. E. 2009. Climate Change Effects on Runoff , Catchment Phosphorus Loading and Lake Ecological State, and Potential Adaptations. J. Environ. Qual, 38;1930-1941.
- Jorgensen S.E., Costanza, R. and Fu-Liu, Xu. 2004. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Taylor and Francis Group Eddition, 464p. London.
- Jorgensen S.E., Fu-Liu, Xu. and Costanza, R. 2005. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Second Edition. Taylor and Francis Group Eddition, 500p. London.
- Kalyoncu, H. and Şerbetçi, B. 2013. Applicability of Diatom-Based Water Quality Assessment Indices in Dari Stream, Isparta, Turkey. International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering, 7;(6), 191-199.
- Kalyoncu, H. ve Zeybek, M. 2009. Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi. 1(3); 41-48.

- Kalyoncu, H., Barlas, M. ve Yorulmaz, B. 2008. Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) Epilitik Alg Çeşitliliği ve Akarsuyun Fizikokimyasal Yapısı Arasındaki İlişki. *Ekoloji Dergisi*. 17(66); 15-22.
- Kalyoncu, H., Çiçek, N.L., Akköz, C. and Yorulmaz, B. 2009. Comparative Performance of Diatom Indices in Aquatic Pollution Assessment. *African Journal of Agricultural Research*,4;(10), 1032-1040.
- Karacaoğlu, D. 2006. Emet Çayı'nın Epipelik Diyatomeleleri ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa. Doktora Tezi.
- Karacaoğlu, D., Dere, S. ve Dalkıran, N. 2004. Uluabat Gölü (Bursa) Fitoplanktonu Üzerine Taksonomik Bir Çalışma, *Türk J Bot.* 28; 473-485s.
- Karakaya, N., Evrendilek, F., Güngör, K., Önal, D. ve Turan, G. S. 2015. Göl Metabolizmasının Diel Oksijen Tekniği ile Belirlenmesi; Abant Gölü Örneği. TÜBİTAK ÇAYDAG. Proje No;111Y059. 68s.
- Karydis, M. and Tsirtsis, G. 1996. Ecological Indices; a Biometric Approach for Assessing Eutrophication Levels in The Marine Environment. *The Science of the Total Environment*. 186;209-219.
- Kelly, M. G. 1998. Use of The Trophic Diatom Index To Eutrophication in Rivers Monitor. *Wat. Res.* 32(1); 236-242.
- Kelly, M. G. and Whitton B. A. 1998. Biological Monitoring of Eutrophication in Rivers. *Hydrobiologia*. 384; 55-67.
- Kelly, M. G. and Whitton, B.A. 1995. The Trophic Diatom Index; a New Index for Monitoring Eutrophication in Rivers. *Journal of Applied Phycology*. 7; 433-444.
- Kelly, M. G., Adams, C., Graves, A. C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E. B., Murray-Bligh, J., Pritchard, S. and Wilkins, C. 2001. The Trophic Diatom Index; A User's Manual. Revised Edition, R&D Technical Report E2/TR2, Bristol, Environment Agency. 135.
- Kıvrak, E. and Gürbüz, H. 2005. The Benthic Algal Flora of Demirdöven Dam Reservoir (Erzurum, Turkey). *Turk J. Bot.* 29; 1-10.
- Kıvrak, E. ve Gürbüz, H. 2006. Tortum Gölü'nün (Erzurum) Bentik Alg Florasının Mevsimsel Değişimi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 23(3-4); 307-313.
- Kıvrak, E., Uygun, A. ve Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (AKÜ FEBİD)*. 12; 27-38.

- King, L., Clarke, G., Bennion, H., Kelly, M. and Yallop, M. 2006. Recommendations for Sampling Littoral Diatoms in Lakes for Ecological Status Assessments. *Journal of Applied Phycology* 18;15-25.
- Kitsiou, D. and Karydis, M. 2000. Categorical Mapping of Marine Eutrophication Based on Ecological Indices. *The Science of the Total Environment*. 255;113-127.
- Kocataş, A. 1996. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi, Bornova/İzmir, No;142. 564.
- Koçak, K. 2011. Bir Su Damlasının Kısa Öyküsü. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*. 132; 10-20.
- Kolaylı, S. and Şahin, B. 2007. A Taxonomic Study on The Phytoplankton in The Littoral Zone of Karagöl Lake (Borçka-Artvin/Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 7;171-175.
- Kovacs, C. S., Buczko, K., Hajnal, E. and Padisak, J. 2007. Epiphytic, Littoral Diatoms as Bioindicators of Shallow Lake Trophic Status; Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) Developed in Hungary. *Hydrobiologia* 589;141-154.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1985. Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologia*, Band 9. J. Cramer, Berlin-Stuttgart. 230pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil; Naviculaceae. Ed; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 876pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil; Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Ed; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 596pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil; Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Ed; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena. 576pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil; Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Ed; Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena 437pp.
- Kruk, C., Peeters, E. T. H. M., Van Nes, E. H., Huszar, V. L. M., Costa L. S. and Sheffer, M. 2011. Phytoplankton Community Composition Can be Predicted Best in Terms of Morphological Groups. *Limnol. Oceanogr.* 56(1); 110-118.

- Kshirsagar, A. D. 2013. Use of Algae as a Bioindicator to Determine Water Quality of River Mula from Pune City, Maharashtra (India). *Universal Journal of Environmental Research and Technology*. 3(1); 79-85.
- Kshirsagar, A. D., Ahire, M. L. and Gunale, V. R. 2012. Phytoplankton Diversity Related to Pollution from Mula River at Pune City. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*. 6(2); 136-142.
- Kurteshi, K., Vehapi, I. and Vllasaku, I. 2012. Determination of Pollution in River Drini Bardhë During The Summer Season 2010 Through The Algal Bioindicators. *New Knowledge Journal of Science (Anniversary International Scientific And Applied Conference – Uard, Bulgaria)*. 56-60pp.
- Külköylüoğlu, O. 2006. Çevre, İnsan ve Gelecek. TEMA Aladağlar (Bolu) Doğa ve Erozyon Eğitim Kampı. 04 Temmuz 2006. (Web Sitesi: <http://slideplayer.biz.tr/slide/4078708/>)
- Külköylüoğlu, O., Kılıç, M., Dügel, M. ve Usta, E. 2003. Abant Gölü (Bolu) ve Çevre Sularında Mevsime Bağlı Su Kalitesi Değişimi ve Ostrakoda (Crustacea) Dağılımı. TÜBİTAK- Yer Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu, Ankara. Proje No; YDABAG-101 Y030. 50s.
- Külköylüoğlu, O., Obalı, O., Dügel, M., Kılıç, M. ve Çelekli, A. 2005. Abant Gölü ve Gököy Göleti Arasında Mevsime Bağlı Su Kalitesi Değişimi ve Alg Potansiyelinin Karşılaştırmalı Analizi. TÜBİTAK-Temel Bilimler Araştırma Grubu (TBAG), Ankara. Proje No; TBAG-103T028. 67s.
- Lalli, C. M. and Parsons, T. R. 1993. *Biological Oceanography An Introduction*. Pergamon Press, Oxford. 301p.
- Leclercq, L. and Lecointe, C. 2008. Présentation de L'indice Diatomique De Saprobie-Eutrophisation (IDSE) Introduit dans la Nouvelle Version de Omnidia. 27ème Colloque de l'ADLaF Dijon 1-4 Sept.2008. Livre des résumés. F.R.a.L. ECTOR. C23; 50
- Leclercq, L. and Ntislidou, C. 2009. Application de L'indice Diatomique de Saprobie-Eutrophisation (IDSE) Pour Déterminer L'évolution de L'eutrophisation Anthropique du Lac Bütgenbach (Province de Liège, Belgique) Depuis sa Construction en 1932. In C. RIAUX-GOBIN (Eds.) 28 ème Colloque de l'ADLaF Lab. Arago Banyuls 7-10 Sept.2009, 50pp (poster P21)
- Legendre, L. and Legendre, P. 1983. *Numerical Ecology. Developments in Environmental Modeling 3*. Elsevier Scientific Publishing Company. 419p.
- Leps, J. and Smilauer, P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Lirika, K., Alma, I., Magdalena, C. ve Dashnor, K. 2013. Ohrid Gölündeki Su Kalitesinin Değerlendirmesinde Diatome ve Makrofit Endekslerinin Kullanılması. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 28(2);393-400.
- Lobo, E. A., Callegaro, V. L. M., Hermany, G., Bes, D., Wetzel, C. A. and Oliveira, M. A. 2004. Use of Epilithic Diatoms as Bioindicators from Lotic Systems in Southern Brazil, with Special Emphasis on Eutrophication. *Acta Limnol. Bras.*, 16(1);25-40.
- Lowe, R. L. and Pan, Y. 1996. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. In; *Algal Ecology Freshwater Benthic Ecosystems*. San Diego, Academic Press. 705–739p.
- Ludwig, L.A. and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. New York; John Wiley and Sons. 337pp.
- Lv, J., Wu, H. and Chen, M. 2011. Effects of Nitrogen and Phosphorus on Phytoplankton Composition and Biomass in 15 Subtropical, Urban Shallow Lakes in Wuhan, China. *Limnologica*. 41; 48–56.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*, Croom Helm, London. 179pp.
- Makhlough, A. 2008. *Water Quality Characteristics of Mengkuang Reservoir Based on Phytoplanktonb Community Structure and Physico-Chemical Analysis*, Master Thesis, Science University of Malaysia. 43pp.
- Mann, D. G., Round, E. F. and Crowford, M. R. 1990. *The Diatoms; Biology and Morphology of the Genera*, Miracle, Microfossil Image Recovery and Circulation for Learning and Education, Diatoms. United Kingdom 747pp. (<http://www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/diatom.html#intro>)
- Maraşlıoğlu, F. 2007. *Yedikır Baraj Gölü (Amasya-Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma*. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Doktora tezi (basılmamış), Samsun. 89s.
- Mason, C. F. 1991. *Biology of Freshwater Pollution* 2nd Edt. Longman Great Britain, 351pp.
- Mater, B. ve Sunay, H. 1985. Abant Gölü ve Çevresinde Turba Oluşumu. *Bülten, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü*. 2(2); 77-92.
- McIntosh, R. P. 1967. An Index of Diversity and The Relation of Certain Concepts to Diversity. *Ecology*, 48; 392-403.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship Among Functional Properties of California Grassland. *Nature*, 216;168-169.

- Medvedeva, L. A., Barinova, S. S. and Semenchko, A. A. 2012. Use of Algae for Monitoring Rivers in The Monsoon Climate Areas (Russian Part of Asian Pacific Region). *International Journal of Environment and Resource*. 1(1); 39-44.
- Moustaka-Gouni, M., Vardaka, E. and Tryfon, E. 2007. Phytoplankton Species Succession in A Shallow Mediterranean Lake (L. Kastoria, Greece); Steady-State Dominance of *Limnithrix redekei*, *Microcystis Aeruginosa* and *Cylindrospermopsis Raciborskii*. *Hydrobiologia*. 575;129–140. doi; 10.1007/s10750-006-0360-4.
- Müderrişoğlu, H., Yerli, Ö., Turan, A.A. ve Duru, N. 2005. ROS (Rekreasyonel Fırsat Dağılımı) Yöntemi ile Abant Tabiat Parkı'nda Kullanıcı Memnuniyetinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 11(4); 397-405.
- Newall, P. and Walsh, C.J. 2005. Response of Epilithic Diatom Assemblages to Urbanization Influences. *Hydrobiologia*. 532; 53-67.
- O'Farrell, I., Lombardo, R. J., Pinto, P. T. and Loez, C. 2002. The Assessment of Water Quality in The Lower Luján River (Buenos Aires, Argentina); Phytoplankton and Algal Bioassays. *Environmental Pollution*. 120; 207–218.
- Obalı, O. ve Atıcı, T. 2000. Yedi Göllerin Fitoplankton Algleri ve Dağılımı. *G. Ü.-Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 20(1); 91-98.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, PA; W.B. Saunders.
- Özer, G. ve Pala, G. 2009. Suluçayır Düzü (Sivrice/Elazığ) 'nde Bulunan Bir Gölet (TMİ12)'in Epipsammik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri. *Fırat University Journal of Science*. 21(1); 79-88.
- Özyalın, S., ve Ustaoglu, M.R. 2008. Kemer Baraj Gölü (Aydın) Net Fitoplankton Kompozisyonunun İncelenmesi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 25(4); 275–282.
- Padisak, J., Borics, G., Grigorszky, I. and Soroczki-Pinter, E. 2006. Use of Phytoplankton Assemblages for Monitoring Ecological Status of Lakes Within the Water Framework Directive; The Assemblage Index. *Hydrobiologia*. 553;1-14.
- Padisak, J., Luciane O. Crossetti, O. and Naselli-Flore, L. 2009. Use and Misuse in The Application of The Phytoplankton Functional Classification; A Critical Review with Updates. *Hydrobiologia*. 621;1–19.
- Pala (Toprak), G. ve Çağlar, M. 2006. Keban Baraj Gölü Epilitik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil.* 18(3); 323-329.
- Pala (Toprak), G. ve Çağlar, M. 2008. Peri Çayı (Tunceli / Türkiye) Epilitik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*. 20(4); 557-562.

- Pala, G. 2007. Keban Baraj Gölü Güleşkür Kesimindeki Planktonik Algler ve Mevsimsel Değişimleri II-Bacillariophyta. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi. 19 (1); 23-32.
- Pala, G. 2014. Hazar Gölü (Suluçayır Düzü) Epifitik Diyatome Florası. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 26(1); 45-51.
- Poole, R.W. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology, McGraw-Hill, New York. 532p.
- Poulickova, A., Duchoslav, M. and Dokulil, M. 2004. Littoral Diatom Assemblages as Bioindicators of Lake Trophic Status; A Case Study From Perialpine Lakes in Austria. Eur. J. Phycol. 39; 143-152.
- Prygiel, J. and Coste, M. 1993. The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. Hydrobiologia 269 (270); 343–349.
- Prygiel, J., Leveque, L. and Iserentant, R. 1996. Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. Revue des Sciences de l'Eau. 9; 97-113.
- Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, K., Naselli-Flores, L. and Melo, S. 2002. Towards a Functional Classification of the Freshwater Phytoplankton. Journal of Plankton. 24; 417-428.
- Rott, E. 1981. Some Results From Phytoplankton Counting Intercalibrations. Schweiz. Z. Hydrol. 43;34-59.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. and Pipp, E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern. Teil 1; Saprobielle Indikation Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land-u. Forstwirtschaft, Wien, 73p.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Ortler, K., Binder, N. and Pall, K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 2; Trophieindikation (sowie geochemische Präferenzen, taxonomische und toxikologische Anmerkungen). Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land- u. Forstwirtschaft, Wien, 248 pp. Research. 24(5); 417-428.
- Rumeau, A. and Coste, M. 1988. Initiation à la Systématique Des Diatomées D'eau Douce. Bull. Fr. Piscic. 309; 69pp.
- Salmaso, N., Morabito, G., Buzzi, F., Garibaldi, L., Simona, M. and Mosello, R. 2006. Phytoplankton As an Indicator of The Water Quality of The Deep Lakes South of The Alps. Hydrobiologia. 563;167–187.

- Salmaso, N., Morabito, G., R. Mosello, R., Garibaldi, L., M. Simona, M., Buzzzi, F. and Ruggiu, D. 2003. A Synoptic Study of Phytoplankton in The Deep Lakes South of The Alps (lakes Garda, Iseo, Como, Lugano and Maggiore). *Journal of Limnology* 62; 207–227.
- Schletterer, M., Schönhuber, M. and Füreder, L. 2011. Biodiversity of Diatoms and Macroinvertebrates in an East European Lowland River, The Tudovka River (Tver Region, Russia). *Boreal Environment Research*. 16; 79–90.
- Seçmen, Ö. ve Leblebici, E. 1997. Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü. E.Ü. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi. No; 158. İzmir (Bornova). 404s.
- Seele, J., Mayr, M., Staab, F. and Uta Raeder, U. 2000. Combination of Two Indication Systems in Pre-Alpine Lakes – Diatom Index and Macrophyte Index. *Ecological Modelling*. 130; 145–149.
- Servi, H. 2010. Bolu Abant Tabiat Parkı Makrofungus Florası. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara. Yüksek Lisans Tezi. 187.
- Sezen, G. 2008. Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) Fitoplanktonu ve Su Kalitesi Özellikleri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara. 230s.
- Shannon, C.E. and Wiener, W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Juionis Press, Urbana. 117pp.
- Shekhar, T.R.S., Kiran, B.R., Puttaiah, E.T., Shivaraj, Y. and Mahadevan, K.M. 2008. Phytoplankton as Index of Water Quality With Reference to Industrial Pollution. *Journal of Environmental Biology*. 29(2); 233-236.
- Sıvacı, E.R., Dere, Ş. ve Kılınç, S. 2007. Tödürge Gölünün (Sivas) Epilitik Diatom Florasının Mevsimsel Değişimi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 24(1-2); 45–50.
- Simboura, N. and Zenetos, A. 2002. Benthic Indicators to Use in Ecological Quality Classification of Mediterranean Soft Bottom Marine Ecosystems Including a New Biotic index. *Mediterranean Marine Science*. 3(2); 77-111.
- Simkhada, B. 2006. Diatoms as Indicators of Environmental Change in Lakes and Ponds of the Lowlands, Middle Hills and High Himalaya of Nepal. University of Bielefeld, Faculty of Biology, Chair for Animal Ecology. Doktor der Naturwissenschaften. 247pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163; 688p. doi;10.1038/163688a0.
- Sladeczek, V. 1986. Diatoms as Indicators of Organic Pollution. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 14(5); 555 – 566.

- Soininen, J. 2002. Responses of Epilithic Diatom Communities to Environmental Gradients in Some Finnish Rivers. *International Review of Hydrobiology*. 87; 11-24.
- Solak, C.N. and Wojtal, A.Z. 2012. Diatoms in Springs and Streams Of Türkmen Mt. (Sakarya River Basin) Common in Turkish Inland Waters. *Polish Botanical Journal*. 57(2); 375–425.
- Solak, C.N., Barınova, S., Ács, E. and Dayıoğlu, H. 2012. Diversity and Ecology of Diatoms From Felent Creek (Sakarya river basin), Turkey. *Turk J Botany*. 36; 191-203.
- Solak, C.N., Barlas, M. ve Pabuçcu, K. 2007. Akçay 'ın (Büyük Menderes-Muğla) Bacillariophyta Dışındaki Epilithik Algleri. *Ekoloji Dergisi*. 16(62);16-22.
- Soylu, E.N. and Gönüloğlu, A. 2006. Seasonal Variation in The Diversity, Species Richness and Composition of The Phytoplankton Assemblages in A Shallow Lake. *Cryptogamie Algologie*, 27(1); 85-101.
- Soylu, E.N. ve Gönüloğlu, A. 2010. Functional Classification and Composition of Phytoplankton in Liman Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 10; 53-60.
- Soylu, E.N., Maraşlıoğlu, F. ve Gönüloğlu, A. 2010. Gıncı Gölü (Samsun-Bafra) Epilithik Algleri ve Mevsimsel Değişimi. *Journal of Fisheries Sciences*. 4(4); 437-445.
- Soylu, E.N. 2006. Liman Gölü (Samsun-Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerinde Bir Araştırma. 19 Mayıs Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Samsun. Doktora Tezi. 96s.
- Soylu, N.E., Maraşlıoğlu, F. ve Gönüloğlu, A. 2011. Liman Gölü (Bafra-Samsun) Epilithik Diatome Florası. *Ekoloji Dergisi*. 20(79); 57-62.
- Sömek, H., Balık, S. ve Ustaoglu, M.R. 2005. Topçam Baraj Gölü (Çine-Aydın) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimleri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*. 1(1); 26-32.
- Steinberg, C. and Schiefele, S. 1988. Biological Indication of Trophic and Pollution of Running Waters. 2. Wasser – Abwasser – Frosch., 21; 227-234.
- Stenger-Kovacs, C., Buczko, K., Hajnal, E. and Padisak, J. 2007. Epiphytic, Littoral Diatoms as Bioindicators of Shallow Lake Trophic Status ; Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) Developed in Hungary. *Hydrobiologia*. 589; 141-154.
- Sun, J. and Liu, D. 2003. Geometric Models for Calculating Cell Biovolume and Surface Area for Phytoplankton. *Journal of Phytoplankton Research*. 25;1331-1346p.

- Szulc, B. and Szulc, K. 2013. The Use of The Biological Diatom Index (BDI) for The Assessment of Water Quality in The Pilica River, Poland. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. 42(2); 188-194.
- Şen, B., Pala (Toprak), G. ve Çağlar, M. 2005. Özlüce Baraj Gölü (Kiğı/Bingöl) Epilitik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri. *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 17 (2); 310-318.
- Tallberg, P., Horppila, J., Vaisanen, A. and Nurminen, L. 1999. Seasonal Succession of Phytoplankton and Zooplankton A long A Trophic Gradient In A Eutrophic Lake; Implications for Food Web Management. *Hydrobiologia*. 412; 81-94.
- Taş, B. ve Gönülol, A. 2007. Derbent Baraj Gölü (Samsun)' nün Planktonik Algleri, Araştırma Makalesi. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(3); 111-123.
- Taylor, J.C., Prygiel, J., Vosloo, A., Rey, P.A. and Rensburg, L. 2007. Can Diatom-Based Pollution Indices Be Used for Biomonitoring in South Africa? A Case Study of The Crocodile West and Marico Water Management Area. *Hydrobiologia*. 592;455-464.
- Ter Braak, C.J. 1988. CANOCO-A FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by [partial][etrended][canonical] Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis (version 2.1) (No. LWA-88-02, p. 95). MLV.
- Tokatlı, C. 2008. Murat Çayı (Kütahya)'nın Epilitik Diyatome Florasının Belirlenmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya. 43s.
- Tokatlı, C. 2012. Sucul Sistemlerin İzlenmesinde Bazı Diyatome İndekslerinin Kullanılması; Gürleyik Çayı Örneği (Eskişehir). DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 29; 21-28.
- Tokatlı, C. ve Dayıoğlu, H. 2011. Murat Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleleri. DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 25; 1-12.
- Tokatlı, C., Köse, E., Uysal, K., Çiçek, A. ve Arslan, N. 2011. Porsuk Baraj Gölü Epipelik Diyatome Frustullerinde Makro ve Mikro Element Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 4(2); 1-6.
- Türker, A.U. and Güner, A. 2003. Plant Diversity in Abant Nature Park (Bolu), Turkey. *Türk J Bot. TÜBİTAK*. 27; 185-221.
- Türkeş, M. 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification With Respect to Precipitation and Aridity Conditions. *Tr. J. Eng. Env. Sci.* 23; 363-380.
- Udoh, U.A. 2003. Kozanlı-Gökgöl Alglerinin Kalitatif ve Kantitatif Olarak İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara. 123s.

- UN, 2003. Water for People, Water for Life Executive Summary, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), UN Water World Water Assessment Programme, (World Water Development Report – WWDR). UNESCO Publishing. 92-3, 103881-8.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Şipal, U.G., Mis, D.Ö., ve Aygen, C. 2010. Buldan Baraj Gölü (Denizli) Planktonu ve Mevsimsel Değişimi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 27(3); 113-120.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen der Internationale Vereinigung der Theoretische und Angewandte Limnologie, 5;567-596.
- Uygun, A. 2010. Akarçay'ın (Afyonkarahisar) Bentik Diyatomeleleri ve Çay Su Kalitesi Değerlendirilmesinde Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 93s.
- Varol, M. ve Şen, B. 2014. Dicle Nehri'nin Planktonik Alg Florası. Journal of FisheriesSciences.com. 8(-); 104-117.
- Watanabe, T.A.K. and Houki, A. 1990. Numerical Simulation of Organic Pollution in Flowing Waters. Encyclopedia of Environmental Control Technology vol. 4. Hazardous Waste Containment and Treatment. P. N. Cheremisinoff., Gulf Publishing Company Houston; 251-284.
- Wetzel, R.G. 1983. Limnology, Second Edition, Saunders College Publishing. ISBN; 0-03-057913-9.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 1991. Limnological Analysis. 2nd Ed. Springer Verlag, New York.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology; Lake and River Ecosystems. 3'd Edition. Academic Press, San Diego, CA.
- Whitton, B.A. and Rott, E. 1996. Use of Algae for Monitoring Rivers II. Proc. International Symposium, Innsbruck, Austria 17-19 September 1995, Universität Innsbruck, Institut Für Botanik, Germany.196.
- Whitton, B.A., Rott, E. and Friedrich, G. 1991. Use of Algae for Monitoring Rivers. Proc. Internat. Symp. Dusseldorf. Universität Innsbruck, Institut Für Botanik. Germany. 193.
- Wu, J.T. and Kow, L.T. 2002. Applicability of A Generic Index for Diatom Assemblages to Monitor Pollution in the Tropical River Tsanwun, Taiwan. Journal of Applied Phycology. 14; 63-69.
- Yıldırım, V., Şen, B., Çetin, A.K. ve Alp, M.T. 2003. Hazar Gölü'ne Dökülen Kürk Çayı'nın (Elazığ) Epipelik Diyatomele Florası. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 15(3); 329-336.

- Yu, S. and Lin, H. 2009. Effects of Agriculture on The Abundance and Community Structure of Epilithic Algae in Mountain Streams of Subtropical Taiwan. *Botanical Studies*. 50; 73-87.
- Zaim, E. 2007. Planktonic Diatom (Bacillariophyta) Composition of Lake Kaz (Pazar, Tokat). *Turk. J. Biolog.* 31; 203-224.
- Zębek E., Bonar, A., and Szymańska, U. 2012. Periphytic Diatom Communities in the Littoral Zone of The Urban Lake Jeziorak Mały (Masurian Lake District, Poland). *Ekologia (Bratislava)*. 31(1); 105-123.
- Zelinka, M. and Marvan, P. 1961. Zur Präzisierung der Biologischen Klassifikation der Reinheit Fließender Gewässer.-*Arch. Hydrobiology*. 57; 389-407.



EKLER

EK 1 Abant Gölü'ne ilişkin fotoğraflar

EK 2 Fitoplanktona ilişkin fotoğraflar

EK 3 Epifitik Diyatomelere ilişkin fotoğraflar

EK 1 ABANT GÖLÜ'NE İLİŞKİN FOTOĞRAFLAR



Şekil 1. Abant Gölü'nde Nisan 2015 örneklemesi, D_{II} istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 2. Abant Gölü'nde Nisan 2015 örneklemesi, D_{III} istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 3. Abant Gölü'nde Haziran 2015 örnekleme, D_{IV} istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 4. Abant Gölü'nde Haziran 2015 örnekleme, D_V istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 5. Abant Gölü'nde Eylül 2015 örneklemesi, D_{IV} istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 6. Abant Gölü'nde Eylül 2015 örneklemesi, D_V istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 7. Abant Gölü’nde Aralık 2015 örneklemesi, D_{III} istasyonuna ilişkin fotoğraf



Şekil 8. Abant Gölü’nde Aralık 2015 örneklemesi, D_{IV} istasyonuna ilişkin fotoğraf

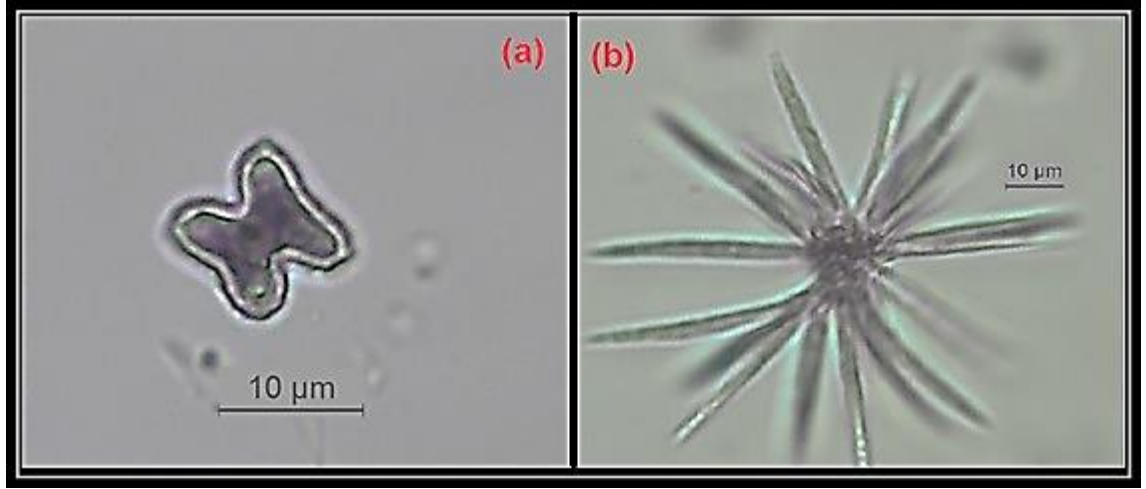
EK 2 FİTOPLANKTONA İLİŞKİN FOTOĞRAFLAR

Bacillariophyta'ya ilişkin fotoğraflar



Şekil 1 **a.** *Asterionella formosa* Hassall, **b.** *Cymboplectra inaequalis* (Ehrenberg) Krammer, **c.** *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, **d.** *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst

Chlorophyta'ya ilişkin fotoğraflar



Şekil 1 **a.** *Tetraëdron minimum* (A.Braun) Hansgirg, **b.** *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs,



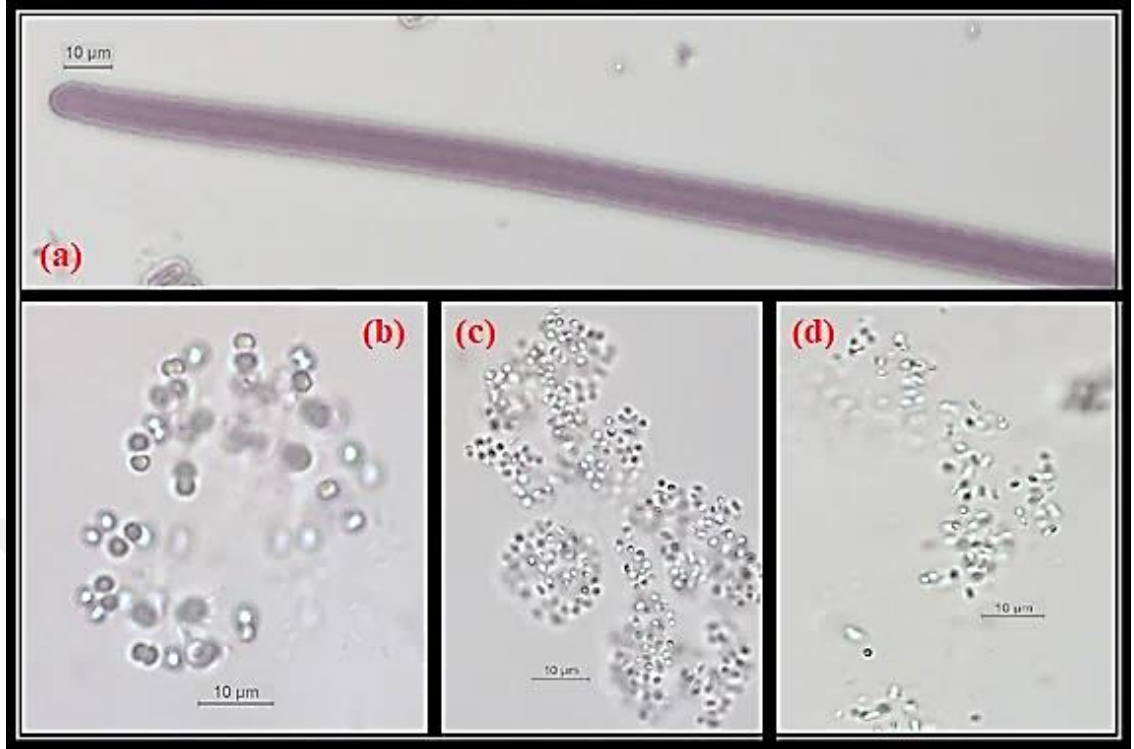
Şekil 2 **a.** *Sphaerocystis Schroeteri* Chodat, **d. e.** *Eudorina elegans* Ehrenberg

Cryptophyta'ya ilişkin fotoğraflar



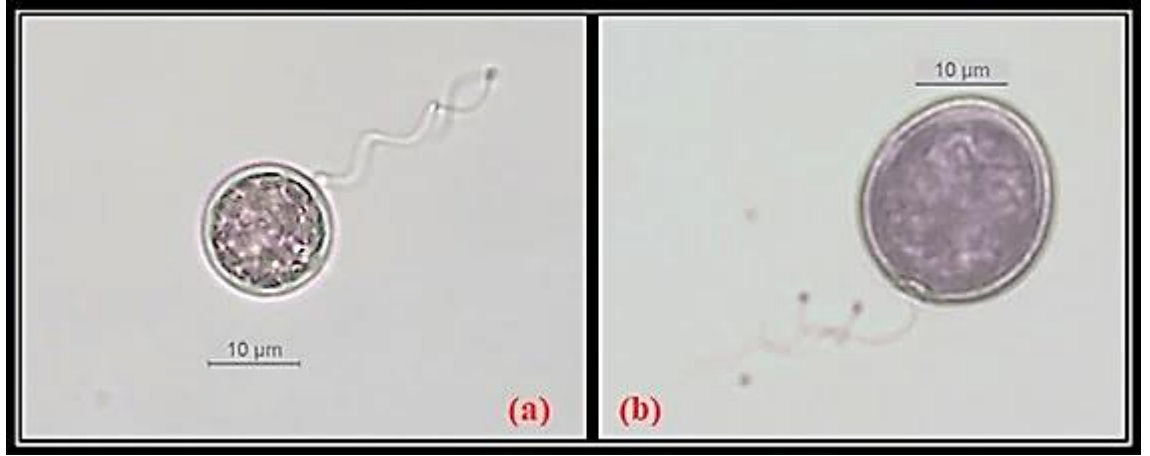
Şekil 1 **a.** *Plagioselmis nannoplantica* (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall
b. *C. marssonii* Skuja, **c.** *C. ovata* Ehrenberg, **d.** *C. rostratiformis* Skuja

Cyanobacteria'ya ilişkin fotoğraflar



Şekil 1 **a.** *Oscillatoria limosa* C.Agardh ex Gomont, **b.** *Snowella atomus* Komárek & Hindák, **c.** *Aphanocapsa planctonica* (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis, **d.** *Anathece clathrata* (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová

Euglenophyta'ya ilişkin fotoğraflar



Şekil 1 **a.** *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg, **b.** *Trachelomonas hispida* (Perty)

F.Stein

Miozoa'ya ilişkin fotoğraflar



Şekil 1 **a.** *Gymnodinium helveticum* Penard, **b.** *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin, **c.** *C. cornutum* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, **d.** *C. furcoides* (Levander) Langhans

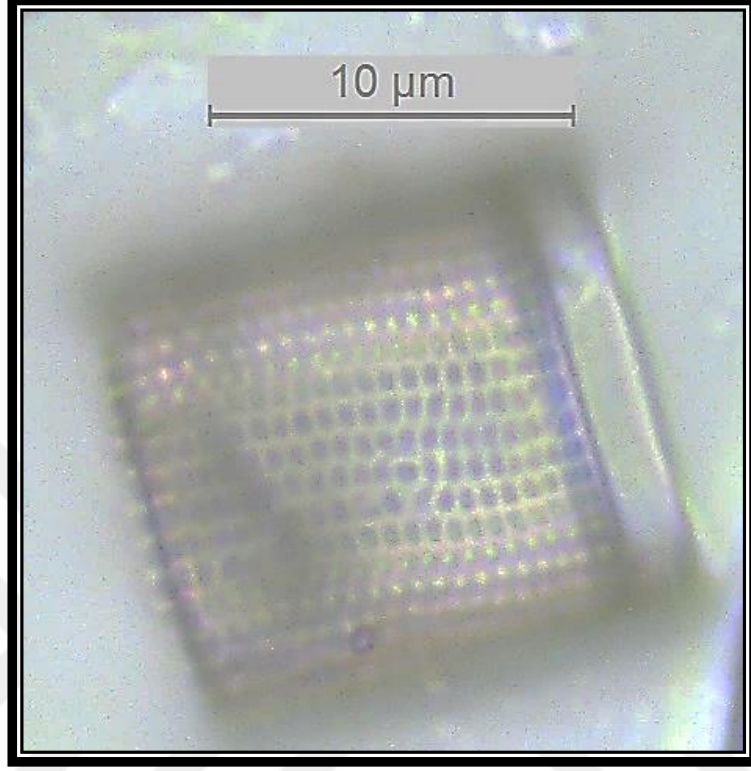
Ochromphyta'ya ilişkin fotoğraflar



Şekil 1 **a.** *Dinobryon divergens* O. E. Imhof, **b.** *D. sertularia* Ehrenberg

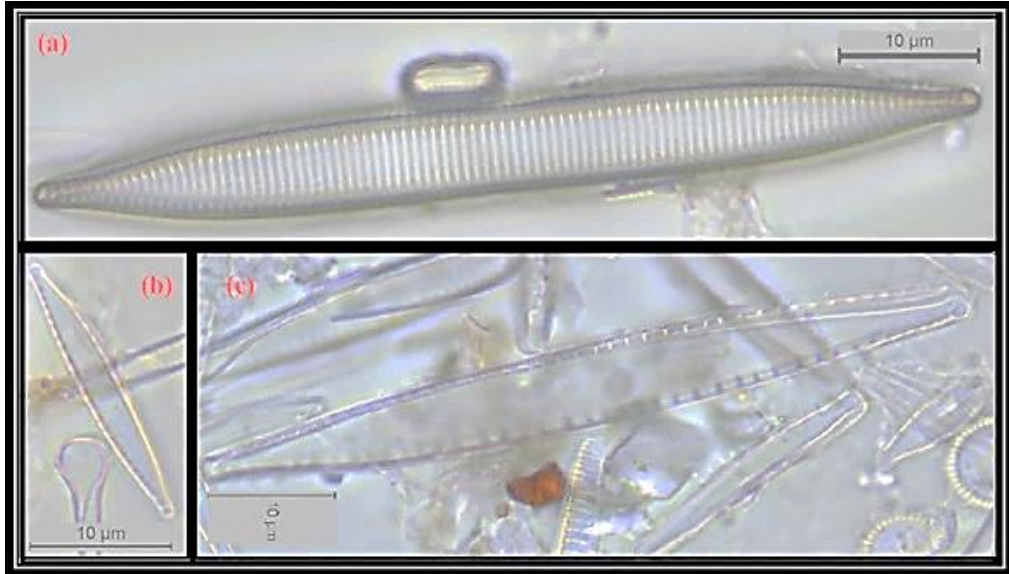
EK 3 EPIFİTİK DİYATOMELERE İLİŞKİN FOTOĞRAFLAR

Aulacoseirales Takımına İlişkin Türler



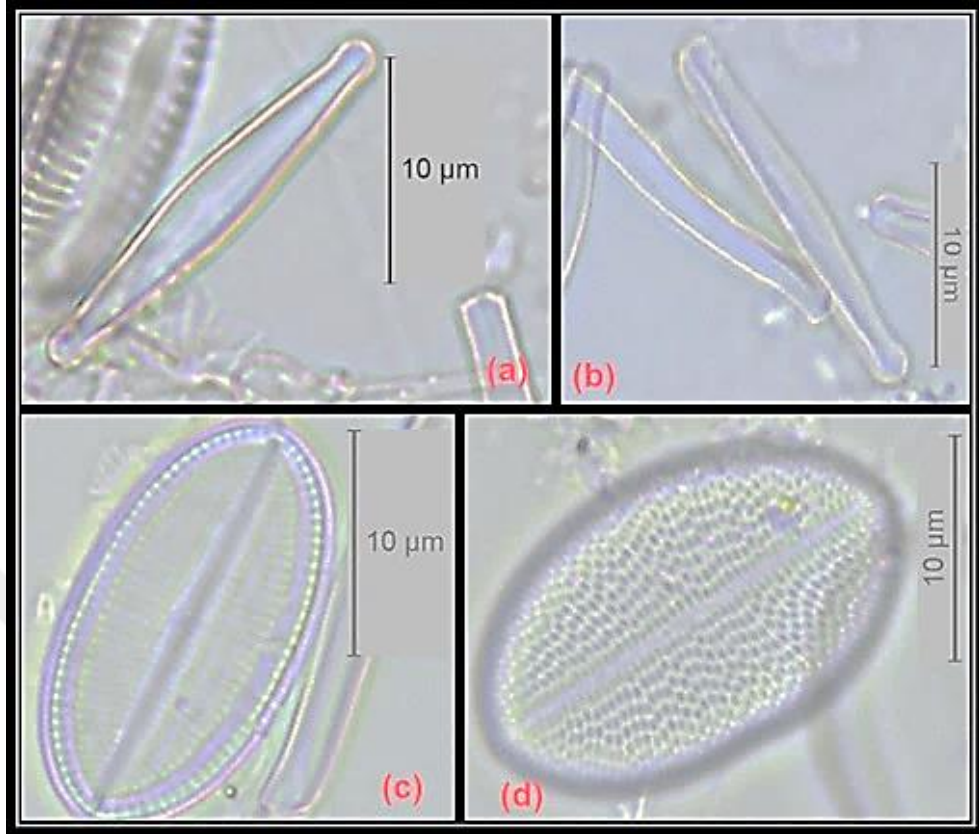
Şekil 1 *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen

Bacillariales Takımına İlişkin Türler



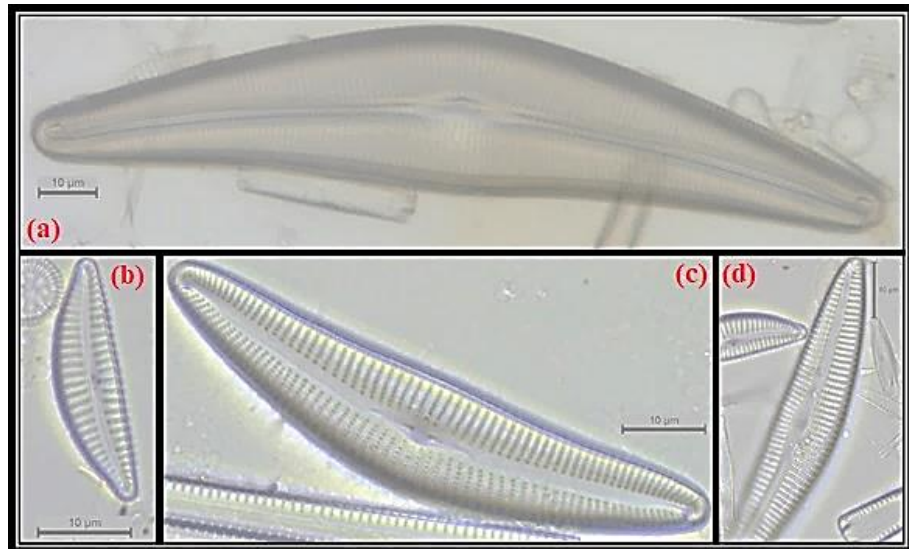
Şekil 1 **a.** *Nitzschia fonticola* Grunow in Cleve & Möller, **b.** *N. angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow **c.** *N. palea* (Kützinger) W. Smith

Cocconeoidales Takımına İlişkin Türler



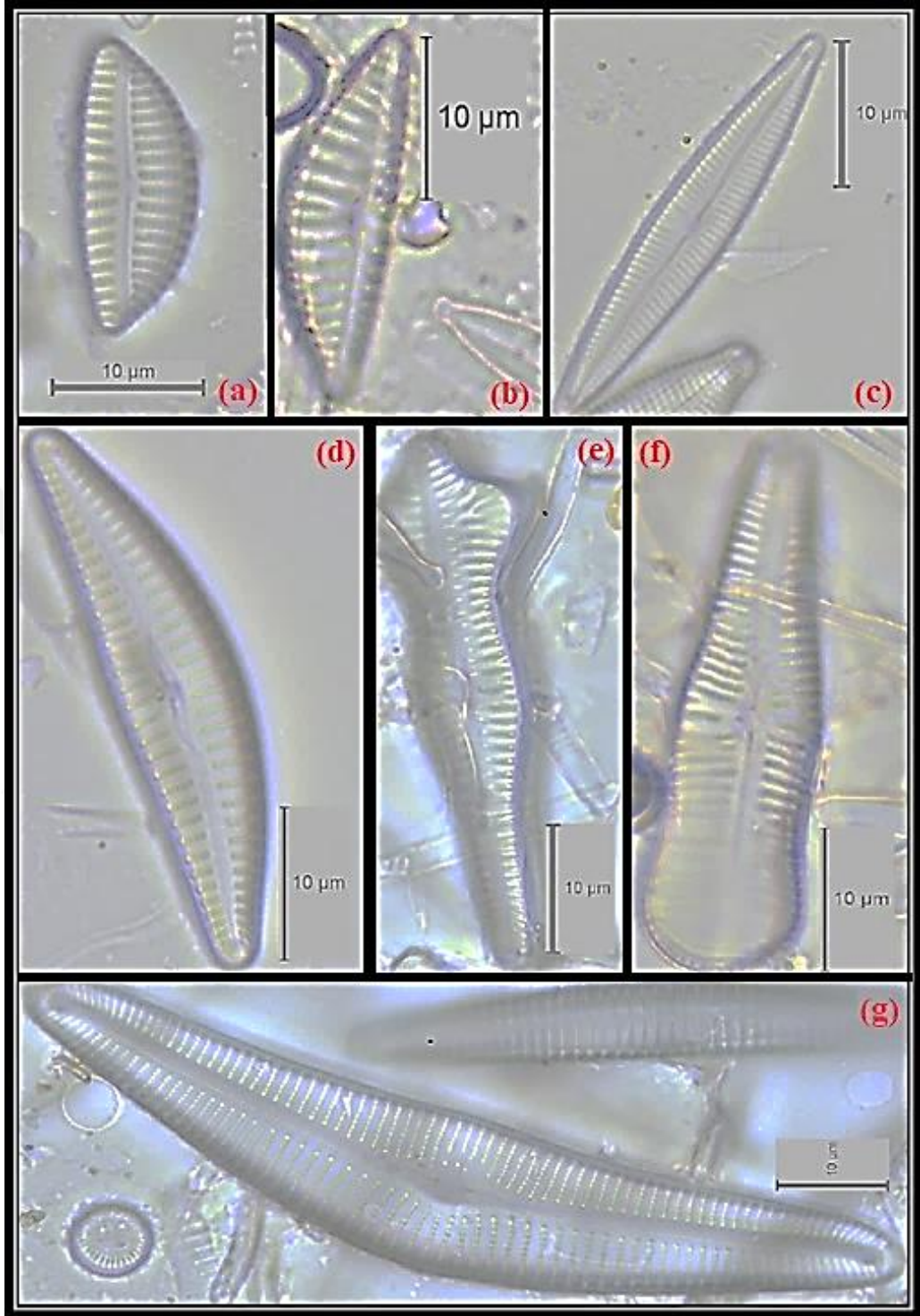
Şekil 1 a, b. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, c. *Cocconeis placentula* Ehrenberg, d. *C. placentula* var. *euglypta* Ehrenberg

Cymbellales Takımına İlişkin Türler



Şekil 1 a. *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve, b. *C. affinis* Kützing, c. *C. cymbiformis* C. Agardh, d. *C. helvetica* Kützing

Cymbellales Takımına İlişkin Türler (devamı)



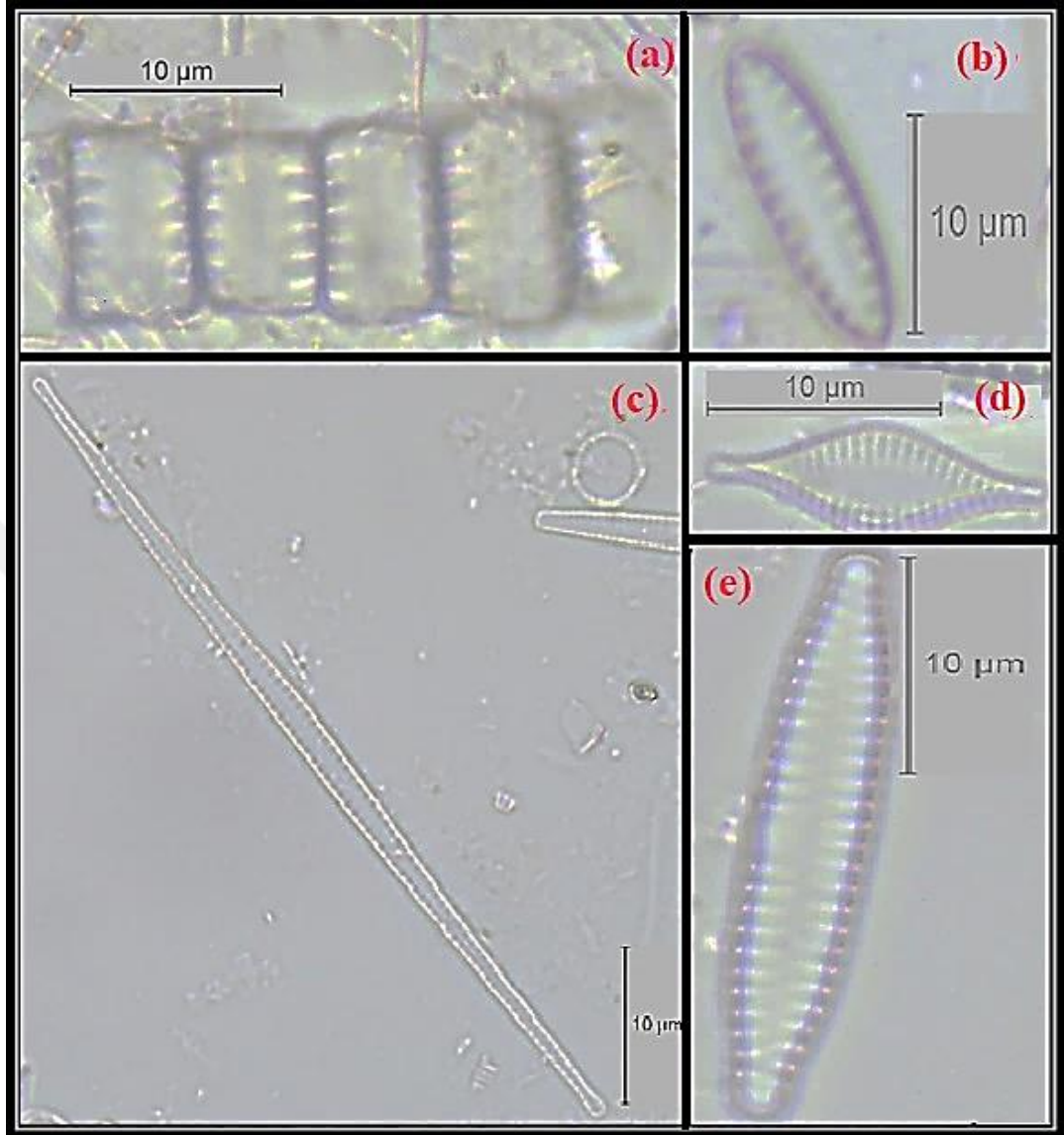
Şekil 2 **a.** *Encyonema auerswaldii* Robenhorst, **b.** *E. silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann, **c.** *Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) Krammer, **d.** *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner, **e.** *G. acuminatum* Ehrenberg, **f.** *G. capitatum* Ehrenberg, **g.** *C. neocistula* Krammer

Eunotiales Takımına İlişkin Türler



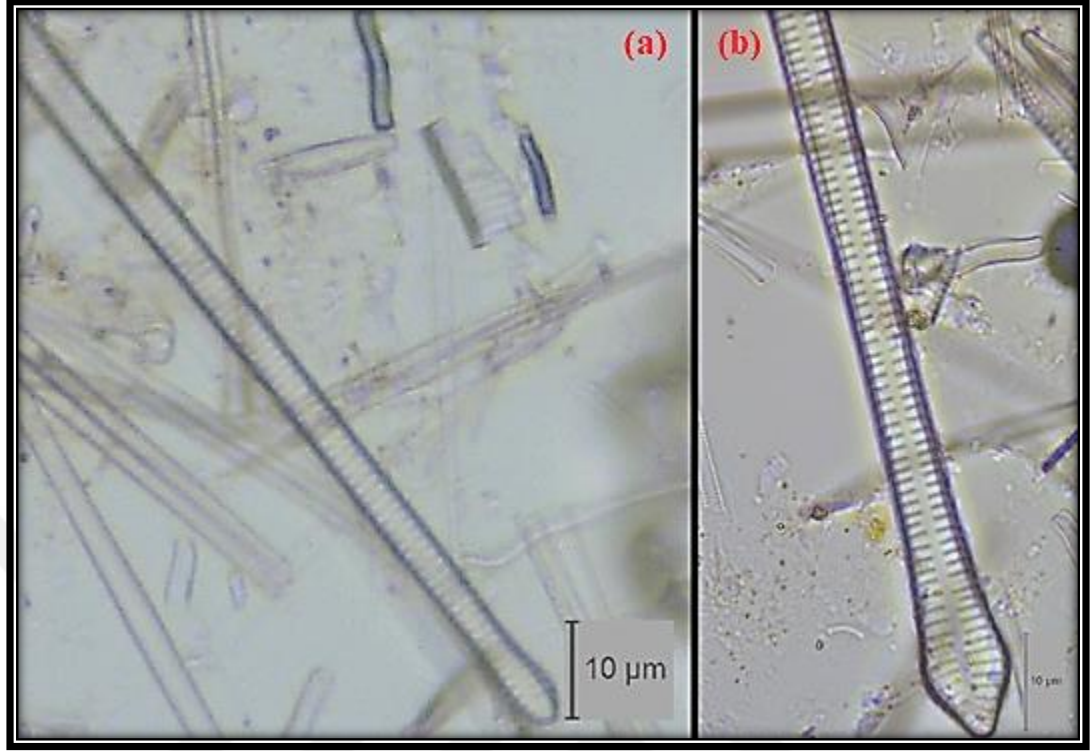
Şekil 1 **a.** *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, **b.** *E. parallela* Ehrenberg

Fragilariales Takımına İlişkin Türler



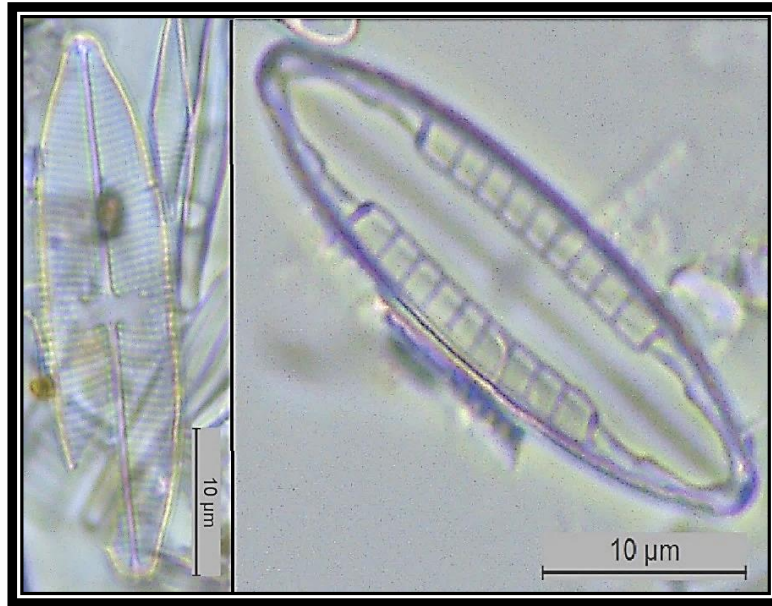
Şekil 1 **a.** *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M.Williams & Round, **b.** *S. lapponica* (Grunow) D.M.Williams & Round, **c.** *Ulnaria delicatissima* (W.Smith) Aboal & P.C.Silva, **d.** *Pseudostaurosira parasitica* (W.Smith) Morales, **e.** *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) J.B.Petersen

Fragilariales Takımına İlişkin Türler (devamı)



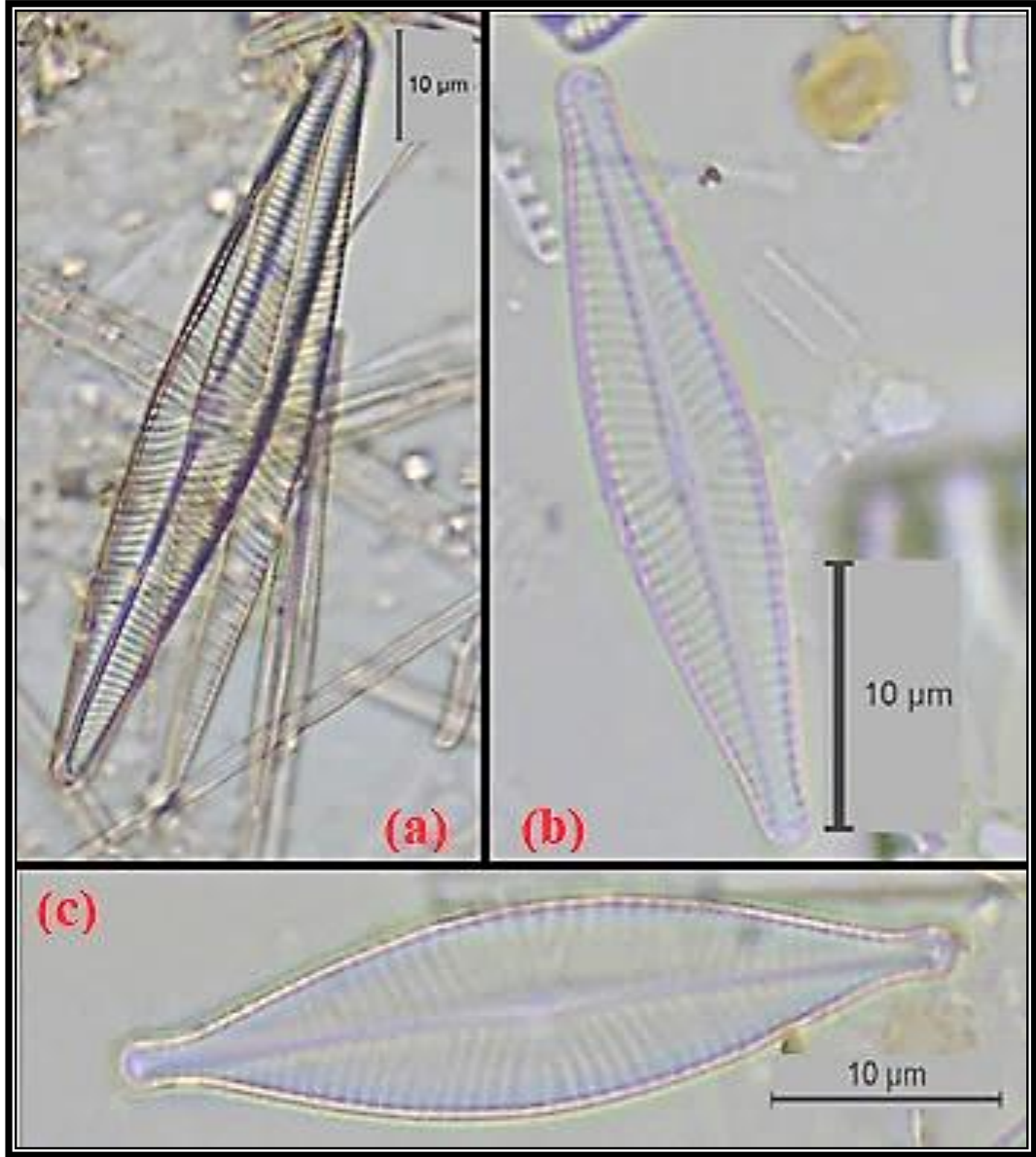
Şekil 2 **a.** *Ulnaria biceps* (Kützting) Compère, **b.** *U. capitata* (Ehrenberg) Compère

Mastogloiales Takımına İlişkin Türler



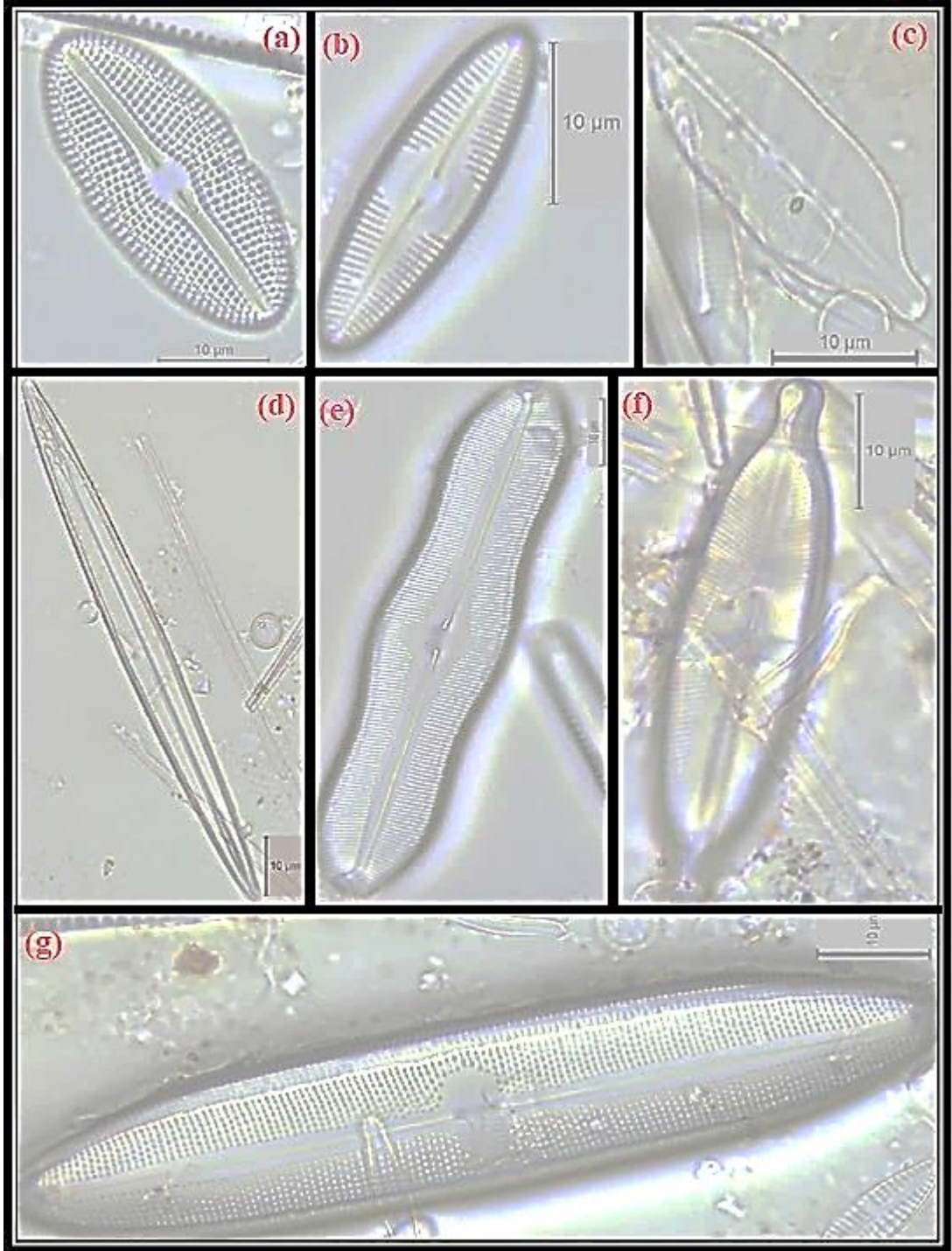
Şekil 1 **a.** *Mastogloia smithii* Thwaites ex W. Smith

Naviculales Takımına İlişkin Türler



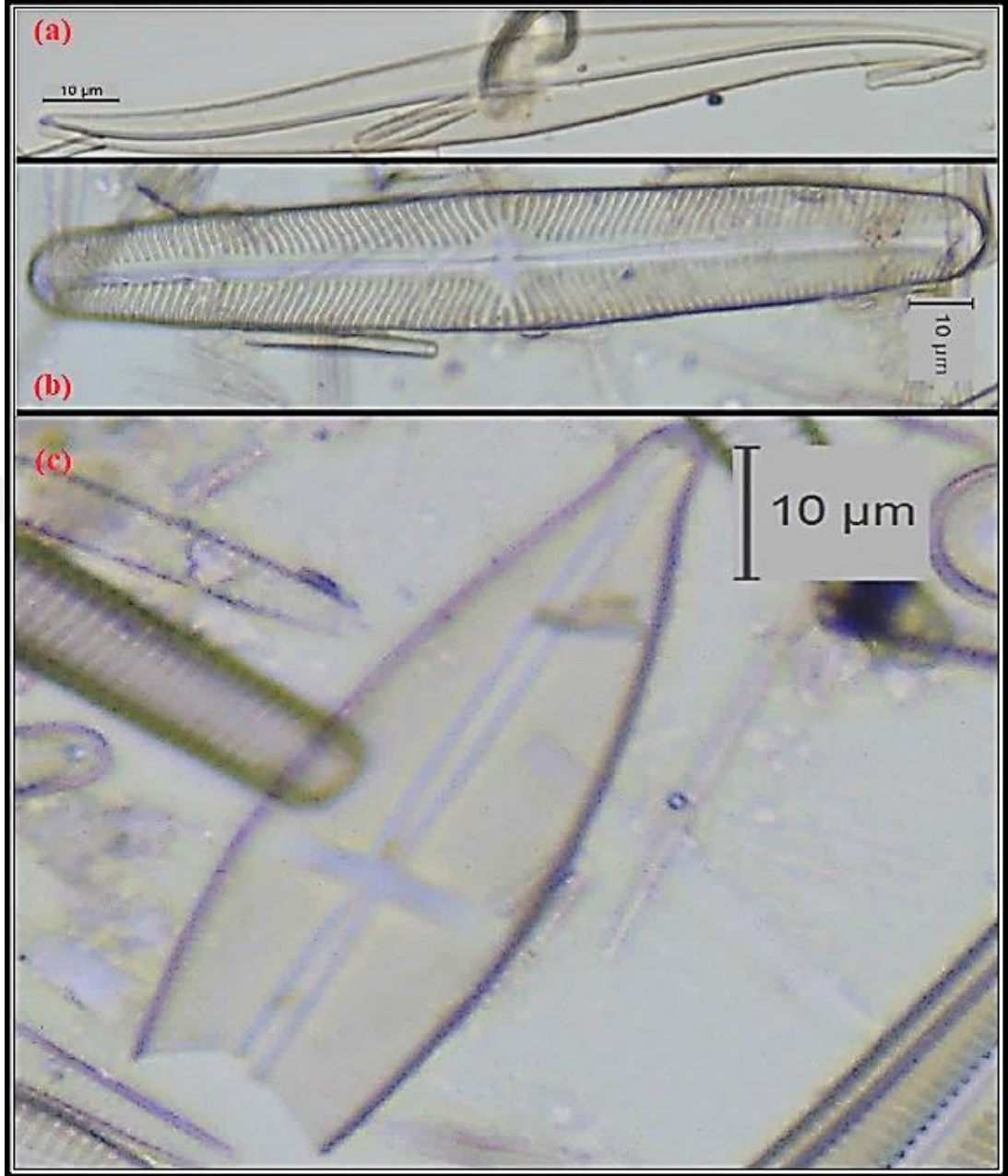
Şekil 1 **a.** *Navicula radiosa* Kützing, **b.** *N. cryptocephala* Kützing, **c.** *N. trivialis* Lange-Bertalot

Naviculales Takımına İlişkin Türler (devamı)



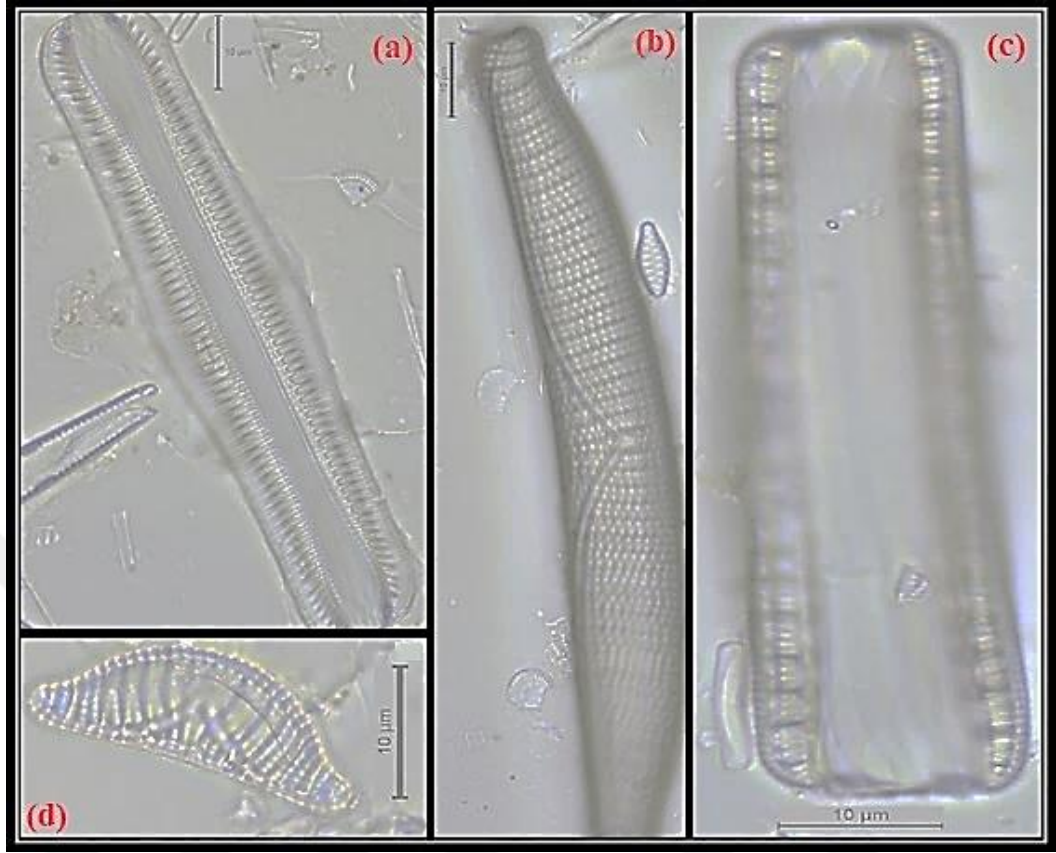
Şekil 2 **a.** *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, **b.** *Caloneis lancettula* (Schulz-Danzig) Lange-Bertalot & Witkowski, **c.** *Frustulia marginata* Amossé, **d.** *Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing, **e.** *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve, **f.** *Stauroneis reichardtii* Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito, **g.** *Neidium ampliutum* (Ehrenberg) Krammer

Naviculales Takımına İlişkin Türler (devamı)



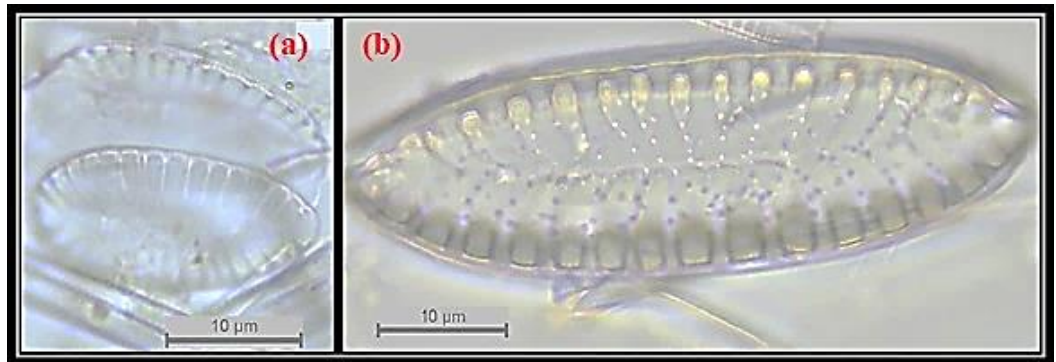
Şekil 3 a. *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst, b. *Pinnularia divergens* W.Smith, c. *Stauroneis gracilis* Ehrenberg

Rhopalodiales Takımına İlişkin Türler



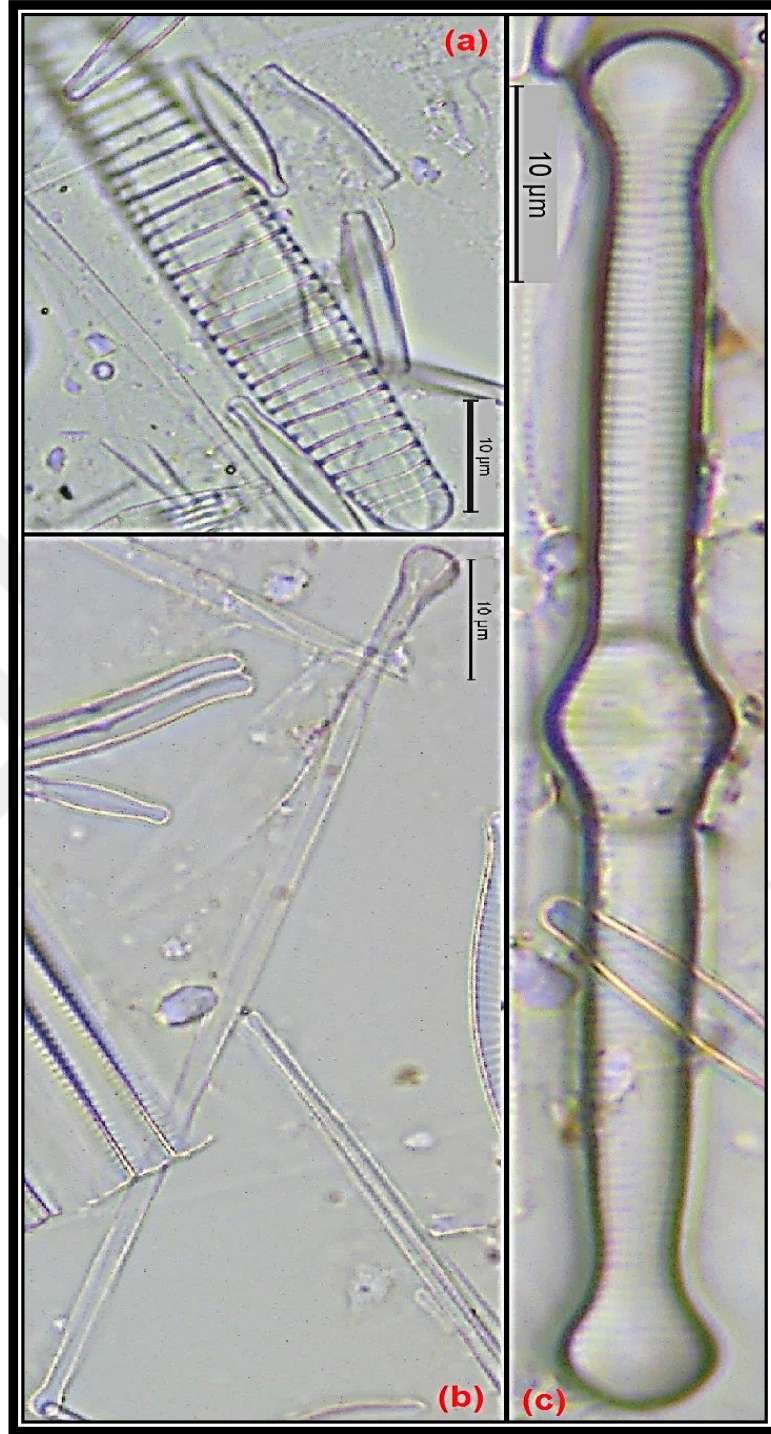
Şekil 1 **a.** *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller, **b.** *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing, **c.** *E. adnata* (Kützing) Brébisson, **d.** *E. sorex* Kützing

Surirellales Takımına İlişkin Türler



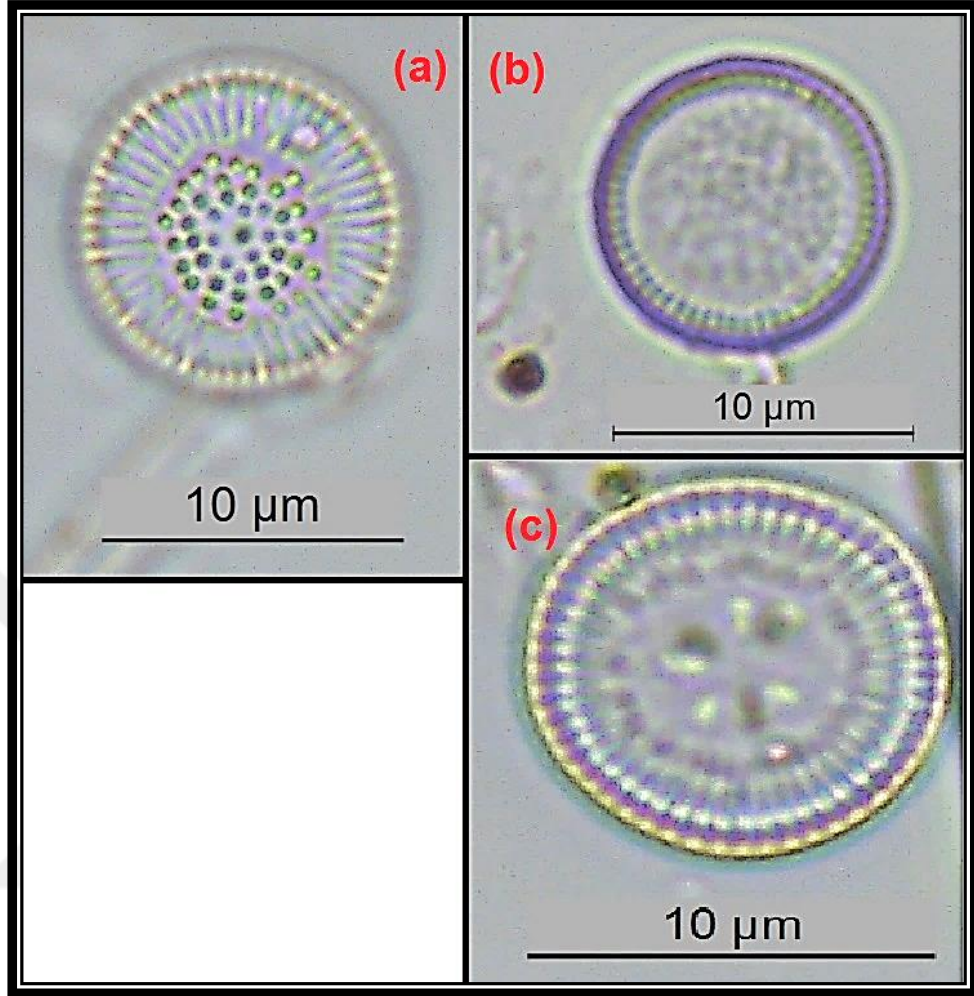
Şekil 1 **a.** *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Krammer & Lange-Bertalot, **b.** *Iconella helvetica* (Brun) Ruck & Nakov

Tabellariales Takımına İlişkin Türler



Şekil 1 **a.** *Diatoma vulgaris* Bory, **b.** *Asterionella formosa* Hassall, **c.** *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing

Thalassiosirales Takımına İlişkin Türler



Şekil 1 **a.** *Lindavia praetermissa* (Lund) T.Nakov et al **b.** *Cyclotella meneghiniana* Kützing **c.** *Pantocsekiella ocellata* (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács,

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tolga Coşkun

Doğum Yeri : Niğde

Doğum Tarihi : 12 Mart 1984

Medeni Durumu : Bekâr

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Ankara Bahçelievler Deneme Lisesi (2001)

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi (2006)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı
(Şubat 2007- Ağustos 2010)

A-) Uluslararası hakemli dergilerde ve/veya SCI kapsamında yayımlanan makaleler:

Şanal, M., Köse, B., **Coşkun, T.**, ve Demir, A. N. 2015. Mogan Gölü'nde Sucul Makrofitlere Göre Ekolojik Kalitenin Tahmini. Iğdır University Journal Inst. Sci. & Tech. 5(4); 51-55.

B-) Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

Korkmaz, A.Ş. ve **Coşkun, T.** 2016. Endüstriyel Balıkçı Teknelerinin Sosyo-Ekonomik Göstergeleri. Sinop İli Örneği. Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research. 2(4); 208-216. doi. 10.3153/Jaefr16023.

Coşkun, T., Kırkağaç, M. ve Demir, A. N. 2016. Sakaryabaşı-Batı Göleti’nde Tatlı Su Karideslerinin (*Palaemonetes Turcorum* Holthuis, 1961) Bazı Morfometrik Özellikleri. Turkish Journal Of Aquatic Sciences, 31(1); 40-50.

Korkmaz A. Ş., Zencir, Ö., ve **Coşkun, T.** 2008. Türkiye’de Uygulanan Alabalık Yetiştirme Teknikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 4(1-2); 58-64.

C-) Uluslararası Kongrelere Sunulan ve/veya Tam Metin Yayımlanan Bildiriler:

Coşkun, T., Doğankaya, L., and Demir, A. N. 2015. Effects Of Microalgae On Fish Reproduction. Egg Yield And Larval Development. "International Congress On Applied Biological Sciences" 16-20 September 2015 Skopje, Macedonia.

Korkmaz, A. Ş. and **Coşkun, T.** 2014. Opinions And Suggestions On Sustainable Fisheries of Industrial Fishing Enterprise’s Captains in Sinop Province, Turkey. Greinsus'14 “The International Congress on Green Infrastructure and Sustainable Societies/Cities” May 08 – 10 2014. Ege University, İzmir, Turkey.

D-) Ulusal Kongrelere Sunulan ve Özeti Yayımlanan Bildiriler:

Meriç, İ., **Coşkun, T.** ve Topçu, A. 2013. Balık Yemlerinde Alternatif Bir Katkı. Tek Hücre Proteini. FABA 2013, 30 Mayıs – 1 Haziran 2013, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum.

Doğankaya, L. ve **Coşkun, T.** 2013. 35 Yıllık Yolculuk. III. Ulusal Alabalık Sempozyumu, 24-26 Mayıs 2013, Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu.

Coşkun, T., Coşkun, Ç. ve Kaynar, T. 2012. Ülkemizde Bulunan Leseptiyen Türler ve Su Ürünlerine Olan Etkileri. FABA 2012, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Seçer, F. S., Genç, E., Doğankaya, L., Yavuzcan, H., Kaynar T. ve **Coşkun, T.** 2012. Ankara İli Akvaryum İşletmelerinden Temin Edilen *Procambarus Clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea. Decapoda)'den Döl Alınması: Avantaj ve Dezavantajları. FABA 2012, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Demir, N., Balcı, E. Ö., Fakıoğlu, Ö. ve **Coşkun, T.** 2012. Kızılırmak Nehri'nde (Avanos) Baraj Yapımı Sonrasında Sualtı Bitkisi Sorunu ve Mücadelesi. 5. Ulusal Limnoloji Kongresi 27-29 Ağustos 2012. Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Isparta Eğirdir.

Coşkun, T. ve Korkmaz, A. Ş. 2011. Sinop İlindeki Orta ve Büyük Ölçekli Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Özellikleri. XVI. Su Ürünleri Sempozyumu 25-27 Ekim 2011, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Coşkun, T. ve Coşkun, Ç. 2011. Ülkemizdeki Deniz Kaplumbağaları (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*) ve Doğadaki Düşmanları. XVI. Su Ürünleri Sempozyumu 25-27 Ekim 2011, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Coşkun, T. ve Korkmaz, A. Ş. 2009. Küresel İklim Değişikliğinin Balık Populasyonlarına Etkileri. XV. Su Ürünleri Sempozyumu "Ekosistem Yaklaşımlı Su Ürünleri Üretimi", 1-4 Temmuz 2009, İsmail Kahraman Kültür Merkezi, Rize.

Korkmaz, A. Ş., Zencir, Ö. ve **Coşkun, T.** 2008. Alabalık Yetiştiriciliğinde Kullanılan Yemler ve Yapısal Özellikleri. I. Ulusal Alabalık Sempozyumu (Uluslararası Katılımlı) 14-16 Ekim 2008, Süleyman Demirel Üniversitesi Prof. Dr. M. Lütfü akmakı Kültür Merkezi, Isparta.

Coşkun, T. ve Sekban, Ö. 2006. Köpek Balıklarının Evrimleşme Süreçleri, Dünyada Ve Ülkemizde Bulunan Türleri Üzerine Bir alışma. III. Su Ürünleri Öğrenci Sempozyumu 22-24 Mayıs 2006, Muğla.

Erdem, Y., Esenyel, N. ve **Coşkun, T.** 2006. 2005-2006 Av Sezonunda Sinop ve Çevresinden Avlanan İstavrit (*Trachurus Mediterraneus Ponticus*, Aliev 1956) Balıklarının Bazı Populasyon Parametreleri ve İstavrit Stokuna İlişkin Değerlendirmeler. 3. Su Ürünleri Öğrenci Sempozyumu 22-24 Mayıs 2006, Muğla.

