

TEMMUZ 2017

Doktora- Biyoloji Bölümü

HAMDULLAH ARSLANARGUN

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARKAMIŞ (GAZİANTEP) BÖLGESİ FİLAMENLİ
ALGLERİN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE
BİYOMARKIR POTANSİYELLERİ

BİYOLOJİ BÖLÜMÜ

DOKTORA TEZİ

HAMDULLAH ARSLANARGUN

TEMMUZ 2017

**Karkamış (Gaziantep) Bölgesi Filamentli Alglerin Ekolojik
Özellikleri ve Biyomarkır Potansiyelleri**

Gaziantep Üniversitesi

Biyoloji Bölümü

Doktora Tezi

Danışman

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Hamdullah ARSLANARGUN

Temmuz 2017



©2017 [Hamdullah ARSLANARGUN]

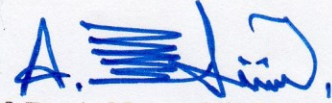
T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

Tezin Adı :Karkamış (Gaziantep) Bölgesi Filamentli Alglerin Ekolojik Özellikleri
ve Biyomarkır Potansiyelleri

Öğrencinin, Adı Soyadı : Hamdullah ARSLANARGUN

Tez Savunma Tarihi : 04.07.2017

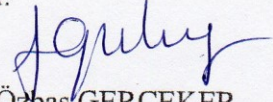
Fen Bilimleri Enstitüsü onayı



Prof. Dr. A. Necmeddin YAZICI

FBE Müdürü

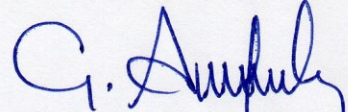
Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.



Prof. Dr. Filiz Özbaş GERÇEKER

Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Canan CAN

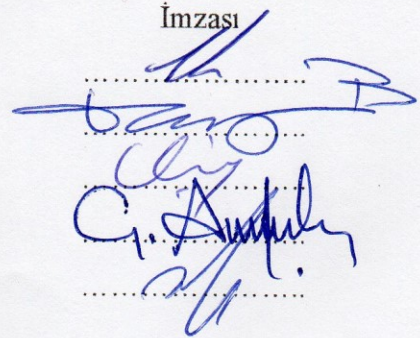
Prof. Dr. Hüseyin BOZKURT

Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Doç. Dr. Zafer ÇETİN

İmzası



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



Hamdullah ARSLANARGUN

ABSTRACT

TO INVESTIGATE BIOMARKER POTENTIALS AND ECOLOGICAL PROPERTIES OF FILAMENTOUS ALGAE IN KARKAMIŞ (GAZIANTEP) REGION

ARSLANARGUN, Hamdullah

Ph.D. Biology

Supervisor: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

July 2017

129 Pages

This study was designed to (i) explore biochemical response of filamentous algae and (ii) evaluate relationships between algae species and environmental variables the ecological preferences of species in different water bodies from November 2012 to December 2014, using multivariate approach in the southeast of Gaziantep. The relationship between biochemical contents of filamentous algae species and ecological variables has been determined. In the studied area, *Cladophora*, *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, and *Zygnema* filamentous algae of the species had been recorded. As a result, it was observed that each algal species for changing of environmental conditions and different biochemical content gave different specific answer. Significant increase in malondialdehyde (MDA), H₂O₂, total thiol group, total phenolic compounds, and proline productions by filamentous algae and chlorosis phenomenon seemed to be an important strategy for alleviating environmental factors-induced oxidative stress as biomarkers. A total of 241 algal taxa were identified. Canonical Correspondence Analysis (CCA) exhibited a high correlation between environmental factors and species. Highly tolerant species were collected at the center of the CCA ordination. According to weighted average regression, most algal species showed their unique ecological preferences for different environmental conditions.

Key Words: Algae; Biomarker; CCA; Limno-ecology; Optimum and Tolerance

ÖZET
KARKAMIŞ (GAZİANTEP) BÖLGESİ FİLAMENTLİ ALGLERİN
EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE BİYOMARKIR POTANSİYELLERİ

ARSLANARGUN, Hamdullah
Doktora Tezi, Biyoloji Bölümü
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Temmuz 2017

129 sayfa

Bu çalışmada, Gaziantep ilinin Güneydoğu bölümündeki farklı sucul ekosistemlerde Kasım 2012-Aralık 2014 tarihleri arasında alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler, ekolojik istekleri ve filamentli alglerin biyomarkır potansiyeleri çok yönlü istatistiksel teknikler kullanılarak araştırılmıştır. Filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ile ekolojik değişkenler arasındaki ilişki belirlenmiştir. Çalışma alanında *Cladophora*, *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Oedogonium* ve *Zygnema* cinslerine ait filamentli alg türleri kaydedilmiştir. Sonuç olarak her alg türünün kendine özgü bir biyokimyasal içeriği olup değişen çevre koşullarına farklı biyokimyasal cevap verdiği görülmüştür. Filamentli alg yapısındaki önemli derecedeki MDA, H₂O₂, tiyol grubu, toplam fenolik bileşikler ve prolin artışı ile birlikte kloroz fenomeni gibi önemli stratejik biyokimyasal olaylar çevresel faktörlerin sebep olduğu oksidatif stresin etkilerinin azaltılmasında önemli biyomarkırları işaret ettiği görülmüştür. Farklı çevresel koşullar ve değişimler filamentli alg türlerinin FTIR bantlarında değişimlere neden olmuştur. Çalışma bölgesinden 241 alg taksonu tanımlanmıştır. Örneklem istasyonlarında Bacillariophyceae sınıfına ait türler baskın gruba oluşturmuştur. Çevresel değişkenler alg türlerinin dağılışı ve tür kompozisyonunda önemli rol oynamıştır. Kanonik Uyum Analizi (CCA)'nde çevresel faktörler ile türler arasında yüksek ilişki görülmüştür. Yüksek toleranslı türler CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmıştır. Ağırlıklı ortalama regresyonuna göre çoğu alg türü farklı çevresel koşullar için kendine özgün ekolojik tercihler göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Alg; Biyomarkır, CCA; Limnoekoloji; Optimum ve Tolerans



Canım Aileme...

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve tüm tez çalışmalarımda ister teorik ister pratik uygulamaların hepsinde her türlü desteğini bana sunan ve tezimde büyük emekleri olan Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümü Genel Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı, danışman hocam Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ'ye,

Tüm çalışma süresinde desteklerinden ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Canan CAN, Prof. Dr. Hüseyin BOZKURT, Doç. Dr. Çiğdem SOYSAL ve Doç. Dr. Muhittin DOĞAN'a,

Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Laboratuvarları çalışanlarına ve şube müdürü Kimyager Belgin PAMUKÇU'ya,

Bu tez çalışması “Gaziantep İli Filamentli Alglerin Ekolojik Özellikleri ve Biyomarkır Potansiyellerinin Araştırılması” başlıklı 112Y054 nolu proje kapsamında TÜBİTAK-ÇAYDAG tarafından desteklenmiştir. Projenin gerçekleşmesini sağlayan TÜBİTAK-ÇAYDAG Yürütme Komitesi'ne,

Gaziantep Üniversitesi Rektörlüğü, Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı, Biyoloji Bölüm Başkanlığına, Biyoloji Bölümü idari personeline, Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi ve çalışanlarına,

Proje kapsamında birlikte çalıştığım, Uzman Biyolog arkadaşlarım Mehmet KAPI, Emine KAPI, Baki ÖZTÜRK ve Ali TOPYÜREK'e

Proje kapsamında arazi çalışmalarında bizimle çalışan Orman Su İşleri Müdürlüğünde görevli Rahmetli Şoför Mehmet abiye,

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT.....	vi
ÖZET	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	9
KAYNAK ÖZETLERİ	9
2.1. Fitolanktonik, epilitik, epifitik alg türleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar	9
2.2. Filamentli alg türleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar	15
BÖLÜM 3	20
MATERYAL VE METOTLAR	20
3.1. Çalışma alanı.....	20
3.2. Alg ve su örneklerinin toplanması	25
3.3. Metod	26
3.3.1. Suyun anlık fizikokimyasal değerlerinin ölçülmesi	26
3.3.2. Suyun kimyasal özelliklerinin belirlenmesi	26
3.3.3. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ5)	28
3.3.4. Alg türlerinin teşhisi ve biyohacimlerinin belirlenmesi	28
3.3.5. Alg türlerinin FTIR analizleri ile yüzey yapılarının tespit edilmesi	30
3.3.6. Alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi	30
3.3.7. Filamentli alg örneklerinin biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi	30
3.3.8. İstatistiksel analizler	36

BÖLÜM 4	37
BULGULAR.....	37
4.1. Çalışma bölgesine ait istasyonların fizikokimyasal yapısı.....	37
4.2. Filamentli algler	43
4.2.1. Filamentli alg tür kompozisyonu	43
4.2.3. Filamentli alg türlerinin biyokimyasal cevabı	54
4.2.4. Filamentli alg türlerine ait FTIR-ATR analiz sonuçları.....	69
4.3. Alg tür kompozisyonu.....	72
4.3.2. Alg türleri-çevre ilişkisi	87
BÖLÜM 5	98
TARTIŞMA VE SONUÇLAR	98
ÖNERİLER.....	110
KAYNAKLAR	111

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Örnekleme istasyonlarına ait GPS koordinatları ve rakım.....	21
Tablo 4.1. Örnekleme istasyonlarına ait ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ortalama± SS)	39
Tablo 4.2. Örnekleme istasyonlarına ait fizikokimyasal verilerinin korelasyon tablosu Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. (* p<0,05 ve ** p<0,001)	41
Tablo 4.3. Filamentli alg türlerinin istasyonlara dağılımları	46
Tablo 4.4. Filamentli alglerin alındığı sucul ekosistemlerin ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ortalama±SS).....	48
Tablo 4.5. <i>C. crispata</i> ve <i>C. glomerata</i> türlerinin alındığı istasyonların ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ortalama±SS).....	50
Tablo 4.6. <i>Spirogyra</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Ulothrix</i> ve <i>Zygnema</i> ait örneklerin alındığı istasyonların ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ort±SS)	51
Tablo 4.7. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre filamentli alg türlerinin çevresel değişkenler arasındaki ilişkisi	53
Tablo 4.8. <i>Cladophora</i> cinsine ait filamentli alglerin ortalama biyokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ort±SS). İstasyon kodları Tablo 3.1’de verilmiştir.	56
Tablo 4.9. <i>Spirogyra</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Ulothrix</i> ve <i>Zygnema</i> cinslerine ait türlerin ortalama biyokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ort±SS)	58
Tablo 4.10. <i>Cladophora</i> cinsine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki. Spearman korelasyon testi uygulanmıştır (* p<0,05 ve ** p<0,001).	59

Tablo 4.11. <i>Spirogyra</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Ulothrix</i> ve <i>Zygnema</i> cinslerine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki. Spearman korelasyon testi uygulanmıştır (* $p<0,05$ ve ** $p<0,001$).....	60
Tablo 4.12. Monte Carlo permütasyon testi sonuçlarına göre <i>Cladophora</i> cinsi filamentli alg türlerinin biyokimyasal değişkenlerinin sonuçları.....	65
Tablo 4.13. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre <i>Spirogyra</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Ulothrix</i> ve <i>Zygnema</i> cinslerine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal değişkenlerinin sonuçları.	66
Tablo 4.14. Filamentli alg türlerine ait biyokimyasal değişkenlerin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri	68
Tablo 4.15. Alg türlerinin sistematik dağılımı, sayısı ve yüzdelik oranları.	72
Tablo 4.16. İstasyonlara ait tür listesi (F: Epifitik; L: Epilitik; P: Plankton)	72
Tablo 4.17. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre fitoplankton türlerin çevresel değişkenler arasındaki ilişkisi	88
Tablo 4.18. Çevresel faktörlerin fitoplanktonik alglerin dağılımı üzerinde etkileri.....	89
Tablo 4.19. Fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri	89
Tablo 4.20. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre epilitik alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki	91
Tablo 4.21. Çevresel faktörlerin epilitik alglerin dağılımı üzerinde etkileri.....	92
Tablo 4.22. Epilitik alg türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri.....	93
Tablo 4.23. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre epifitik alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki	95
Tablo 4.24. Çevresel faktörlerin epifitik alglerin dağılımı üzerinde etkileri.....	96
Tablo 4.25. Epifitik alg türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Alglerin su kalitesi gibi çevresel koşulların değişimine hiyerarşik olarak verdikleri cevaplar (Bellinger ve Sigee, 2010).....	6
Şekil 3.1. Çalışma bölgesi örnekleme istasyonları	20
Şekil 3.2. Örnekleme istasyonları A) Katu Deresi 1, B) Katu Deresi 2, C) Katu Deresi 3; D)Bahra Deresi, E-F) Kayacık Baraj Göleti 1,2	23
Şekil 3.3. Örnekleme istasyonları G, H) Kayacık Baraj 3,4, İ) Sacır Deresi, J) Karkamış Barajı, K) Fırat Nehri 1, L) Sulama Kanalı, M) Fırat Nehri 2, N) Hancağz Barajı	24
Şekil 3.4. Fitoplankton kepçesi ve kullanım yöntemi.....	25
Şekil 3.5. Epifitik ve epilitik alg örneklerinin alınma yöntemi.....	26
Şekil 4.1. Örnekleme istasyonlarına ait sıcaklık ve çözünmüş oksijen miktarları arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem, 3D: 3. Dönem, 3Da: 3. Dönem 1. Örnekleme, 3Db: 3. Dönem 2. Örnekleme: 4D: 4. Dönem).....	42
Şekil 4.2. Örnekleme istasyonlarına ait elektiksel iletkenliğin TÇK ve tuzluluk arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem, 3D: 3. Dönem, 3Da: 3. Dönem 1. Örnekleme, 3Db: 3. Dönem 2. Örnekleme: 4D: 4. Dönem).....	42
Şekil 4.3. a) <i>Cladophora crispata</i> ve <i>Spirogyra longata</i> , b) <i>Oedogonium capilliforme</i> , c) <i>Cladophora glomerata</i> , d) <i>Spirogyra porticalis</i> , e) <i>Spirogyra reflexa</i> , f) <i>Zygnema stellinum</i> (skala: a-f: 20 µm)	44
Şekil 4.4. a) <i>Spirogyra dubia</i> , b) <i>Cladophora crispata</i> , c) <i>Spirogyra longata</i> , d) <i>Spirogyra lutetiana</i> , e) <i>Spirogyra pellucida</i> , f) <i>Spirogyra reticulata</i> (skala: a-f: 20µm)	45
Şekil 4.5. Örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal özelliklerinin filamentli alg türlerinin dağılımındaki etkisinin CCA sonucu.....	52

Şekil 4.6. NO_3^- ve PO_4^{3-} klorofil-a ile ilişkisi (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem 3D: 3.Dönem, 4D: 4 Dönem) Prolin miktarının H_2O_2 ile ($r=0,739$ $p<0,01$) önemli derecede doğru orantılı olduğu saptanmıştır. MDA ve H_2O_2 ile ağır metaller arasında önemli derece pozitif ilişki görülmüştür (Şekil 4.7).....	61
Şekil 4.7. MDA H_2O_2 ve ağır metaller arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem 3D: 3.Dönem, 4D: 4 Dönem)	62
Şekil 4.8. Ca^{+2} ve Mg^{+2} filamentli alg bünyesinde klorofil-a,b arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem 3D: 3.Dönem, 4D: 4 Dönem)	63
Şekil 4.9. <i>Cladophora</i> türlerinin biyokimyasal içerikleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki	64
Şekil 4.10. <i>Spirogyra</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Ulothrix</i> ve <i>Zygnema</i> alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki	66
Şekil 4.11. <i>Cladophora glomerata</i> filamentli alg türüne ait FTIR-ATR sonucu a) Karkamış Barajı, b) Fırat Nehri-2, c) Bahra Deresi	70
Şekil 4.12. <i>Cladophora crispata</i> filamentli alg türüne ait FTIR-ATR sonucu a) Bahra Deresi, b) Sacır Deresi c) Kayacık Barajı	71
Şekil 4.13. <i>Spirogyra</i> türlerine ait FTIR–ATR sonuçları a) Fırat Nehri-1 (<i>S. ternata</i>), b) Fırat Nehri-2 (<i>S. setiformis</i>).....	71
Şekil 4.14. a) <i>Closterium moniliferum</i> , b) <i>Pediastrum boryanum</i> , c) <i>Scenedesmus communis</i> , d) <i>Cosmarium biretum</i> , e) <i>Pediastrum duplex</i> , f) <i>Euglena oxyuris</i> (skala: a,c,e,f: 20 μm , b,d:10 μm).....	85
Şekil 4.15. a) <i>Caloneis schumanniana</i> , b) <i>Cymbella aspera</i> , c) <i>Epithemia goeppertiana</i> , d) <i>Gomphonema parvulum</i> , e) <i>Aulocoseria lineata</i> , f) <i>Pinnularia microstauron</i> (skala: a,c-f: 5, b: 10).....	86
Şekil 4.16. Fitoplankton türlerin biyohacim düzeyleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki	88
Şekil 4.17. Epilitik alg türleri ile istasyonların fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki.....	91
Şekil 4.18. Epifitik algler türleri ile istasyonların fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki.....	95

SİMGE VE KISALTMALAR

Al^{+3}	: Alüminyum
As	: Arsenik
Bul	: Bulanıklık
<i>Ca</i>	: Klorofil a
Ca^{+2}	: Kalsiyum
<i>Cb</i>	: Klorofil b
CCA	: Canonical Correlation Analysis
Cd^{+2}	: Kadmiyum
Cdf	: Filamentli Bünyesindeki Kadmiyum Miktarı
Cl	: Klor
Co^{+2}	: Kobalt
Cr^{+2}	: Krom
Crf	: Filamentli Bünyesindeki Krom Miktarı
Cu^{+2}	: Bakır
Cuf	: Filamentli Bünyesindeki Bakır Miktarı
ÇO	: Çözülmüş Oksijen Miktarı
Fe	: Demir
FTIR	: Frouier Transform Infrared Spectrum
g	: Gram
H_2O_2	: Hidrojen Peroksit
HCL	: Hidroklorik Asit
Hg	: Civa
I	: İyot
İlet	: İletkenlik
K^{+}	: Potasyum
Klo-a	: Klorofil a
Klo-b	: Klorofil b
$KMnO_4$	: Potasyum Permanganat

L	: Litre
M	: Molar
MDA	: Malondialdehit
Mg ⁺²	: Magnezyum
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
Mn	: Mangan
Na ⁺	: Sodyum
NH ₄ ⁺	: Amonyum
Ni ⁺²	: Nikel
Nif	: Filamentli Bünyesindeki Nikel Miktarı
NO ₂	: Nitrit
NO ₃ ⁻	: Nitrat
ORP	: Oxidation Reduction Potential
Ort.	: Ortalama
Pb ⁺²	: Kurşun
Pbf	: Filamentli bünyesindeki Kurşun Miktarı
PO ₄ ⁻³	: Fosfat
ppt	: Parts Per Trillion
ROT	: Reaktif Oksijen Türleri
Se	: Selenyum
Sert	: Sertlik
-SH	: Tiyol Grupları
Sıc	: Sıcaklık
SO ₄ ⁻²	: Sülfat
SOD	: Süperoksit Dismutaz
T.Kar	: Toplam Karoten Miktarı
T.Karb	: Toplam Karbonhidrat Miktarı
TÇK	: Toplam Çözülmüş Katı Madde Miktarı
Zn ⁺²	: Çinko
µg	: Mikrogram
°C	: Santigrat Derece

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya yüzeyinin %70'i su ile kaplıdır. Yeryüzündeki su; alan, hacim ve kütlesinin fazla olmasına rağmen kullanabilen tatlı su miktarı oldukça azdır. Gezegenimizdeki su kaynaklarının % 97,39'unu denizlerin ve okyanusların tuzlu suyu oluştururken geriye kalan kısmın % 2,01'i buzullar, % 0,60'ı yeraltı suları ile yüzey suları olan göl ve akarsu gibi tatlı su kaynakları oluşturmaktadır (Postel, 1997; Pouloupoulos ve Inglezakıs, 2006). Gezegenimizde hayat suda başlamış olup sucul ekosistem canlılık için çok büyük bir öneme sahiptir. Son yüzyılda Dünya nüfusu hızla artış göstererek bugün 7,4 milyarı geçmiş bulunmaktadır. Bileşmiş Milletlerin tahminlerine göre 2050 yılında Dünya nüfusunun 9 milyarı bulması beklenmektedir (Clay, 2011). Su kaynaklarının kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Kullanılabilir tatlı su kaynaklarına ulaşmada Dünyanın birçok yerinde sıkıntılar yaşanmaktadır. Yeraltı ve yüzey suları kendilerini yağışlar yoluyla yenilemelerine rağmen hızla artan nüfus, sanayi ve tarımsal faaliyetlerden dolayı aynı hızla kirletilmektedir. Dünya çapında küresel iklim değişimi yağış rejiminin değişmesine neden olmuştur. Yağış rejimindeki bu düzensizlik su kaynaklarını ve ekolojik dengeyi çok olumsuz etkilemektedir. İklim değişimi ve yağış miktarlarının geleceğine yönelik yapılan modellemelerde Avrupa ülkeleri ve Türkiye'de nehirlerdeki akarsu miktarının azalacağı tahmin edilmektedir. Yapılan tahminlere göre 2030 yılında ülkemizin genelinde su sıkıntısı yaşanabileceği ifade edilmiştir (Lehner vd., 2001).

Bunun yanı sıra varolan su kaynakları da özellikle antropojenik etkiler sebebiyle hızla kirletilmektedir. Su kirliliğine birçok farklı kirleticiler neden olabilmektedir. Su kirliliğinde suyun bulunduğu litolojik yapıdan dolayı bazı elementler (Ca^{+2} , Na^{+} , Fe, Mn, Cr^{-} vb.) fazla bulunabilir. Bu elementlerin fazlalığında suyun kullanılabilir durumunu etkilediği için kirlilik nedenlerindendir. Su kirliliğine en çok neden olan faktörler sanayi, maden, tekstil, boya, pil, ağır metal, tarımsal ilaçlar, pestisitler ve evsel atıklar gibi beşeri faktörlerdir.

Beşeri faaliyetler sonucu oluşan atık sular ya yeraltı sularına sızabilmekte ya da maalesef çoğu zaman gelişi güzel su ekosistemlerine bırakılmaktadır. Doğaya bırakılan atık sular doğal su ekosistemlerine büyük zararlar vermektedir. Su ekosistemlerinin kirlenmesi bu sistemlerde yaşayan bütün canlıları olumsuz şekilde etkilenmektedirler. Sucul ekosistemler çok farklı yaşam formlarına ev sahipliği yapmaktadır. Yeryüzündeki canlılar Dünyadaki madde döngüsünde çok önemli bir yer tutarlar. Ekosistemlerin zararlı maddelerce kirlenmesi sonucu bu sistemlerde toksin maddeler birikmektedir. Toksin maddeler besin piramidinin ilk basamağında yer alan üreticilerden üst basamaklarda yer alan tüketicilere doğru katlanarak birikir. Bunun sonucunda besin piramidinin en üst basamağında yer alan insan bu olumsuzluktan en çok etkilenendir. Su ekosistemlerinde üreticilerden tüketicilere doğru birikerek yayılan tehlikeli maddeler denince ilk sırada ağır metal, pestisidler, radyoaktif maddeler, deterjanlar, poliklorlu bifeniller ve biyotoksinler akla gelmektedir (Seçer ve Bozkurt, 2001; Coppock ve Nation, 2007).

Suyun birleşiminde bulunan oksijen Dünya atmosferindeki gazlar içerisinde en önemli gazlardan biridir. Oksijenin Dünya atmosferindeki döngüsü fotosentetik canlılar tarafından sağlanmaktadır. Bu fotosentetik canlılardan oksijen döngüsüne katkısı bulunan en önemli canlı grubu alglerden oluşmaktadır. Alglar Dünyadaki su ekosistemlerinin en yaygın görülen canlı grubudur. Sahip oldukları fotosentez yeteneğinden dolayı oksijen döngüsünde önemli bir yere sahiptirler. Atmosferdeki oksijen döngüsünün büyük bir kısmı algler tarafından, geri kalanı ise kara bitkileri tarafından sağlanmaktadır (Field vd., 1998). Alg grupları büyük çeşitlilik gösteren organizmalardır (Whitton vd., 2002; Wehr ve Sheath, 2003; Bellinger ve Sigeo, 2010). Alglar çevre kirliliği çalışmalarında önemli bir yere sahiptir (Torres vd., 2008; Bellinger ve Sigeo, 2010; Maharana vd, 2010). Çevre kirliliği çalışmalarında düzenli ve uzun süreli dönemsel kirlilik kontrolünün yapılması (biyo-monitoring) gerekmektedir. Ekolojik sistemlerin doğallığını koruyabilmek veya mevcut durumunu iyileştirmek için sisteme ait tüm parametrelerin belirlenmesi gereklidir. Sucul ekosistemleri etkileyen fiziksel kimyasal ve biyolojik faktörlerin izlenmesi gereklidir (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Reynolds, 2006).

Alglar mevsimsel dağılım gösteren canlılardır (Reynolds, 2006). Alglar genellikle kuzey yarım kürede ılıman kuşakta ilkbaharda en yüksek yoğunluğa ulaşırken, yazın

sıcaklığın artışı ile yoğunlukta azalma görülür. Sonbahar mevsiminde tekrardan bir artış gösterir. Kış aylarında ise en düşük yoğunluktadır (Sommer, 1986; El-Hady 2014).

Fitoplankton hücresel yoğunluk ve çeşitliliğinin mevsimsel olarak değişim göstermesi sucul ekosistemlerin fiziksel ve kimyasal değişkenleriyle ilişkilidir (Hutchinson, 1967; Dokulil ve Teubner, 2003; Reynolds, 2006; Honti vd., 2007). Alglerin mevsimsel yoğunluğu ve biyokütlelerinin saptanması sucul ekosistemlerin kalitesinin değerlendirmesinde önemlidir (Rakocevic-Nedovic ve Hollert 2005; Abranthes vd., 2006; Reynolds, 2006). Mevsimsel değişimler ortamın fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesinde rol oynar. Bu değişim özellikle duyarlı alg türlerinin varlığını etkiler. Bundan dolayı sucul ekosistem üzerinde dönemsel olarak yapılacak analizler sonucu önemli ekolojik rollere sahip olan alg türlerinin tanımlanması, biyohacimlerinin belirlenmesi ile çevresel faktörlere karşı optimum ve tolerans seviyelerinin belirlenmesi önemlidir (Rott, 1981; Pipp ve Rott, 1995; Kruk vd., 2002; Chen vd., 2003; Çelekli vd., 2007; Çelekli ve Öztürk, 2014).

Benzer ekolojik niteliğe sahip sucul ekosistemlerde benzer optimum ve tolerans gösteren alg grupları fonksiyonel gruplar olarak nitelendirilir (Reynolds vd., 2002; Kruk vd., 2002; Reynolds, 2006). Bu fonksiyonel grupların belirlenmesi dönemsel çalışmalarda biyomonitöring olayında çok önemli bir katkı sağlamaktadır (Tolotti vd., 2003; Padisak vd., 2005; Çelekli ve Öztürk, 2014). Uzun bir zamana yayılan bir çalışmada karmaşık çevresel faktörlerin canlılar üzerindeki etkilerini belirlemede çok yönlü biyoistatistik uygulamaların kullanılması canlı ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi daha rahat açıklamaya yardımcı olmaktadır (Kruk vd., 2002; Abranthes vd., 2006; Çelekli ve Külköylüoğlu, 2006). Biyoistatistik analizler sayesinde istasyonların fizikokimyasal değişimi ile alg türlerinin çeşitliliği ve sayısı ve biyohacimleri hakkında ayrıntılı bilgi ortaya koymaktadır (Forsstrom vd., 2005; Abranthes vd., 2006; Salmaso ve Padisak, 2007; Çelekli, 2006). Analizler sonucu fonksiyonel grupların hangi nitelikteki ekolojik ortamları tercih ettikleri ve o ortamdaki flora hakkında bilgi verir (Kruk vd., 2002; Reynolds, 2006; Padisak vd., 2009; Babanazorova ve Lyashenko, 2007). Reynolds vd. (2002), sucul ekosistemlerdeki alg florasının fonksiyonel gruplarının genellikle hangi çevresel niteliğe sahip ortamlarda bulunduklarını gösteren bir gruplandırma tablosu

geliştirmiştir. Reynolds vd. (2002) bu tablo oluşturulurken aynı grupta yer alan türlerin bir birleri ile filogenetik yakınlıklarından ziyade ortak adaptasyonlar göstermeleri temel alınmıştır.

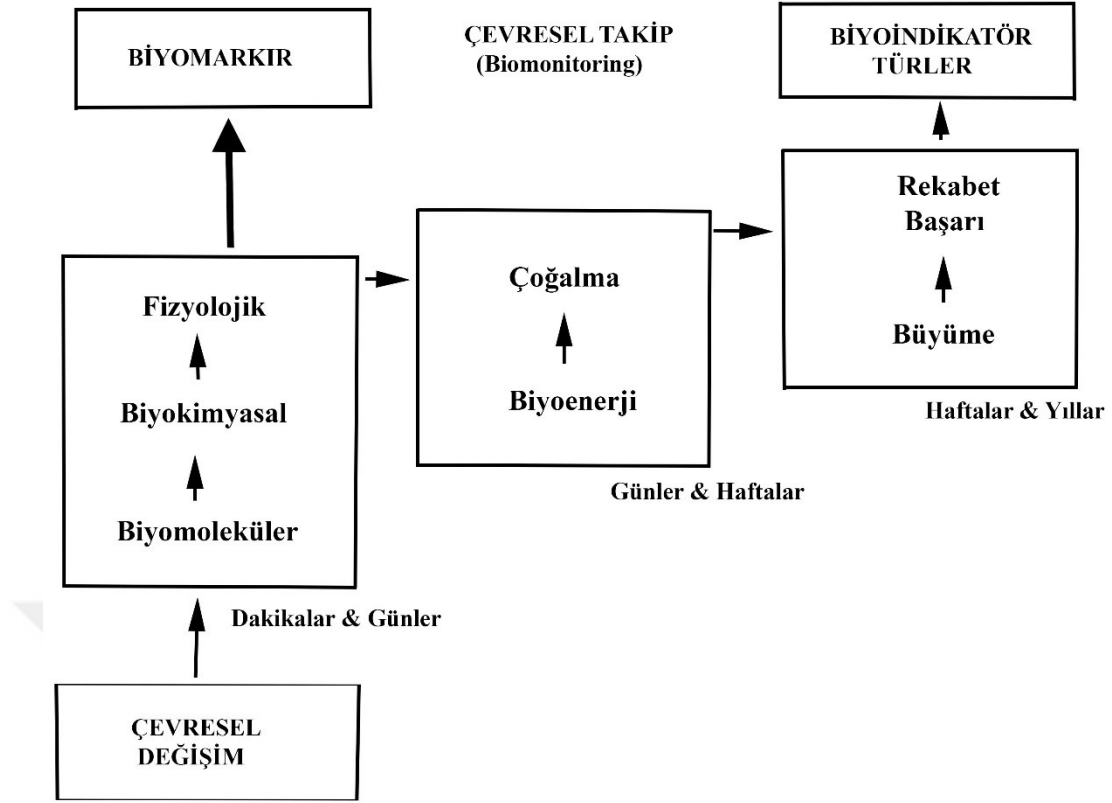
Alg tür kompozisyonları belirlenirken hangi türün baskın olduğu ve flora içerisindeki biyohacimlerinin oranları ekosistemleri sınıflamada önem teşkil etmektedir (Rott, 1984). Alg türlerine ait yıllık ortalama biyohacimlerinin dönemsel değişimler sonucu en yüksek yoğunlukta olduğu dönem ile yaz dönemi arasındaki ilişkiye göre ekosistemin trofik yapısı belirlenmektedir (Brettum, 1989; Heinonen, 1980). Biyohacimle birlikte, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5), toplam nitrat (NO_3^-), NH_4^+ ve PO_4^{-3} miktarları da su kalitesi hakkında önemli bilgiler verir (EC, 2009). Algler yeryüzündeki biyokütle üreticileri içerisinde en büyük paya sahip canlılardır.

Ekolojik çalışmalarda biyoindikatör türlerin kullanılması hem kolay ve ucuz olduğu gibi hem de kısa sürede ekolojik sistem hakkında ayrıntılı bilgi vermektedir. Biyoindikatör türler içinde bulundukları ekosistemin fizikokimyasal yapısı hakkında bilgi veren canlı popülasyonlardır. Alglerin hem ekolojik özellikleri hem de fonksiyonel durumları (biyohacim ve yapısal özellik) onları biyoindikatör türler olarak kullanılmasını sağlar (Dolédéc and Statzner, 2010). Algler kısa yaşam döngüsüne sahip ve tespitleri kolaydır. Bu özelliklerinden dolayı çevresel kirliliğe karşı çok hızlı bir şekilde cevap verirler. Çevresel değişimlere karşı hızlı yanıt vermeleri onları etkin biyoindikatör olduklarını göstermektedir (Plafkin vd., 1989; Kowalewska 1999; McCormick and Stevenson, 1998; Okay vd., 2000). Bu özelliklerinden dolayı önemli ve büyük çaplı çevresel değerlendirme programlarında alglerin biyokimyasal analizlerde kullanımı önem teşkil etmektedir (Bellinger ve Sigeo, 2010). Ağır metaller, tarımsal ilaçlamalar ve diğer kirleticilere maruz kalan su ekosistemlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmesi sucul canlılarda strese neden olmaktadır (Iwama vd., 1999). Ağır metal gibi ksenobiyotikler canlılarda metabolik olarak reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşmasına neden olmaktadır (Collén vd., 1994; Küpper vd.,1996). Canlılar yapılarında oluşan serbest radikallere karşı bir savunma sistemi olarak antioksidan maddeler üretmektedirler (Halliwell ve Gutteridge, 2007). Antioksidan moleküller, prolin, hidrojen peroksit (H_2O_2), askorbik asit, fenolik bileşikler ve lipid peroksidasyonu sonucu oluşan MDA çevre kirliliğinin organizmalar üzerindeki etkisini belirlemek için biyomarkır olarak önerilmiştir.

(Geret vd.,; 2003; Valavanidis vd., 2006; Maharana vd., 2010; Munir vd., 2013; Çelekli vd., 2016a,b; Çelekli vd., 2017).

Canlıların içinde bulunduğu çevresel koşulların oluşturduğu stresten dolayı biyokimyasal olarak verdikleri metabolik yanıt biyomarkır olarak ifade edilir. (WHO, 1993; Peakall ve Walker, 1994). Algler, kirlilik kaynaklı strese maruz kaldıklarında farklı reaktif oksijen türlerini üretirler (Halliwell ve Gutteridge, 2007). Süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon S-transferaz gibi enzimatik olanlar ile glutatyon ve askorbik asit, prolin, H₂O₂, MDA enzimatik olmayan biyomoleküller içeren antioksidan savunma sistemleri geliştirerek, ROT'lara karşı koruma oluştururlar (Halliwell ve Gutteridge, 2007).

Su kirliliğinin belirlenmesinde fizikokimyasal parametrelere ek olarak en çok kullanılan biyoindikatörler alglerdir. (Rey vd., 2004; Padisák vd., 2006; Moe vd., 2008; Bellinger ve Sigee, 2010). Çevresel değişimin alglere etkisini periyodik olarak yapılan biyomonitoring sonucu biyoindikatör türlerin tespiti ve bu türlerin biyomarkır potansiyellerinin nasıl meydana geldiği Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Bellinger ve Sigee, 2010).



Şekil 1.1. Alglerin su kalitesi gibi çevresel koşulların değişimine hiyerarşik olarak verdikleri cevaplar (Bellinger ve Sige, 2010)

Önemli ekolojik rollere sahip olan alglerin belirlenmesi, tanımlanması ve çevresel faktörlere karşı toleranslarının belirlenmesi konusundaki çalışmaların önemi büyüktür (Chen vd., 2003; Reynolds, 2006).

Farklı bölgelerdeki sucul ekosistemler kendilerine özgü fizikokimyasal içerikleri vardır. Bundan dolayı alg kompozisyonları çeşitli habitatlarda farklı biyokimyasal içeriklere sahiptir. Gelişmiş ülkelerde ve özellikle Avrupa ülkelerinde tatlı su kaynaklarına son derece önem gösterilmektedir. Son döneme ait limnolojik çalışmalar sayesinde elde edilecek veriler büyük önem arz etmektedir.

Avrupa Su Çerçeve Ddirektifi kapsamında sucul ekosistemlerin birçok amaca yönelik olarak değerlendirmelerinde fitoplakton ve fitobentoz kullanımına büyük önem verilmektedir. Bu kapsamında Avrupa Birliği üyesi ülkelerde önemli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir (Moe vd., 2008; Solheim ve Gulati, 2008). Bu kapsamda Avrupa Birliği bünyesinde 20 ülkenin katılımı ile yürütülen REBECA (Relationships Between Ecological and Chemical Status of Surface Waters; Yüzey Sularının Ekolojik ve Kimyasal Yapıları Arasındaki İlişkiler)

projesi bu çalışmaların en önemlilerinden birisidir. Bu çalışma ile yüzey sularının biyolojik nitelikleri ile fizikokimyasal parametreler arasındaki istatistiksel analizler sonucu elde edilen ilişki belirlenerek ekosistemlerin durumları değerlendirilmiştir (Çelekli, 2006; Moe vd., 2008; Rolland vd., 2009).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de alglerle ilgili önemli taksonomik ve limnolojik çalışmalar mevcuttur (Çetin ve Şen, 1998; Gönüloğlu ve Obalı, 1998; Akbay vd., 1999; Kılınç ve Sıvacı, 2001; Aysel vd., 2002; Dere vd., 2002; Obalı vd., 2002; Akbulut, 2003; Albay ve Akçaalan, 2003; Kılınç, 2003; Maraşlıoğlu vd., 2005; Çelekli ve Külköylüoğlu, 2006). Dünyada tatlı su filamentli alglerin biyomarkır potansiyelleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmaması sebebiyle bu çalışma sayesinde sucul ekosistemlerin hem biyolojik çeşitliliğini göstermesi hem de ekosistemlerin niteliklerini belirlemede büyük önem arz etmektedir.

Çalışma Gaziantep ili Karkamış ve Nizip ilçelerinin yer aldığı Gaziantep'in güney ve güneydoğu bölgelerini kapsayan tatlı su ekosistemlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu bölgede Ortadoğu ve Türkiye için büyük bir önemi olan Fırat Nehri ve diğer irili ufaklı akarsular ile barajlar bulunmaktadır. Çalışma alanında doğal göl ve göletler bulunmamaktadır. Çalışma bölgesi Gaziantep il sınırları içinde yağışın en az ve kuraklığın en şiddetli görüldüğü bölge olma özelliğindedir. Bölgede bulunan tatlı su kaynakları; tarım, sulama, balıkçılık ve bazı sanayi kuruluşlarının ihtiyacı için kullanılmaktadırlar.

Gaziantep ili Türkiye'de gelişmiş ve gelişmeye devam eden büyükşehirlerden biridir. Hızla artan nüfusa ve hızla büyüyen sanayiye sahiptir. Sanayi işletmelerine ait tarımsal kimyasallar, ağır metaller, tekstil boyaları ve zehirli gazlar gibi atıklar ekosistemleri tehdit etmektedir. Akarsuların büyük bir çoğunluğunun geçtiği noktaların çevresinde yoğun yerleşim ve sanayi tesisleri bulunur. Sanayinin ve kent nüfusunun yoğun olduğu bölgelerden geçen akarsular baraj göletlerine gelmektedir.

Nehirlerin bu büyük şehrin içindeki yolculuğu sırasında maalesef beşeri kaynaklı (sanayi, tarım, evsel ve hayvansal) kirleticilere yoğun olarak maruz kalmaktadır. Gaziantep ili, farklı bölgeleri içeren kendine özgü değişik sucul ekosistemler mevcuttur. Yapılan araştırmalar sonucunda Gaziantep ili filamentli algler ile ilgili herhangi bir limnolojik çalışmaya ait literatüre rastlanılmamıştır. Bu nedenle, gerek

bölgeye ait sucul ekosistemlerde bulunan alg türlerinin ortaya çıkarılması gerekse sucul sistemlerin durumlarının belirlenmesi önemlidir. Bu çalışma hem ülkemiz hem de bilim dünyası için önemli katkılarda bulunacaktır. Farklı ekosistemlere ait alglerin; tür çeşitliliği, ekolojik istekleri, biyokimyasal yapıları, biyoindikatör türleri ve biyomarkır potansiyellerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Bu araştırmada çalışma bölgesinde bulunan sucul ekosistemlerde aşağıdaki çalışmaların yapılması hedeflenmiştir.

- ❖ Bölgeye ait sucul ekosistemlerdeki alg türlerinin,
- ❖ Alg türlerinin biyohacimsel düzeylerinin,
- ❖ Sucul ekosistemlerdeki suyun fiziksel (sıcaklık, vb.), kimyasal (ör. pH, PO_4^{-3} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , Ca, tuzluluk, metal vb), coğrafik (yükseklik, lokasyon) değerlerinin,
- ❖ Farklı ekosistemlerden alınan alg türlerinin prolin, MDA, protein olmayan tiyol grupları, toplam fenolik bileşikler, hidrojen peroksit, toplam karbohidrat, toplam protein, pigment ve metal birikim miktarlarının,
- ❖ Alg türlerinin yüzeyinde bulunan fonksiyonel grupların,
- ❖ Farklı ekosistemlerde tespit edilen alg türleri ile çevresel (pH, sıcaklık, konduktivite, tuzluluk, çözülmüş oksijen, PO_4^{-3} , NO_3^- , metaller vb) faktörler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi ve
- ❖ Çalışmalar süresince tespit edilen alg türlerin çevresel değişkenlere karşı direnç seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmalar sayesinde bu alandaki bilgi eksikliği giderilmekle kalınmayıp aynı zamanda bu sistemlerin genel yapısı ortaya çıkarılmıştır. Böylece bu çalışmada algler kullanılarak sucul ekosistemlerin hem kirlilik durumları hem de bu su kaynaklarını kirleten atık suları arıtabilecek alg türlerinin tespiti ile çözüm yolları hakkında da bilgiler ortaya konulmaktadır.

BÖLÜM 2

KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Fitolanktonik, epilitik, epifitik alg türleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Pienitz vd. (1995) Kanada'nın Yukon ve Northwest bölgelerindeki tatlısu alglerinin biyoindikatör nitelikleri kullanılarak iklim değişikliğini belirlemeye yönelik çalışma yürüttüklerini rapor etmişlerdir. Çalışma 59 gölün bulunduğu limnolojik değişkenlik gösteren farklı istasyonlarda yürütülmüştür. Diyatomlar ile çevre arasındaki ilişki belirlemek amacı ile Kanonik Uyum Analizi (CCA) ve Monte Carlo permutasyon testi analizi kullanarak sucul ekosistemlerinin sıcaklık etkisiyle yüzey ve derin diplerdeki diyatom farklılığını ortaya çıkarmışlardır. Analizler sonucunda sodyum (Na^+) ve kalsiyum (Ca^{+2}) bu dağılımda belirleyici bir çevresel etki olduğunu ifade etmişlerdir.

Gönülol ve Obalı (1998), Temmuz 1992-Aralık 1993 tarihleri arasında Samsun ilinde bulunan Hasan Uğurlu Baraj Gölü'nde belirledikleri iki istasyondan aldıkları örneklerle yürüttükleri çalışmada, baraja ait fitoplankton topluluğunun mevsimsel değişimini kayıt ettiklerini bildirmişlerdir. Toplamda tayin edilen 57 taksonun tür yoğunluğunda ışık, sıcaklık ve besin tuzlarının mevsimsel değişimin canlıların yoğunluklarına etki ettiği ifade edilmiştir. Değişen ekolojik şartlara bağlı olarak bazı taksonların belirli aylarda aşırı çoğaldıkları ve bu yüzden barajın mezotrof karakter gösterdiği belirtilmiştir.

Ertan ve Morkoyunlu (1998), Eylül 1993-Agustos 1994 tarihleri arasında Aksu (Isparta) deresinde belirledikleri 4 farklı istasyonda yürüttükleri çalışmada alg florasını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda toplamda 73 takson belirlediklerini ve en yoğun grupların Bacillariophyta grubu olup *Navicula*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Amphora*, *Cymbella*, *Cocconeis*, *Fragilaria* ve *Lyngbye* cinslerinin baskın olduklarını rapor etmişlerdir.

Diyatomeler dışında Cyanophyta üyelerinden *Oscillatoria* ve *Merismopedia* cinslerinin çalışma boyunca devamlı ve bol gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Winter ve Duthie (2000) Kanada'nın Ontario eyaletinde bulunan 2 akarsuyun toplam fosfat (PO_4^{-3}) ve toplam azot (N) değerlerini belirlemede epilitik algler kullanılması yönünde bir çalışma yürütmüşlerdir. Çevresel değişkenlik olarak temel alınan toplam N ve toplam PO_4^{-3} 'ün diyatome türlerine etkileri sonucu diyatome dağılımını belirlediklerini ifade etmişlerdir. Çalışma süresince epilitik alg türlerinin toplam PO_4^{-3} ve toplam N miktarı değişkenliğine karşı direnç düzeyleri Ağırlıklı Ortalama (Weighted Averaging) regresyon ile belirlemişlerdir. Besin tuzlarının oranı ile epilitik alg dağılımı sonuçları doğrultusunda sucül ekosistemin ötrifikasyon değerlerini belirlediklerini ifade etmişlerdir.

Aysel vd. (2002), İzmir ilinde bulunan Barutçu Gölünün makro ve mikro alg tür çeşitliliğini ortaya koymuşlardır. Yürütülen çalışmada Bacillariophyta grubu 86 takson ile en kalabalık grub olurken Chlorophyta grubu 58 takson ile ikinci sırada yer almıştır. Türkiye tatlı su alg florası için 36 yeni kayıt ve toplamda 189 takson teşhis ettiklerini bildirmişlerdir.

Nilüfer Çayı Bursa ili sınırlarında doğar ve Marmara Denizine dökülür. Nilüfer Çayında Ağustos 1997-Haziran 1998 tarihleri arasında belirlenen 6 farklı istasyonda çalışma yürütülmüştür (Dere vd., 2002). Yürütülen çalışmada alınan su örneklerinin sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), pH, total çözünmüş madde (TDS), iletkenlik (EC), çözünmüş oksijen (DO) ve Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ_5) belirlemişlerdir. Ayrıca Nilüfer Çayına ait epifitik alg tür çeşitliliği ve yoğunluğu hakkında bilgi vermişlerdir. Araştırmacılar çalışma boyunca Bacillariophyta grubuna ait türlerinin baskın olduğunu söylemişlerdir. Diyatomeler dışında Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta, Cryptophyta ve Euglenophyta üyelerinin ise birkaç tür ile temsil edildiği ifade edilmiştir.

Çetin vd. (2002), Adıyaman ili Gölbaşı ilçesinde yer alan Gölbaşı Gölünde bir yıl süren çalışmada epipelik diyatomelerin mevsimsel değişim sonucu değişen fizikokimyasal parametrelerle ilişkisini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar gölette belirledikleri 5 farklı istasyondan aylık olarak örnekler almışlardır. Toplamda 70 diyatome türünü tespit ettiklerini ve bunlar içinde *Cyclotella comta*, *C.*

meneghiniana, *C. ocellata*, *Navicula cryptocephala* ve *N. reinhardii* türlerinin genellikle tüm istasyonlarda yoğun olduğuna değinmişlerdir. Bazı türlerin ise sadece belli istasyonlarda görüldüğü ifade edilmiştir. Sıcaklığın diyatomeelerin büyümesi ve yoğunluğu üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

Atıcı ve Obalı (2002) benzer özelliklere sahip olduğunu ifade ettikleri Yedigöller ve Abant Gölü fitoplankton alglerin mevsimsel değişimi ve klorofil-a değerlerini Ocak 1997-Kasım 1997 tarihleri arasında çalışmışlardır. Toplamda Yedigöllerde 62, Abant Gölünde 68 taksa teşhiş etmişlerdir. Her iki çalışma alınında baskın grup üyelerini Bacillariophyta üyeleri temsil etmiştir. Klorofil-a değerleri dönemsel benzerlik göstermiştir. Fitoplanktonların mevsimsel değişiminde değişen fizikokimyasalların etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Belore vd. (2002), Kanada'nın Ontario eyaletinin güney bölgesinde yer alan sulak alanların diyatome ve bazı omurgasız canlıların biyoindikatör potansiyellerini belirlemişlerdir. Örneklemelerin 2000 yılının yaz aylarında yapıldığı ve 35 farklı sucül ekosistemden örneklemeler ile yürütüldüğü ifade edilmiştir. Diyatome ve omurgasız canlıların dağılımı ve çevresel parametreler (toplam PO_4^{-3} , NO_3^{-} , iletkenlik ve alkali seviyesi) arasındaki ilişki tespit etmişlerdir. Su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan diyatomeelerin trofik indeksleri ve omurgasızların durumları kullanılarak benzer nitelik gösterdikleri ifade edilmiştir.

Ersanlı ve Gönüloğlu (2003), Haziran 2000-Mayıs 2001 tarihleri arasında Samsun ili Terme ilçesinde bulunan Simenit Gölünün mevsimsel fitoplankton değişimi üzerine bir araştırma yayınlamışlardır. Çalışma boyunca toplamda 175 takson tespit etmişlerdir. Göl suyunun hafif alkali ve sert ile çok sert göller arasında yer aldığını ifade etmişlerdir. Fitoplankton mevsimsel değişimine sıcaklık ve besin tuzlarının miktarı etkili olduğu belirtilmiştir. Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta ve Xanthophyta bölümlerine ait *Chaetoceros*, *Cyclotella*, *Cocconeis*, *Scenedesmus*, *Anabaena*, *Euglena* ve *Trachelomonas* cinslerinin yoğunlukta olduğunu ve hemen hemen her ay aşırı alg çoğalmasına neden olduğu rapor edilmiştir.

Lavoie vd. (2004), Kanada'nın Quebec eyaletinin güney bölümünde yer alan akarsularda bulunan bentik alglerin tarımsal faaliyetler sonucu kirlenen sucül

ekosistemlerinin kirlilik indikatörü olarak kullandıklarını ifade etmişlerdir. Çalışma Haziran ve Ağustos aylarında, biyokütlesel ve yapısal farklılık gösteren 29 örnekleme alanında yürütülmüştür. Biyokütle seviyeleri (klorofil a ve kuru kütle) ve çevresel parametreler arasındaki ilişki CCA ile belirlendiğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda suyun pH, iletkenlik, askıdaki toplam katı maddenin diyatome dağılımında önemli birer çevresel değişken olduğuna değinmişlerdir. Geleneksel yöntemlerle su kirliliği hakkında elde edilecek verilerin yetersiz olacağına ve biyolojik indikatör türlerle beraber fizikokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi gerektiğini rapor etmişlerdir.

Ulubat Gölüne ait fitoplanktonik alg florası Temmuz 1998 ve Haziran 1999 tarihleri arasında Karacaoğlu vd. (2004) tarafından tespit edilmiştir. Göl üzerinde belirlenen 5 farklı istasyondan alınan numunelerle yapılan çalışmada toplamda 331 takson tespit ettiklerini ifade etmişlerdir. Genellikle ötrofik suları tercih eden grupların olduğu belirtilmiştir. Bu gruplardan en yoğunu 152 takson ile Bacillariophyta grubu olup ikinci sırayı 89 takson ile Chlorophyta üyelerinin yer aldığı belirtilmiştir. Tespit edilen türlerin büyük çoğunluğunun kozmopolit türler olduğu ve bazı türlerin ise Türkiye için nadir görülen türler olduğuna değinmiştir.

Malatya il sınırlarında yer alan Orduzu Barajına ait mevsimsel değişim ve fitoplankton tür kompozisyonu belirleyen Çetin ve Şen (2004) toplamda 117 fitoplankton türü teşhis ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırma süresinde diyatome türlerinin baskın olduğu söylenmiştir. Fitoplankton yoğunluğunun ilkbahar ve yaz aylarında yüksek olduğunu özellikle Ağustos ayında maksimum yoğunluğa ulaştığını ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda fitoplankton yoğunluğunun sıcaklık ile pozitif korelasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Kalyoncu vd. (2004), Nisan 1995-Mart 1996 tarihleri arasında Göller yöresinde yer alan Ağlasun Deresinde çalışma yürütmüştür. Dere üzerinde belirlediği 3 farklı istasyondan alınan örneklemelerle dereye ait fizikokimyasal parametreler ve epilitik alg durumuna göre suyun kalitesini belirlemişlerdir. Toplamda epilitik türlere ait 75 takson belirlemişlerdir. Her bir örnekleme istasyonu için gözlemlenen epilitik alg türlerinin sıklık ve baskınlıkları belirlemişlerdir. Epilitik alg türleri ile fizikokimyasal parametreler arasında ilişki olduğu ve epilitik alg biyoçeşitliliği kirlilik arttıkça azaldığı ifade edilmiştir.

Kıvrak ve Gürbüz (2005b), Erzurum il sınırlarında yer alan Demirdöven barajında yürüttükleri çalışmada mevsimsel değişimin bentik alglere etkisini incelemişlerdir. Çalışma 2000 ve 2001 yıllarını kapsamıştır. Çalışma süresince Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta and Euglenophyta grupları yer almış ve Bacillariophyta grubu yoğunluk göstermiştir. Her bir istasyonun sahip olduğu fizikokimyasal nitelikten dolayı her bir istasyonun baskın türü farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Çevresel özelliklerin fitoplankton mevsimsel değişimine etkisini araştıran Kıvrak (2006) Tortum gölünde Mart 2002-Şubat 2003 tarihleri arasında çalışma yürütmüştür. *Chlamydomonas microsphearella*, *Cyclotella krammeri*, *C. glomerata*, ve *Ceratium hirundinella* türlerinin baskın olduğunu ifade etmişlerdir. Sucul ekosistemin yeterli ve yüksek besin konsantrasyonuna sahip olmasına rağmen biyoçeşitlilik ve biyokütle beklenen değerin altında gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Gölde en yüksek fitoplankton konsantrasyonunun yaz ve sonbahar sonuna doğru görüldüğünü bildirmişlerdir. Fitoplankton komünitelerinin besin tuzları, sıcaklık ve pH ile pozitif ilişkili olduğunu ancak çözünmüş oksijen ve bulanıklık ile ters ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Özyalın ve Ustaoglu (2008), Aydın ilinde bulunan Kemer Baraj Gölünün fitoplankton kompozisyonu ortaya koymuşlardır. Bu amaçla Aralık 2004 ve Kasım 2005 tarihleri arasında 4 farklı istasyondan aylık alınan örneklerin su ve fitoplankton türleri incelediklerini ifade etmişlerdir. Toplamda 77 takson tanımlanmış olup 33'ü Chlorophyta, 22'si Bacillariophyta, 10'u Cyanophyta, 7'si Euglenophyta, 4'ü Dinophyta ve 1'i Chrysophyta ait olduğunu belirtmişlerdir. Chlorophyta bölümünden *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* çalışma boyunca baskın takson olduğunu Eylül ve Ekim aylarında *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* aşırı derecede çoğalarak suyun yeşil bir renge büründüğü rapor edilmiştir.

Akköz ve Yılmaz (2009), Haziran 2005-Mayıs 2006 tarihleri arasında Konya il sınırları içerisinde yer alan Suğla Gölü bentik alglerin kompozisyonunu, mevsimsel değişimini ve suyun fizikokimyasal yapısını periyodik olarak yaptıkları örneklemeler sonucu incelemişlerdir. Toplamda 102 alg taksonu teşhis ettiklerini ve bunların 54'nün Bacillariophyta grubuna ait olduğunu ifade etmişlerdir. Bacillariophyta üyeleri ilkbahar ve sonbaharda yoğunluk göstermişlerdir.

Sevindik (2010) Sivas il sınırlarında yer alan Çaygören Barajında Şubat 2007 ve Ocak 2009 tarihleri arasında 3 istasyondan aylık örneklemeler yapılarak 192 alg türü teşhis etmiştir. Teşhis edilen alg gruplarından Chlorophyta 75 takson ile en yoğun grup olurken Bacillariophyta grubu 60 takson ile 2. sırada yer almıştır. Birçok türün geniş yayılıma sahip türlerden olduğunu ve bazı türlerin Türkiye’de nadir görülen türlerden olduğu ifade edilmiştir.

Liman gölü fitoplankton kompozisyonu ve fonksiyonel grupları Ocak 2002-Aralık 2003 tarihleri arasında çalışmıştır (Soylu ve Gönülol, 2010). Toplamda 109 takson teşhis edilmiştir. Göldeki süksesyon durumunu ele alan araştırmacılar süksesyonun ilk aşamasında yüzey alan/hacim oranı yüksek olan *Pseudanabaena limnetica* gibi filamentli mavi yeşil alg türlerinin yoğun olduğunu ifade etmişlerdir. Süksesyonun bir sonraki aşamasında ise hızlı besin absorpsiyonu asimilasyon ve replikasyon oranları ile karakterize edilen küçük yeşil algler takip ettiğini belirtmişlerdir. Süksesyon bu grupların bir birini takip etmesiyle devam ettiğine değinmişlerdir.

Ankara ili sınırları içinde yer alan Asartepe Barajında çalışma yürüten Atıcı ve Obalı (2010) Nisan 2003-Haziran 2004 tarihleri arasında, belirlenen 7 farklı örnekleme istasyonundan epipelik, epifitik ve epilitik alg örnekleme yapmışlardır. Araştırma sırasında 93 takson tespit ettiklerini belirtmişlerdir. *Cymbella affinis* Kütz., *Navicula radiosa* Kütz., *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, *Pinnularia borealis* Ehrenb., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cyclotella ocellata* Pant. ve *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grunow türleri tüm istasyonlarda görülmüş olup elde edilen biyolojik parametreler ile suya ait fizikokimyasal parametreler arasında ilişki kurduklarını belirtmişlerdir.

Çelekli ve Öztürk (2014), Gaziantep il sınırları içinde yer alan Alleben Göleti’nde Nisan 2012-Haziran 2013 tarihleri arasında alg türleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki çok yönlü istatistiksel teknikler kullanılarak aylık araştırılmıştır. Göleti’nin monomiktik yapı gösterdiğini ifade etmişlerdir. Toplamda 232 alg türü tanımladıklarını ve Bacillariophyceae sınıfının baskın grubu oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Toplam PO_4^{3-} , bulanıklık ve klorofil a değerlerine göre gölün mezo-ötrofik yapı gösterdiğini belirtmişlerdir. İlkbahar ve sonbahar aylarında fitoplankton biyohacminin maksimum düzeyde olduğu A, D, E, J, LO, LM, MP, P, ve Y gibi fonksiyonel gruplar belirlenmiştir. Fizikokimyasal parametrelerin önemli rol

oynadığını ($p=0,002$) ve CCA sonucu çevre ile canlı arasındaki ilişkinin % 92,8 ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Sivas ili Hafik ilçesi sınırları içinde yer alan Büyük Lota Gölü Ocak 2001-Aralık 2001 tarihleri arasında Kasaka (2015) tarafından yürütülen çalışmada gölün fitoplankton topluluğu ile su kalitesi belirlenmiştir. Araştırmacı toplamda 7 bölüme ait 78 takson teşhis etmiştir. Chlorophyta ve Bacillariophyta üyeleri baskın grupları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Göl suyuna ait elde edilen fizikokimyasal parametreler sonucu gölün oligo-mezotrofik yapı gösterdiği rapor edilmiştir.

2.2. Filamentli alg türleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Çetingül (2015) tatlı su ekosistemlerinde yaygın olan ve dünyada besin olarak tüketilen *Cladophora glomerata*'nın amino asit içeriğini saptamıştır. Araştırmacı yürüttüğü çalışmanın sonucunda filamentli alg türü *C. glomerata*'nın toplam protein miktarı oldukça yüksek tespit edildiğini belirtmiştir. Amino asit çeşitliliği ve yoğunluğunda ise glutamik asit, prolin ve aspartik asit en yüksek oranda, methionin ve sistin ise en düşük oranda bulunduğu ifade edilmiştir.

Marks ve Power (2001) *Cladophora glomerata*; tatlısularda yaygın görülen filamentli bir alg türü olup aynı zamanda epifitik alg türlerine ev sahipliği yapmaktadır. Besin miktarında değişiklik uygulayarak epifitiklerin biyokütleleri, tür kompozisyonları ve *C. glomerata*'nın büyümesi üzerindeki etkisine ulaşmaya çalışmışlardır. *Cladophora glomerata*'nın bulunduğu ortamın besin değerlerinin değiştirilmesi ile *C. glomerata*'nın büyüebildiği veya büyüemediği koşullar altında epifitik alg türlerinin bolluğu, biyokütlesi ve tür kompozisyonuna nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Besin miktarının artışı durumunda epifitik alg tür çeşitliliğinde çarpıcı bir şekilde artış görüldüğü ifade edilmiştir. Besin miktarı artışında *C. glomerata* üzerindeki epifitik topluluğu *Epithemia sorex* ve *Epitemia adnata* tarafından baskın olmuştur. Besin miktarının azaltılması ile *C. glomerata* üzerinde *Achnanthes minutissimum*, *Nitzschia palea* ve *Synedra* spp. gibi türlerin yaygın olduğu söylenmiştir. Bu sonuçlar, besin miktarının epifitik türlerinin kompozisyonunu güçlü bir şekilde yapılandırdıklarını göstermektedir.

Chojnacka vd. (2004), sudaki değişen konsantrasyondaki kadmiyum (Cd^{+2}), amonyum (NH_4^+) ve cıva (Hg) gibi toksik maddelerin giderilmesi amacı ile

Spirulina sp. alg türünü kullanmışlardır. *Spirulina* sp. ile atık su işlemlerinde biyolojik birikim yöntemi kullanılarak bu atıkların sucul ekosistemlerden ucuz maliyetli işlemlerle arıtımını tavsiye etmişlerdir.

Yap vd. (2004), Cd^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} ve Pb^{+2} , un kahverengi alg türü üzerindeki toksik etkisini ve toleranslarını çalışmışlardır. Ağır metallerin *Isochrysis galbana* türünde beş gün boyunca EC50 ve 24 saat boyunca LC50 değerlerini belirlemişlerdir. Bunun sonucunda alg türünün Zn^{+2} 'ye karşı fazla duyarlı olduğunu bunu Cd^{+2} , Cu^{+2} ve Pb^{+2} , un takip ettiğini ifade etmişlerdir.

Dewez vd. (2005) *Scenedesmus obliquus* alg türünün farklı konsantrasyondaki fungal Cu^{+2} SO_4^{-2} ve fludioksonil (*N*-(4-nitrophenyl)-*N*-propyl-uree) inhibitör çözeltiye maruz kalması sonucu enzimatik ve fotosentetik savunma ürünleri olan biyomarkırları belirlemeye çalışmışlardır. Canlı çözültide 48 saat bekletilerek katalaz, askorbik peroksidaz, glutatyon redüktaz ve glutatyon *S*- transferaz gibi enzimlerin fungusitlerin etkilerine karşı verdikleri antioksidan cevapları değerlendirmişlerdir.

Elmacı vd. (2005), Remazol Turkish Blue-G boyar maddesi ve Cd^{+2} , Zn^{+2} ile Co^{+2} gibi ağır metallerinin *Chara* sp., *Cladophora* sp. ve *Chlorella* sp. alg türlerince biyosorpsiyon potansiyelleri çalışılmıştır. *Cladophora* sp. ağır metal giderimde en iyi sonucu verirken, boyar maddesinin absorpsiyonu ise *Chlorella* sp. ile elde etmişlerdir. Çalışma sonucu 3 alg türünün ağır metal ve boya gideriminde etkili olduğunu görmüşlerdir.

Příbyl vd. (2005) filamentli alg türü olan *Spirogyra decimina*'nın farklı yoğunlukta ağır metal çözeltisine maruz bırakarak hücre iskeleti yapısındaki değişimi araştırmışlardır. Mikrotübüllerin Cd^{+2} iyonlarına karşı duyarlı olduğu sonucuna vardıklarını ifade etmişlerdir. Uygulanan Cd^{+2} konsantrasyon düzeyi ve maruz kalma süresine bağlı olarak mikrotübüllerin kısa çubuk şeklinde parçalara ayrıldığı ve kaybolduğu belirtilmiştir. Hücre hacminde bir artışa ve büyümede yavaşlama görüldüğünü bununla beraber mikrotübül deformasyonu olduğunu belirtmişlerdir.

Tripathi vd. (2006), *Scenedesmus* sp. üzerinde iki farklı zaman periyodunda Cu^{+2} ve Zn^{+2} metallerinin oluşturduğu strese karşı canlıda meydana gelen MDA ve prolin miktarını belirlemişlerdir. Çalışmada 6 saatlik uygulama süresince oluşan MDA miktarının, 7 günlük uygulama süresince oluşan MDA miktarından fazla olduğunu

ifade etmişlerdir. Fakat prolinin yedinci gündeki miktarının 6 saatlik miktarından daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tasneem vd. (2007), yaptıkları bir çalışmada 0,05-0,20 mg/l konsantrasyonundaki Pb^{+2} , Cu^{+2} ve Zn^{+2} gibi toksik metallerin *Spirulina platensis*'deki prolin, MDA ve süper oksit dismutaz aktiviteleri üzerine etkisi araştırmıştır. Toksik metallerin oksidatif stres oluşumuna neden olduğuna ve bunun sonucunda bu biyokimyasaların artışına neden olduğu belirlenmiştir.

Żbikowski vd. (2007) Baltık Denizinin Güney bölümündeki yeşil filamentli alg türü olan *Cladophora* ve *Enteromorpha* türlerinin kimyasal yapıları karşılaştırarak araştırmışlardır. Baltık Denzine ait sahil ve lagünlerde bulunan *Cladophora* türünde Cd^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} , Pb^{+2} , Zn^{+2} , Mn, K^{+} , Na^{+} , Ca^{+2} ve Mg^{+2} içerdiği belirlediklerini söylemişlerdir. Faktör analizi sonucu farklı bölgelerdeki istasyonların farklı kimyasal özellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Yerleşimin yoğun olduğu ve beşeri kirlilik etmeni olan Cu^{+2} , Pb^{+2} ve Zn^{+2} 'nin yoğun olduğu bölgelerde alg türlerinin daha fazla Na^{+} ve K^{+} içeriğine sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Çevresel verilerin istatistiksel olarak doğru bir şekilde değerlendirebilmesi için alg türlerinin aynı zaman dönemlerinde toplandığını belirtmişlerdir.

Ağır metal stresine maruz kalan *Cladophora glomerata*'nın süreç içerisinde antioksidan değişim düzeyi belirlenmiştir (Murugan ve Harish, 2007). Lipoperoksit düzeyindeki artış ile ağır metal birikim arasında pozitif korelasyon gösterdiğini ifade eden araştırmacılar bunun sebebini, reaktif oksijen türlerinden kaynaklanan hücrel redoks dengesizlik ve doku hasarlarının bir sonucu olduğunu ifade etmişlerdir. Ağır metal etkisi sonucu hücrel düzeyde askorbik asit, peroksidaz ve süperoksit dismutaz yüksek aktivitesine neden olduğunu ve stres koşullarını dengelendiğini belirtmişlerdir. Kirli alanlardan alınan canlıda dehidro-azotik asit içeriği artarken, glutatyon ve çözünür fenollerin azaldığı belirtmişlerdir. Sonuç olarak, alglerin antioksidan bileşikler ve düzenleyici enzimler tarafından ağır metallere etkili bir şekilde tepki verdiğini ileri sürmüşlerdir.

Choudhary vd. (2007), *Spirulina platensis* alg türünün 0,05–0,20 mg/L konsantrasyona sahip Pb^{+2} , Cu^{+2} ve Zn^{+2} gibi ağır metal stresine karşı prolin, MDA ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda kültür ortamındaki metal iyonlarının konsantrasyonundaki artışın metal stresinin artmasına ve canlının büyümesinde azalma olmasına rağmen MDA, SOD ve prolin içeriğinin

artığını ifade etmişlerdir. MDA miktarındaki artış ağır metal stresine karşı oluşan serbest radikalleri işaret ettiğini fakat SOD ve prolin artışının ise savunma mekanizmasının bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir.

Thakur ve Behere (2008), Hindistan'da yer alan Gangapur Barajında kış aylarında yapılan örneklemelerde filamentli alg türlerinin biyoçeşitliliği ve taksonomisini belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında Cyanophyceae, Chlorophyceae, ve Charophyceae sınıflarından toplamda 25 filamentli alg taksonu belirlenmiştir.

Gündoğan vd. (2008), Kızılırmak Nehri üzerinde belirledikleri 5 farklı istasyondan aldıkları *Cladophora glomerata* filamentli alg örneklerinde ağır metal birikimini araştırmışlardır. Topladıkları örneklerde Na^+ , Mg^{+2} , PO_4^{-3} , K^+ , Ca^{+2} , Mn, Se ve I^- gibi iz ve makro elementler ile Al^{+3} , Cr^{+2} , Fe, Ni^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Cd^{+2} ve Pb^{+2} gibi ağır metallerin yoğunluklarını belirlemişlerdir. Sonuç olarak *C. glomerata*'nın ağır metal birikiminin araştırılmasında kullanılabilecek iyi biyoindikatör türler olabileceğini rapor etmişlerdir.

Sobiechowska vd. (2010), ABD ve Kanada sınırları içinde yer alan Erie Gölü sahil kısımlarından aldıkları sediment örneğinde bulunan diatomelerin (fukoksantin), kriptofitler (alloksantin), klorofitler (klorofil-b), siyanobakteriler (Zeaksantin) gibi alg gruplarının biyomarkerlarının sıcaklık ile korelasyon içinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Rinku vd. (2012), atık sularda bulunan ağır metal iyonlarının filamentli algler tarafından ortamdaki uzaklaştırması üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucuna göre *Pithophora* cinsine ait filamentli alt türlerinin 2, 5 ve 10 ppm konsantrasyonundaki Pb^{+2} , Cr^{+2} ve Cd^{+2} 'a maruz bırakılmıştır. Ortamdaki ağır metal miktarındaki artışa paralel olarak canlıda ağır metal birikiminin arttığı ifade edilmiştir.

Kumar ve Oommen (2012) bir tatlısu filamentli alg türü olan *Spirogyra hyalina*'nın ağır metal birikimi düzeyini belirlediklerini ifade etmişlerdir. Farklı konsantrasyondaki Cd^{+2} , Hg^{+2} , Pb^{+2} , As^{+3} ve Co^{+2} içeren çözeltilerde bekletilen alg biyokütlesinin ağır metal absorpsiyon düzeyini belirlediklerini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada kuru kütlede toplam belirlenen ağır metal birikim miktarının $\text{Hg} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{As} > \text{Co}$ şeklinde olduğu rapor edilmiştir.

Ji vd. (2012), tatlı su filamentli alg türü olan *C. fracta*'nın ağır metal absorpsiyon düzeyini belirlediklerini ifade etmişlerdir. Denge adsorpsiyon kapasiteleri 18 °C ve pH 5,0'de canlı alg kütlesi gram başına 2,388 mg Cu⁺², 1,623 mg Zn⁺², 0,240 mg Cd⁺² ve 0,228 mg Hg⁺² olarak belirlenmiştir. Canlının içinde bulunduğu ortamda Cu⁺², Zn⁺², Cd⁺² ve Hg⁺² için absorpsiyon düzeyi sırasıyla % 99, 85, 97 ve 98 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak filamentli alg türlerinin yüksek biyoabsorpsiyon potansiyeline sahip olduğunu ve ağır metalin ortamlardan uzaklaştırılmasında kullanılabilecek türler olduğunu rapor etmişlerdir.

Choo vd. (2004) *Cladophora glomerata* ve *Enteromorpha ahlneriana* türleri üzerinde sıcaklık ve ışık kaynaklı oluşan oksidatif strese karşı toleranslarını belirlemeye çalışmışlardır. Her iki parametrenin yüksek olduğu durumda MDA miktarı düşük ölçülmüşken, düşük sıcaklık ve ışık etkisinde MDA miktarının arttığı belirtilmiştir. Aynı şartlarda bulunan iki türün MDA miktarları farklılık göstermiştir. *E. ahlneriana* türünde üretilen MDA miktarı, *C. glomerata* türünde üretilen MDA miktarından fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Farasat vd. (2013), Aralık 2010-Ekim 2011 tarihleri arasında Basra Körfezi'nde filamentli alg olan *Chaetomorpha* cinsine ait türlerin antioksidan özelliklerini belirlediklerini ifade etmişlerdir. *Chaetomorpha aerea*, *C. crassa*, *C. linum* ve *C. brachygona* dahil olmak üzere dört *Chaetomorpha* türünün metanolik özütlerinde antioksidan aktivitesi, toplam fenoliklerin ve flavonoidlerin içeriği nicelenmiştir. Sonuç olarak bu filamentli yeşil alglerin gelecekteki uygulamalarda antioksidan potansiyellerinden yararlanılabileceğini ifade etmişlerdir.

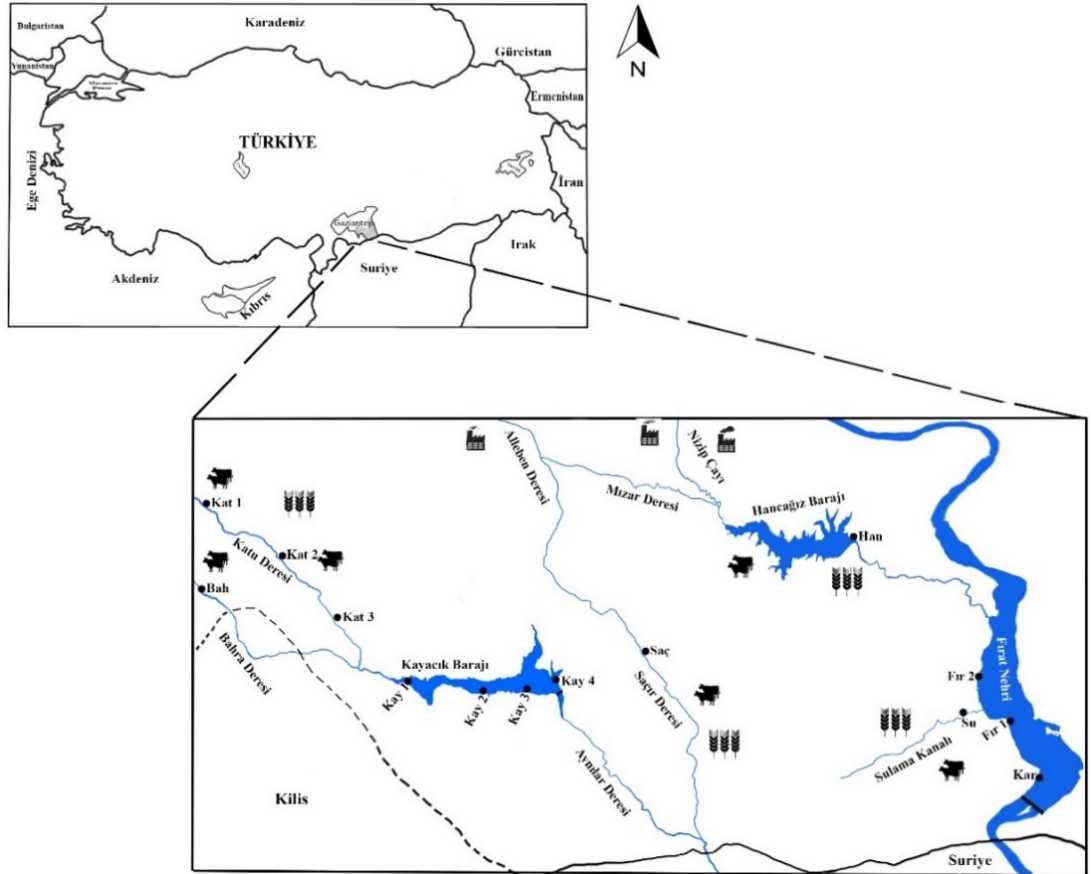
Çelekli vd. (2016b) Cd⁺²'un *Spirogyra setiformis*'in biyokimyasal ve morfolojik yapısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada 30 mg/L Cd⁺² konsantrasyonunda düzenli spiral kloroplastların bozulduğu, daha düşük konsantrasyonlarda ise *S. setiformis*'in biyolojik kütlesi, pigmentleri ve protein üretimini azaldığı bildirilmiştir. Cd⁺² stresi altındaki bazı enzimlerin inaktivasyonu nedeniyle MDA, prolin, H₂O₂ ve toplam fenolik bileşiklerin üretimi arttığı belirtilmiştir. Cd⁺²'un olumsuz etkisi sonucu artış gösteren bu moleküllerin biyomarkır olarak gösterilebileceği rapor edilmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOTLAR

3.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı Gaziantep ilinin Karkamış ve Nizip ilçelerinin de yer aldığı güney-doğu bölümünü kapsamıştır. Kasım 2012 ile Aralık 2014 tarihleri arasında ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde toplam 14 istasyonda, arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bölgeye ait örnekleme istasyonları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma bölgesi örnekleme istasyonları

Çalışma bölgesine ait örnekleme istasyonlarının koordinatları, rakım ve istasyon kısaltmaları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Örnekleme istasyonlarına ait GPS koordinatları ve rakım

İstasyonlar	Kısaltma	Koordinatlar	Rakım (m)
Katu Deresi 1	Kat 1	36° 53’ 49"K-37° 21’ 31"D	724
Katu Deresi 2	Kat 2	36° 50’ 42"K-37° 27’ 20"D	630
Katu Deresi 3	Kat 3	36° 48’ 50"K-37° 28’ 26"D	608
Bahra Deresi	Bah	36° 51’ 22"K-37° 20’ 33"D	718
Kayacık Barajı 1	Kay 1	36° 48’ 39"K-37° 30’ 11"D	615
Kayacık Barajı 2	Kay 2	36° 48’ 47"K-37° 31’ 54"D	615
Kayacık Barajı 3	Kay 3	36° 49’ 04"K-37° 32’ 57"D	614
Kayacık Barajı 4	Kay 4	36° 49’ 41"K-37° 34’ 15"D	612
Saçır Deresi	Saç	36° 50’ 43"K-37° 37’ 01"D	566
Karkamış Barajı	Kar	36° 52’ 39"K-38° 01’ 56"D	546
Fırat Nehri 1	Fır 1	36° 53’ 37"K-38° 01’ 10"D	348
Sulama Kanalı	Su	36° 54’ 09"K-38° 00’ 09"D	348
Fırat Nehri 2	Fır 2	36° 54’ 27"K-38° 00’ 08"D	423
Hancağız Barajı	Han	36° 58’ 12"K-37° 53’ 14"D	390

Çalışma bölgesindeki sucul ekosistemlerden sucul ekosistemi en iyi şekilde nitelendirebilecek noktalar örnekleme istasyonları olarak belirlenmiş olup alg ve su örnekleri alınmıştır (Round vd., 1990; Wetzel ve Likens, 2000; Whitton vd., 2002; Çelekli, 2006). Örnekleme istasyonlarına ait fotoğraflar Şekil 3.2-3.3’de gösterilmiştir. Katu Deresi 1’inci Örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-A), Gaziantep’in Zeytinli ve Bostancık mahalleleri arasında yer alır. Katu Deresi 2’nci, örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-B), Oğuzeli ilçesine bağlı Yazılı köyü girişinde yer alır. Katu deresi 3’üncü örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-C), Oğuzeli ilçesine yaklaşık 28 km uzak olup Gebeköy ile Kayalıpınar köyleri arasında yer alır. Bahra Deresi örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-D), Beşgöz mahallesi Törel ve Türközü mahalleleri arasında yer alır. Kayacık Barajı 1’inci örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-E), Kayacık barajının Oğuzeli ilçesine bağlı olan Tüzel köyü yakınındaki su girişi kısmından alınmıştır. Kayacık Barajı 2’inci örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-F), Oğuzeli ilçesine bağlı Ambarcık köyüdür. Kayacık Barajı 3’üncü örnekleme istasyonu (Şekil 3.2-G), Ambarcık köyünün 1,63 km doğusunda Kayacık barajında bir noktadır. Kayacık Barajı 4’üncü örnekleme istasyonu (Şekil 3.3-H), Oğuzeli ilçesine bağlı Kayacık köyünün 400 m kuzey doğusunda yer almaktadır. Saçır Deresi örnekleme istasyonu

(Şekil 3.3-İ), Oğuzeli ilçesine bağlı Doğanpınar köyüdür. Karkamış Barajı örnekleme istasyonu (Şekil 3.3-J), alabalık çiftliğinin olduğu konuma yakındır. Fırat Nehri 1'inci örnekleme istasyonu (Şekil 3.3-K) Karkamış ilçesine bağlı Gürçay Köyünün 1 km kuzeyinde bulunmaktadır. Sulama Kanalı örnekleme istasyonu (Şekil 3.3-L), Karkamış ilçesine bağlı Kelekli köyünün 1,26 km güney doğusunda Fırat Nehri 1'inci ve Fırat Nehri 2'nci örnekleme istasyonlarının arasında Fırat Nehrinden suyu karşılanan tarım sulama kanalıdır. Fırat Nehri 2'inci örnekleme istasyonu (Şekil 3.3-M), Fırat Nehri 1'inci istasyonun 2,2 km Kuzeyinde taş ocağı işletmesinin bulunduğu yerdedir. Hancağız Barajı örnekleme istasyonu (Şekil 3.3-N), Nizip ilçesinin Hancağız köyünün 2,17 km batısında Hancağız barajında bir noktadır.





Şekil 3.2. Örneklem istasyonları A) Katu Deresi 1, B) Katu Deresi 2, C) Katu Deresi 3; D)Bahra Deresi, E-F) Kayacık Baraj Göleti 1,2



Şekil 3.3. Örneklem istasyonları G, H) Kayacık Baraj 3,4, İ) Sacır Deresi, J) Karkamış Barajı, K) Fırat Nehri 1, L) Sulama Kanalı, M) Fırat Nehri 2, N) Hancı Barajı

3.2. Alg ve su örneklerinin toplanması

Örnekleme istasyonlarından alg ve su örnekleri standart yöntemlere göre alınmıştır (Chen vd., 2003). Kasım 2012 ile Ocak 2015 tarihleri arasında ilkbahar ve sonbahar dönemleri olmak üzere her yıl iki defa örnekleme yapılmıştır. Alınan alg ve su örnekleri özel sızdırmaz kapaklı kaplara konulmuştur. Alg örnekleme filamentli, epifitik, epilitik ve fitoplankton şeklinde gerçekleştirilmiştir. Filamentli alg örnekleri bulundukları ortamın suyu ile beraber canlı olarak 500 ml hacmindeki özel tıpalı kutulara doldurularak alınmıştır. Net plankton örnekleme Hydrobios marka plankton kepçesi ile yapılmıştır. Yoğunlaştırılan su numunesi 100 ml'lik su kabına konulmuştur (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Fitoplankton kepçesi ve kullanım yöntemi

Epifitik alg örnekleri sucul ortamda bulunan bitkilerin üzerlerinden, epilitik alg türleri ise sucul ortamda bulunan taşların üzerinden bir fırça yardımı ve distile su kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Wetzel ve Likens, 2000; Çelekli, 2006) (Şekil 3.5). Epifitik, epilitik ve fitoplanktonik alg türleri lügol kullanılarak fiksasyon işlemine tabi tutulmuştur. Alg türlerinin fiksasyonu için glasiyel asetik asitli lügol çözeltisi kullanılmıştır (Wetzel ve Likens, 2000; Çelekli, 2006). Asit lügol solüsyonu; 100 g potasyum iyodür (KI) 1 litre distile suda çözündürülür, ayrı bir balon jojede 50 g kristal iyot (I) 100 ml glasiyel asetik asit içinde çözülmüştür. Bu iki çözelti karıştırılmıştır (Thronsen, 1978; Çelekli, 2006).



Şekil 3.5. Epifitik ve epilitik alg örneklerinin alınma yöntemi

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOI_5) standart yöntemle elde edilmiştir (APHA, 1989). Arazi çalışma süresince örnekler $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan soğuk saklama kapları kullanılmıştır. Toplanan alg ve su örnekleri Gaziantep Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji laboratuvarına getirilmiştir. GASKİ akredite laboratuvarında suyun kimyasal parametrelerinin belirlenmiştir. Ayrıca Hidrobiyoloji Labaratuvarında, klorofil *a*, *b*, toplam karotenoid, PO_4^{-3} , toplam NO_3^{-} ve ağır metal içerikleri belirlenmiştir.

3.3. Metod

3.3.1. Suyun anlık fizikokimyasal değerlerinin ölçülmesi

Alg ve su örneklerinin alındığı istasyonlarda suyun anlık sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), çözünmüş oksijen miktarı (mg/l), oksijen doymunluk miktarı (% mg), kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$), redoks potansiyeli (mV), pH, toplam çözünmüş katı madde miktarı (TÇK, mg/l) ve tuzluluk miktarı (ppt) gibi fizikokimyasal analizleri YSI-Professional Plus çoklu ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.2. Suyun kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Örnekleme istasyonlarından alınan su numuneleri $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa sahip soğuk saklama kaplarında bulunan iki adet 1000 ml'lik su örnekleri Gaziantep Üniversitesi

Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarlarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen su örnekleri 1000 ml su örneği 0,45 µm çapında por gözenekli selüloz asetat filtre kâğıdı kullanarak Sartorius Filtrasyon Yöntemiyle süzölmüştür (APHA, 1989). Suyun kimyasal değışkenlerinin miktarı İyon Kromatografisi (Dionex ICS 5000, Gaski, Akredite Laboratuvarında) ve aynı zamanda Gaziantep Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarında spektrofotometrik ve titrasyon teknikleri ile tespit edilmiştir (APHA, 1989; Wetzel ve Likens, 2000).

PO₄⁻³ analizi vanadat molibdat yöntemine göre spektrofotometre kullanılmış olup 405 nm dalga boyunda ölçölmüştür. Nitrit (NO₂) analizi sülfanilamid ve NNED ayraçları kullanılarak spektrofotometrik olarak 540 nm dalga boyunda ölçölmüştür. NO₃⁻ analizi Cu⁺², SO₄⁻² ve hidrazin sülfat (N₂H₄) çözeltileri kullanılmış olup spektrofotometrik olarak 540 nm dalga boyunda ölçölmüştür. Amonyak analizi 640 nm dalga boyunda spektrofotometre ile belirlenmiştir. Titriplex III ile titrasyon yöntemi kullanılarak Na⁺ analizi yapılmıştır. Ayrıca suyun PO₄⁻³, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ ve Ca⁺² miktarları Gaziantep Su ve Kanalizasyon İşleri genel müdürlüğü su arıtma tesisi müdürlüğü su kalite ve kontrol laboratuvarlarında Dionex ICS-5000 iyon kromatografi cihazıyla ölçölmüştür (APHA, 1989; Wetzel ve Likens, 2000).

Süzölen su örneklerinden Cl, F⁻ ve SO₄⁻² miktarları TS EN ISO 10304-1 /AC: 2012 yöntemiyle, NH₄⁺ ve Mg⁺² miktarı ise TS EN ISO 14911 Nisan 2000 yöntemi takip edilerek Gaziantep Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü su arıtma tesisi müdürlüğü su kalite ve kontrol laboratuvarlarında belirlenmiştir. Siyanür içeriğı ise spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. Örnekleme istasyonlarından alınan su selüloz asetat filtre kâğıdı kullanarak (0,45 µm por gözenekli) sartorius filtrasyon yöntemi yardımı ile süzölmüştür (APHA, 1989). Suyun sertliğı TS 4474 ISO 6059 yöntemi ile belirlenmiştir. Süzölen örneklerdeki iyon miktarları ise ICP–OES (ICP–OES, Perkin Elmer, Optima 2100 DV) cihazı kullanılarak ölçölmüştür. Laboratuvarında TS 5091 EN ISO 7027/Nisan 2004 yöntemiyle turbidimetre kullanılarak NTU olarak ölçölmüştür.

3.3.3. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ5)

Örnekleme istasyonlarından biyolojik oksijen miktarını belirlemek için 250 ml'lik sızdırmaz ve özel tıpalı kaplarda su örneği alınmıştır. Örneklerin ışık almamasına özen gösterilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerin ilk gündeki çözünmüş oksijen miktarı YSI-Professional Plus çoklu ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Daha sonra alınan su örnekleri ışık geçirmez bir kutuya konularak 5 gün boyunca 20°C inkübatörde bekletilmiştir. Beş günlük bekleme süresi dolduktan sonra örneklerin çözünmüş oksijen miktarı YSI-Professional Plus çoklu ölçüm cihazı kullanılarak tekrar belirlenmiştir. Örneklerin birinci gün belirlenen çözünmüş oksijen miktarı ile beşinci gün belirlenen çözünmüş oksijen miktarı arasındaki fark değerlendirilmiştir (APHA, 1989; Wetzel ve Likens, 2000).

3.3.4. Alg türlerinin teşhisi ve biyohacimlerinin belirlenmesi

Filamentli algler canlı olarak geriye kalan alg örnekleri ise fiksasyon işlemine tabi tutularak laboratuvara getirilmiştir. Diyatome hariç tüm alg örnekleri geçici preparatlar yapılmış ve alg türleri teşhis edilmişlerdir. Diyatome alglerin teşhisleri için daimi preparatlar hazırlanmıştır. Örnekleme istasyonlarından fiksasyon işlemine tabi tutularak getirilen fitoplanktonik, epilitik ve epifitik su örneklerinden 10 ml alınarak 3000 devir/dak. santrifüj yapılmıştır. Santrifüj sonucunda dipte kalan kısım 10 ml distile su ile yıkandıktan sonra 50 ml cam beherlere konulmuştur. Distile su ile yıkanarak beherlere konulan örneklerin üzerine 2 ml 2 molarlık potasyum permanganat (KMnO_4) eklenerek 6 ile 24 saat arası bekletilmiştir. Diyatomelerin teşhis edilebilmeleri için organik yapılarının temizlenmesi ve silisli kabuğun ortaya çıkması için potasyum permanganat (KMnO_4) ve hidroklorik asit (HCl) kullanılmıştır (Taylor vd., 2007). Bekleme süresi sonunda örneklerin üzerine 7 ml seyreltik hidroklorik asit (%37 HCl) eklenerek ısıtıcı tabla üzerinde kaynatılmıştır. Kaynama süresince hidroklorik asit örneklerden uzaklaştırılıncaya kadar distile su ile yıkanmıştır. Örnekler kaynatma sırasında hidroklorik asitten arındırılıp distile su ile iyice yıkandıktan sonra santrifüj tüplerine alınarak santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonunda dipte tortul oluşurken üsteki sıvı dökülmüştür. Dipte kalan tortu üzerine tekrardan 2-4 ml distile su eklenerek tortu su ile beraber 5 ml'lik cam saklama kaplarında uzun süre muhafazası sağlanmıştır. Daha sonra daimi preparatlar yapılmıştır. Geçici örnekleme preparatları ve daimi örnekleme preparatları DIC

ataşmalı Olympus BX53 model DP 73 kameralı ışık mikroskobu altında hem oküler skala hem de mikroskop kamerasının bilgisayara bağlantılı olarak CellSens Vers. 1.6 yazılımı ile incelenmiştir. Alg hücreleri oküler skala ve kameralı mikroskop yazılımı kullanılarak en boy ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Alg türlerinin morfolojik nitelikleri ve ebatlarının ölçüleri skala birimleri standart skala bar ile kalibre edilerek ölçümler alınmıştır (Rott, 1981; Wetzel ve Likens, 2000; Çelekli, 2006).

Geçici preparatlar 200X, 400X ve 600X büyütmede incelenirken daimi preparatlar 20X, 40X, 60X ve 100X büyütmede incelenirken daimi preparatlar 1000X büyütmede incelenmiştir. CellSens Vers. 1.6 yazılımı ile hem alg türlerine ait ebat ölçümleri alınmış hem de teşhis işlemleri sırasında alg türlerinin fotoğrafları çekilmiştir. Alg türlerinin teşhisi için anahtar kitapları kullanılmıştır (örn. Prescott, 1982; Ettl, 1983; Huber-Pestalozzi vd., 1983; Komárek ve Fott, 1983; Popovsky ve Pfiester, 1990; Round, 1991; Komárek ve Anagnostidis, 1998; Graham ve Wilcox, 2000; John vd., 2002; Wehr ve Sheath, 2003; Bellinger ve Sigee, 2010; Krammer ve Lange-Bertalot, 1991a, b, 1999a, b). Fitoplankton için alınan su örnekleri 250 ml'lik mezürlere konulmuş ve 1-2 gün bekletilmiştir. Fitoplanktonların çökmesinden sonra alta 10 ml çöküntü kalacak şekilde su sifon işlemi ile çekilmiştir. Sifon işlemi esnasında suyun ve mezürün titrememesine azami dikkat edilmiştir. Sifon işleminden sonra mezürün dibinde kalan 10 ml'lik örnek Hydrobios marka sayım çemberlerine alınmıştır. Sayım çemberlerine alınan 10 ml'lik örnekteki fitoplanktonların tekrar dibe çökmesi için 2-3 saat CKX41 model inverted ışık mikroskop altında bekletilmiş ve daha sonra sayıma başlanmıştır (Utermohl, 1958). Fitoplankton alg türlerinin mililitredeki sayısı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Birey sayısı/ml} = \frac{C * TA}{F * A * V}$$

C : Hücre Sayısı

TA : Toplam alan

F : Görüş alan sayısı

A : Sayım yapılan görüş alan

V : Çöktürülen su miktarı (ml)

Fitoplankton alglerin biyohacimlerinin belirlenmesinde Olympus BX53 model DP73 kameralı görüntüleme sistemli ışık mikroskobu ve Olympus CellSens (A Vers. 1.6)

bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır. Teşhis işleminde her tür için en az 30 hücrenin ebat ölçümlerinin aritmetik ortalamaları kullanılarak bir türe ait ortalama hücresel hacim hesaplanmıştır. Bir türün mililitredeki sayısı ile o türün ortalama hücre hacmi çarpılarak türe ait mililitredeki biyohacimleri hesaplanmıştır (Rott, 1981). Türler için ortalama hücresel hacim hesaplanırken hücrelerin benzerlik gösterdiği geometrik şekiller denklemine göre hesaplanmıştır (Rott, 1981; Hillebrand vd., 1999; Sun ve Liu, 2003).

3.3.5. Alg türlerinin FTIR analizleri ile yüzey yapılarının tespit edilmesi

Alg türlerinin yüzey yapıları Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi (Perkin-Elmer Spectrum 100) analizi sonucunda ortaya konulmuştur. Farklı ekosistemlerden toplanan alg türlerinin FTIR analiz grafikleri çizilmiştir.

3.3.6. Alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

Teşhis edilen alg türleri ile bulundukları ortamın fizikokimyasal parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için çok yönlü istatistiksel analizler (Detrended Correspondence Analysis (DCA), Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis (CCA)) kullanılmıştır (Ter Braak ve Smilauer, 1998; Leps ve Smilauer, 2003). Canlı ile çevresel değişken arasındaki ilişkinin önemli olup olmadığını test etmek için ileri seleksiyonlu Monte Carlo Permütasyon (499 permütasyon) Testi uygulanmıştır. CCA analizi ile fizikokimyasal faktörlerin hangilerinin türlerin dağılışında nasıl rol oynadığı belirlenmiştir. Türler ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiye göre biyoindikatör alg türleri belirlenmiştir. Fizikokimyasal parametreler ile filamentli alglerin biyokimyasal içerikleri arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ve regresyon analizleri ile değerlendirilmiştir.

Alg türlerinin çevresel değişkenlere karşı göstermiş oldukları direnç düzeyleri Ağırlıklı Ortalama (Weighted Averaging) Regresyon Analizi ile belirlenmiştir (Hall ve Smoll, 1992; Juggins ve ter Braak, 1992). Ağırlıklı ortalama regresyonu için kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır (Juggins ve ter Braak, 1992).

3.3.7. Filamentli alg örneklerinin biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi

Labaratuvara getirilen filamentli alg örnekleri öncelikle canlı şekilde geçici preparatları yapılarak teşhis edilmiştir. Alg örnekleri yıkayıp temizlendikten sonra

yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Alg örnekleri biyokütleleri prolin, MDA, protein olmayan –SH grupları, toplam fenolik bileşikler, hidrojen peroksit, toplam protein, fotosentetik pigment ve metal birikim miktarları belirlenmiştir. Toplam karbohidrat miktarını belirlemek için taze alg örnekleri kurutmalı etüvde 60 °C’de kurutulduktan sonra gerekli analizler yapılmıştır. Filamentli alg türlerine ait biyokimyasal analiz sonuçları çevresel parametrelerle kıyaslanarak alg türlerinden biyoindikatör türleri ve alg türlerinin biyomarkır potansiyelleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

3.3.7.1. Prolin tayini

Filamentli alg türlerinin biyokütlesel prolin miktarı Bates vd. (1973)’ne göre belirlenmiştir. Filamentli alg örneklerinin prolin miktarını belirlemek için 0,1 g alg örneği tartılıp havana konularak üzerine % 3’lük 5 ml sülfosalisilik asit eklenmek suretiyle havanda ezilerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen alg örnekleri santrifüj tüplerine aktararak 15 dk süre ile 5000 devir/dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra süpernatantan alınan 2 ml süpernatant deney tüpüne konularak üzerine 2 ml asit-ninhidrin ve 2 ml glasiyel asetik asitten eklenmiştir. Deney tüpünde oluşan karışım 1 saat boyunca 100 °C’de su banyosunda bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda deney tüpleri sıcak su banyosundan çıkartılır çıkartılmaz içerisi buzla dolu su içerisine sokularak reaksiyon sonlandırılmıştır. Deney tüpleri soğuyup reaksiyon durduktan sonra tüplere 4 ml tolüen eklenerek ekstrakte olması için 15-20 saniye tüp karıştırıcıda çalkalanmıştır. Çalkalama sonunda tolüen eklenmesinden dolayı renklenen deney tüpleri oda sıcaklığında 10-15 dk bekletilmiştir. Deney tüpündeki çözelti homojen bir hal aldıktan sonra spektrofotometre küvetine alınarak 520 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Standart olarak *L*-Prolin kullanılmıştır.

3.3.7.2. Lipit peroksidasyonunun (Malondialdehit miktarının) Belirlenmesi

Filamentli alg türlerinin lipit peroksidasyon düzeylerini belirlemek için Zhou (2001)’nun malondialdehit (MDA) analiz yönteminde minör modifikasyonu metoduna göre belirlenmiştir. Taze filamentli alg örneklerinden 0,5 g tartılarak havana alınmıştır. Daha sonra havana %10’luk trikoloro asetik asit (TCA) eklenmiş ve havanda ezilerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler santrifüj tüpüne alınarak 10000 devir/dk’da 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası

süpernatanttan 1 ml alınarak deney tüpüne konulmuştur. Deney tüplerine alınan süpernatantların üzerine 1 ml %1'lik tiobarbitürik asit (TBA) çözeltisi eklenmiştir. Deney tüpünde oluşan karışım 95 °C su banyosunda 30 dk bekletilmiştir. Deney tüpleri sıcak su banyosundan çıkarılarak hiç beklemeden içinde buz bulunan soğuk suya konularak şok soğutmaya tabi tutulup reaksiyon durdurulmuştur. Deney tüplerindeki örnekler iyice soğuduktan sonra 532 nm'de spektrofotometrede okunmuştur.

3.3.7.3. Toplam fenolik bileşik miktarının belirlenmesi

Filamentli alg biyokütlesindeki toplam fenolik birleşik miktarı Ratkevicius vd. (2003) yöntemine göre belirlenmiştir. Taze alg örneğinden 0,1 g alınarak havana konulduktan sonra üzerine 5 ml fosfat tamponu (pH:7,0-0,1 M) eklenip havanda ezilmek suretiyle homojenize edilmiştir. Homojenize işleminden sonra havadaki karışım santrifüj tüpüne doldurularak 6000 devir/dk'da 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra süpernatanttan 100 µl alınarak deney tüpüne konulmuştur. Deney tüpüne alınan süpernatant üzerine 0,5 ml folin-Ciocalteaudan eklenerek 2 dk bekledikten sonra üzerine 1,5 ml % 20'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklendi. Deney tüpünde son hacim 5 ml olacak şekilde saf su eklenmiştir. Deney tüplerindeki 5 ml'lik karışım 2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 765 nm dalga boyunda spektrofotometre ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Alg biyokütlesindeki toplam fenolik bileşik içeriği cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.7.4. Toplam karbohidrat miktarının belirlenmesi

Filamentli alg biyokütlesindeki toplam karbohidrat miktarını belirlemede Dubois vd. (1956) antron kullanarak saptadıkları yöntemle belirlenmiştir. Spektrofotometre için standart olarak nişasta ve glikoz kullanılmıştır. Kurutulan alg örnekleri havanda ezilerek toz haline getirilmiştir. Alg örnekleri toz hainde geldikten sonra örneklerden 50 mg tartılarak deney tüplerine konulmuştur. Deney tüplerine konulan toz halindeki alg örneklerinin üzerine 10 ml etil alkol (% 80) eklenerek tüplerin ağzı hava kaçırmayacak şekilde kapakla kapatılmıştır. Daha sonra içinde alkol bulunan deney tüpleri 70 °C'lik sıcak su banyosunda kaynatılmıştır.

Kaynama işlemi bittikten sonra reaksiyonu durdurmak için deney tüpleri içerisinde buz bulunan suyun içerisine konularak şok soğutmaya tabi tutulmuştur. Soğuyan örnekler 6000 devir/dk'da 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra deney tüpündeki süpernatant kullanılarak toplam glikoz miktarı belirlenmişken, geriye kalan pellet kısmı ile toplam nişasta miktarı belirlenmiştir. Elde edilen toplam nişasta ve glikoz miktarlarını toplanarak toplam karbohidrat miktarı belirlenmiştir.

3.3.7.4.1. Toplam glikoz miktarının belirlenmesi

Deney tüpleri santrifüj edildikten sonra tüpün dip kısmında pellet toplanırken üst kısmında süpernatant kalmıştır. Süpernatant mikropipet yardımı dipte sadece pellet kalacak şekilde alınmıştır. Alınan süpernatant başka bir deney tüpüne alınmıştır. Deney tüpündeki süpernatant miktarının üzerine 20 ml seviyesine kadar %80 derişigindeki etil alkol eklenmiştir. Süpernatant ve alkol homojen bir hal aldıktan sonra 20 ml'lik karışımdan 1 ml örnek yeni bir deney tüpüne alınarak üzerine 4 ml %60 derişige sahip antron içeren sülfirik asit çözeltisi eklenmiştir. Deney tüpünde 5 ml miktarına ulaşan çözelti 10 dk sıcak su banyosunda bekletildikten sonra şok soğutma işlemine tabi tutularak reaksiyon sonlandırılmıştır. Soğutma işleminden sonra 620 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır. Standart olarak saf glikoz kullanılmıştır. Antron içerikli sülfirik asit çözeltisinin hazırlanışı; 40 ml saf suya 60 ml sülfirik asit yavaş yavaş eklenmiştir. Asitlerin suda çözünmesi ekzotermik bir reaksiyon olduğu için sıcak olan çözelti soğumaya alınmıştır. Soğuyan çözeltiye daha sonra 200 mg antron eklenmiş ve cam çubuk yardımıyla karıştırılmış olup çözelti hazırlanmıştır.

3.3.7.4.2. Toplam nişasta miktarının belirlenmesi

Süpernatant alındıktan sonra geriye kalan pelletin üzerine % 52 derişikindeki perklorik asit eklenip 1 saat pelletin çözülmesi beklenmiştir. Perklorik asit hazırlanışı; 18 ml saf suya 52 ml %70'lik perklorik asit eklenerek elde edilmiştir. Bekleme süresi sonunda pellet çözüldükten sonra 0,45 µm por gözenekli selüloz asetat filtre kâğıdı kullanarak örnek süzölmüştür. Elde edilen süzöntü miktarının üzerine distile su eklenmiş ve 100 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen 100 ml'lik çözeltiden 1 ml alınmış olup üzerine 4 ml distile su ve 10 ml %95 derişikteki antronlu sülfirik asit çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen yeni 15 ml'lik çözelti karıştırılıp 7,5 dk sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Sıcak su banyosundan sonra çözelti şok olarak soğutulup 630 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçölmüştür. Standart olarak saf nişasta kullanılmıştır.

3.3.7.5. Protein olmayan –SH grupların belirlenmesi

Filamentli alg büyüktlesinde protein olmayan –SH grupların belirlenmesi Cakmak ve Marschner (1992)'e göre yapılmıştır. Taze alg örneklerinden 0,5 g tartılmıştır. Tartılan örnekler havana alınmış ve üzerine 5 ml % 5'lik meta-fosforik asit eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenizat santrifüj tüpüne alınarak 6000 devir/dk 15 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan 500 µl deney tüpüne alınıp üzerine 2,5 ml fosfat tamponu (pH 7,4) eklenmiştir. Daha sonra 0,5 ml 5,5'-Dithiobis (2-nitrobenzoic acid) eklenip karıştırılmıştır. Çözelti 20 dk inkübasyondan bırakılmış ve sonra hazırlanan örnekler 412 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Standart olarak redükte glutasyon (GSH) kullanılmıştır.

3.3.7.6. Hidrojen peroksit miktarının belirlenmesi

Filamentli alg örneklerinin hidrojen peroksit içerikleri Sergiev vd. (1997)'na göre belirlenmiştir. Taze alg örneğinden 0,5 g alınarak 5 ml %10'luk trikloroasetik asit (TCA) çözeltisinde havan kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenizat 10 dk boyunca 6000 devir/dk'da santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda oluşan süpernatanttan 0,5 ml alınarak üzerine 1,5 ml fosfat tamponu (pH: 7,5-50 mM) ve 1 ml KI çözeltisi (1 M) eklenmiştir. Daha sonra 390 nm dalga boyunda absorbansı ölçölmüştür. Standart olarak Hidrojen peroksit kullanılmıştır.

3.3.7.7. Toplam protein miktarı

Filamentli alg örneklerinin toplam protein içerik analizi Lowry vd. (1951)'nin belirledikleri yöntemine göre yapılmıştır. Alg örneğinden 0,1 g tartılarak havana konulmuş ve 5 ml fosfat tamponu eklenerek (pH: 7,0-0,1 M) homojenize edilmiştir. Homojenizat 6000 devir/dk'da 10 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatanttan 0,8 ml alınarak üzerine 4 ml alkali CuSO₄ ve 0,2 ml Folin-Ciocalteu ayırıcı eklenerek 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bekleme sonunda absorbans 750 nm dalga boyunda spektrofometrede okunmuştur. Toplam protein miktarının belirlenmesinde standart olarak sığır serum albumin (Bovine serum albumin, BSA) kullanılmıştır. Standart eğri çizimi için de aynı yöntem farklı derişimde hazırlanan sığır serum albümini çözeltileri kullanılarak yapılmıştır.

3.3.7.8. Klorofil-a, b ve toplam karoten tayini

Filamentli alg türlerinin fotosentetik pigment miktarı Lichtenthaler ve Wellburn'un (1985) yöntemi olan % 80 aseton metoduna göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Alg örneklerinden 0,1 g örnek tartılarak porselen havanda 1–2 ml % 80'lik aseton ile homojenize edilmiştir. Homojenizatın üzerine %80'lik aseton eklenerek son hacmi 10 ml'ye tamamlanmıştır. İçerisinde 10 ml ekstrat bulunan deney tüplerinin ağızları kapakla kapatılıp 70 °C sıcak su banyosuna alınmış ve 5 dk boyunca bekletilmiştir. Örneklerin 5 dk boyunca karanlıkta bekletildikten sonra 3000 devir/dk'da 5 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Örneklerin fotosentetik pigmentlerinin absorbansları % 80 derişikteki asetonun 662, 645 ve 470 nm deki absorbans değerleri temel alınarak örnekler aynı değerlerde okunmuştur. Klorofil a, klorofil b ve toplam karotenoid miktarları Lichtenthaler ve Wellburn (1985)'e göre hesaplanmıştır.

$$Klorofil\ a = 12,21A_{662} - 2,81A_{645}$$

$$Klorofil\ b = 20,13A_{645} - 5,03A_{662}$$

$$Toplam\ karoten = 1000A_{470} - 3,27C_a - 104C_b / 198$$

3.3.7.8. Metal birikimi tayini

Filamentli alg örneklerinin biyokütlelerindeki ağır metal miktarı nitrik asitle yakma yönteminden sonra Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile belirlenmiştir (APHA, 1989). Biyokütlelerindeki ağır metal miktarının belirleneceği alg örneklerinin metal konsantrasyonlarını belirlemek için ağır metallerin her birinin farklı konsantrasyondaki standartları hazırlanmıştır. Hazırlanan standartlar ICP-AES’ de ölçülerek su örneklerindeki ağır metal miktarları ppm ($\mu\text{g/g}$) olarak belirlenmiştir. Filamentli alg örneklerindeki ağır metal miktarı ppm, kuru ağırlığı baz alınarak hesaplanmıştır.

3.3.8. İstatistiksel analizler

Örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal analizleri sonucu elde edilen çevresel değişkenler ile örnekleme istasyonlarından toplanan alg türleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için CCA kullanılmıştır (Ter Braak ve Smilauer, 1998; Leps ve Smilauer, 2003). Bu analiz için CANOCO Windows paket programı kullanılmıştır. Alg türlerin çevresel değişkenlere karşı direnç düzeyleri ve toleransları Ağırlıklı Ortalama (Weighted Averaging) regresyon ile belirlenerek kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır (Juggins ve ter Braak 1992). Çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek için Spearman korelasyon testi ve regresyon analizleri ile değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. Çalışma bölgesine ait istasyonların fizikokimyasal yapısı

Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarına ait fizikokimyasal ölçüm değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Çalışma süresince bölgede en yüksek ortalama su sıcaklığı $26,4\pm 7,9$ °C ile sulama kanalı istasyonunda; en düşük ortalama sıcaklık değeri ise $14,0\pm 2,3$ °C ile Bahra Deresi’nde kaydedilmiştir. En yüksek ortalama su sıcaklığını Hancağız Baraj Göleti, Fırat Nehri ve Kayacık Barajı takip etmiştir. Ortalama yüksek su sıcaklığına sahip istasyonların diğer istasyonlara göre daha düşük rakıma sahip olduğu görülmüştür. Aynı zamanda ortalama su sıcaklığı en düşük olan Bahra Deresi ise yüksek rakıma sahip olduğu görülmüştür.

Çalışma bölgesine ait örnekleme istasyonlarına ait çözünmüş oksijen (ÇO) miktarları farklılık göstermiştir. Örnekleme istasyonlarının tümüne ait ortalama çözünmüş oksijen miktarının $7,3$ mg/L olduğu bulunmuştur. En yüksek ortalama çözünmüş oksijen $9,7\pm 5,6$ mg/L ile Kayacık Baraj Göleti 4’cü istasyonunda ölçülmüştür. Diğer taraftan, en düşük ortalama çözünmüş oksijen ise $5,2\pm 1,6$ mg/L ile Katu Deresi 3’cü istasyonunda belirlenmiştir. Çalışma bölgesine ait sucul ekosistemlerin elektriksel iletkenlikleri 366 µS/cm ile 1963 µS/cm arasında değişmiştir. En yüksek iletkenlik ortalaması 1404 ± 672 µS/cm ile Hancağız Barajında ölçülmüşken, en düşük değer ise $409,0\pm 26,7$ µS/cm ile Karkamış Barajı istasyonunda kaydedilmiştir. Örnekleme istasyonlarının pH düzeyleri arasında önemli değişimlerin olduğu bulunmuştur. Çalışma bölgesindeki sucul ekosistemlerin ortalama pH’sı $8,3$ olup hafif alkalin yapıda olduğu görülmüştür. Kayacık Barajı istasyonları (pH $8,35$), Karkamış Barajı (pH $8,6$), Fıratlı (pH $8,7$) ve Sulama kanalı (pH $8,9$) istasyonlarının ortalama pH düzeyleri yüksek ölçülmüştür.

Yüksek pH özelliği gösteren bu ekosistemin suları hafif alkalın yapı göstermiştir. En düşük ortalama pH $7,15 \pm 0,1$ ile Katu Deresi 1'inci istasyonda ölçülmüştür. Ortalama pH durumuna göre bakıldığında en düşük değer Katu Deresi 1'inci istasyonunda en yüksek ortalama pH ise $8,9 \pm 0,7$ ile Sulama kanalı istasyonunda tespit edilmiştir. PO_4^{3-} , NO_2^- ve NO_3^- gibi besin tuzları çalışma bölgesindeki örnekleme istasyonlarında farklılıklar göstermiştir. Tüm örnekleme istasyonlarında ortalama PO_4^{3-} değeri $41,3 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Hancığız Barajı örnekleme istasyonunda ortalama PO_4^{3-} değeri $72,5 \pm 38,1 \mu\text{g/L}$ ile en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. Bu değeri sırasıyla Katu Deresi 3'üncü istasyonu ($55,6 \mu\text{g/L}$), Kayacık Barajı istasyonları (ortalama $45,6 \mu\text{g/L}$) ve Sacır Deresi ($45,5 \mu\text{g/L}$) takip etmiştir. Tüm istasyonlarda ortalama NO_2^- miktarı $1,79 \text{ mg/L}$ ölçülmüştür. En düşük ortalama NO_3^- değeri $0,1 \text{ mg/L}$ ile Katu Deresi 2, Fırat Nehri 1 ve 2, Hancığız Barajı istasyonlarında ölçülmüşken en yüksek ortalama ise $6,4 \text{ mg/L}$ ile Kayacık Barajı 2, 3 ve 4 istasyonlarında ölçülmüştür. Çalışma bölgesindeki sucul ekosistemlerin metal içeriği Kayacık Barajı, Sacır Deresi ve Hancığız Barajında yüksek miktarda olduğu belirlenmiştir. As^{+2} sadece Kayacık Barajı 3. ve 4. istasyonları ile Sacır Deresi istasyonunda tespit edilmiştir. Pb^{+2} tüm istasyonlarda görülmüş olup ortalama en yüksek miktara sahip metal olmuştur. Tüm örnekleme istasyonlarının ortalama Pb^{+2} değeri $0,31 \text{ ppm}$ olarak tespit edilmiştir. Örnekleme istasyonlarında; Al^{+3} , Fe , Cu^{+2} , Pb^{+2} , Ni^{+2} ve Cr^{+2} gibi metallere rastlanırken Cd^{+2} hiç bir örnekleme istasyon suyunda tespit edilememiştir.

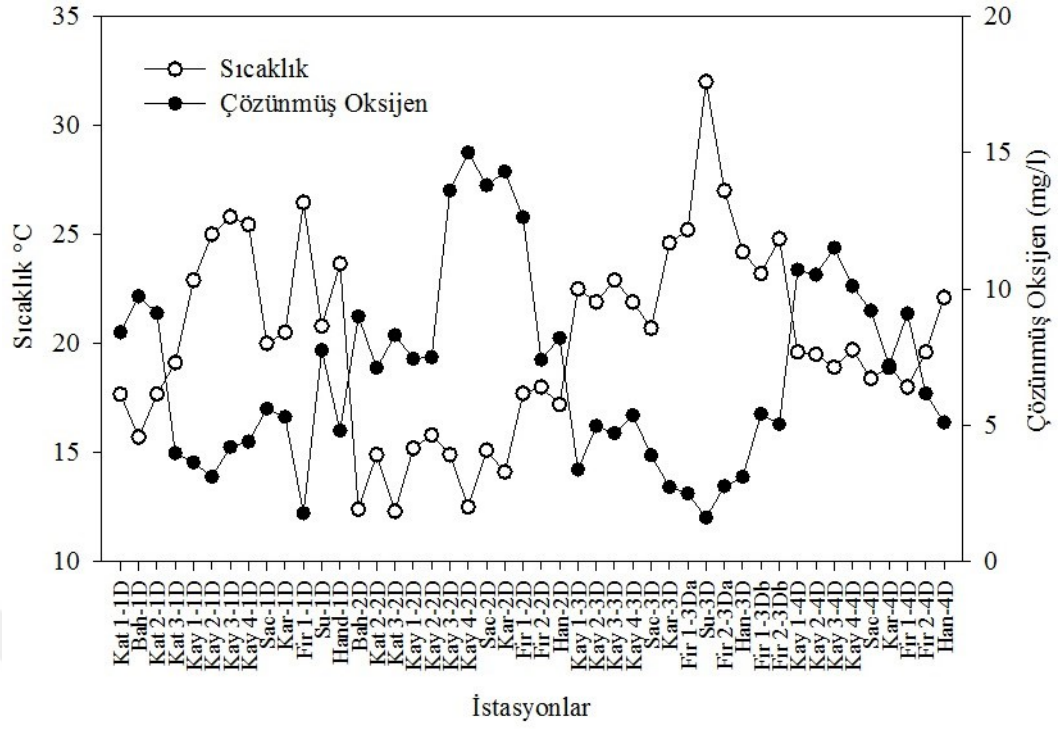
Tablo 4.1. Örneklem istasyonlarına ait ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ortalama± SS)

		Kat 1	Kat 2	Kat 3	Bah	Kay 1	Kay 2	Kay 3	Kay 4	Saç	Kar	Fır 1	Su	Fır 2	Han
Sıc	°C	17,6±2	16,3±2	15,7±4,8	14,0±2,3	20,1±3,6	21,4±3,7	21,4±3,7	21,4±3,1	18,8±2	19,5±4,3	22,2±4,1	26,4±7,9	22,4±4,3	21,8±3,2
İlet	μS/cm	597±110	529±103	820±54	659±90	708±142	908±92	908±92	907±91	1050±57	409±26	590±451	1089±182	675±339	1404±672
TÇK	mg/l	334±28	316±28	505±76	400±19	445±91	576±86	576±86	577±86	685±80	252±19	370±263	676±74	438,7±220	899±462
Tuz	ppt	0,2±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1	0,3±0	0,3±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,2±0	0,3±0,2	0,6±0,1	0,4±0,2	0,7±0,4
ÇO	mg/l	8,4±3,2	9,6±0,7	5,2±1,6	6,9±0,2	8,5±3,4	8,7±4,6	8,7±4,6	9,7±5,6	7,4±4,4	8,2±4,2	6,3±4,6	7,4±6,3	5,4±2	5,3±2,2
pH		7,15±0,1	8,2±0,1	7,8±0	7,8±0,1	8,4±0,5	8,4±0,7	8,4±0,7	8,3±0,9	8±0,2	8,6±0,5	8,7±0,5	8,9±0,7	8,3±0,7	8,3±0,7
ORP	mV	187±12	141±8	158±11	159±10	126±10	120±27	120±27	125±43	144±20	114±21	113±15	106±14	119±6	126±30
NO ₂	mg/l	0,68±0,5	0,1±0,1	0,8±0,6	0,2±0,1	0,5±0,5	6,2±7,8	6,2±7,8	6,9±9,6	2,9±1,3	0,2±0,1	0,1±0,1	0,2±0,2	0,1±0,1	0,1±0,2
NO ₃	mg/l	17,6±8,1	11,1±10,2	3,2±0,6	12,1±7,7	31±29	30,4±19,5	30,4±19,5	29,4±19,4	45,5±23,4	2,6±1,4	1,4±0,6	11,4±6,3	7,9±12,4	1,1±0,8
PO ₄	μg /L	28,1±2,1	31,3±3,1	55,6±6,6	31,1±10,2	37,3±3,1	46,3±7,1	46,3±7,1	50,3±5,1	48,3±10,8	30,3±7,7	37,7±19	33,3±12,1	28±8,2	72,5±38,1
NH ₄	mg/l	0,05±0,1	0±0	1,2±1,5	0,02±0,02	0,35±0,34	2,70±4,66	3,2±5,6	3,4±5,9	3,28±2,68	0,15±0,13	0,35±0,48	0±0	0,07±0,05	2,41±2,62
Al	mg/l	0±0	0,05±0,07	0,08±0,05	0±0	0,02±0,03	0,04±0,07	0,05±0,06	0,05±0,1	0,17±0,20	0±0	0±0	0,06±0,03	0,01±0,01	0±0
Cu	ppm	0,08±0,07	0,11±0,12	0,05±0,04	0,25±0,31	0,13±0,11	0,23±0,13	0,2±0,18	0,21±0,19	0,01±0,10	0,33±0,22	0,31±0,20	0,28±0,03	0,42±0,08	0,21±0,18
Cd	ppm	0±0	0±0	0±0	0±0	0,05±0,09	0±0	0±0	0±0	0±0	0,05±0,03	0±0	0±0	0,03±0,02	0±0
Pb	ppm	0,2±0,12	0,24±0,33	0,07±0,09	0,24±0,32	0,27±0,26	0,40±0,47	0,33±0,46	0,32±0,43	0,19±0,16	0,64±0,46	0,50±0,48	0,26±0,03	0,72±0,37	0,32±0,06
Fe	mg/l	0,02±0,01	0,06±0,04	0,09±0,006	0,01±0	0,03±0,04	0,03±0,05	0,05±0,06	0,03±0,06	0,11±0,11	0,01±0,01	0,02±0,02	0,03±0,02	0,01±0,01	0,14±0,11
Ni	ppm	0,08±0,1	0,14±0,01	0,11±0,02	0,12±0	0,12±0,14	0,28±0,26	0,23±0,13	0,19±0,10	0,13±0,03	0,15±0,02	0,19±0,16	0,11±0,04	0,15±0,11	0,24±0,21
Cr	ppm	0,06±0,06	0,13±0,05	0,05±0,03	0,13±0,04	0,07±0,05	0,18±0,4	0,15±0,1	0,12±0,06	0,12±0,06	0,11±0,06	0,10±0,11	0,11±0,07	0,11±0,07	0,17±0,14
Cl	mg/l	9,0±2,1	8,3±0,6	26,3±15,3	15,5±4,9	39,3±19	66,5±24,0	68,9±25,1	68,6±24,1	84,5±21,9	19,9±5,9	44±44,6	168,9±66,9	86,3±95,6	194,4±149,8
SO ₄	mg/l	18,0±1,1	14,2±5,9	46,2±17,1	46,1±1,1	36,2±8	53,3±12,8	54,4±13,4	54,7±12,9	53±8,7	36,5±3,2	42,2±10	33,1±2,2	43,4±7,5	56,2±18,4
Na	mg/l	9,8±2,1	8,1±2,4	27,1±3,2	21,2±0,3	30,8±8,6	65,6±16,3	66,5±14,7	66,9±13	61,6±7,5	19,7±2,4	47,4±64	78,6±13,3	40,4±29,7	170±147
F	mg/l	0,15±0,1	0,2±0	0,25±0,07	0,2±0	0,28±0,30	0,17±0,05	0,18±0,05	0,18±0,05	0,2±0,14	0,1±0,0	0,1±0	0,2±0,1	0,3±0,3	0,1±0,1
Bul	NTU	1,8±1	4,7±1,4	3,4±2,7	1,9±1,1	4,9±5,1	7,1±4,4	7,7±5,3	8±3,2	19,6±11,8	1,9±0,5	1,7±1	3,2±0,3	2,8±1	16,9±24,9
Sert	meq/l	2,8±0,2	2,7±0,1	3,8±0,5	3,1±0,1	3,1±0,7	3,4±0,5	3,3±0,4	3,2±0,3	4±0,2	2,3±0,5	2,9±1,4	3,2±1,3	2,7±1,2	3,2±1
Mg	mg/l	10,8±0,5	9,2±1,8	26,3±3,7	19,2±0,6	20,6±7,6	14,4±2,3	14,1±1,9	14,1±2	13,9±1,4	14,6±0,7	14,9±1	31,5±2,5	26,2±12,6	15,9±1,8
Ca	mg/l	83,3±4	83,2±2,5	93,9±7,1	81,8±3,9	79,7±17,6	94,1±10,2	93,9±6,8	92,8±8,4	128±8,9	43,3±2,1	53,2±28	76,3±43,3	60,8±34,6	96,2±38
As	mg/l	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,28±0,55	0,33±0,65	0,13±0,25	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

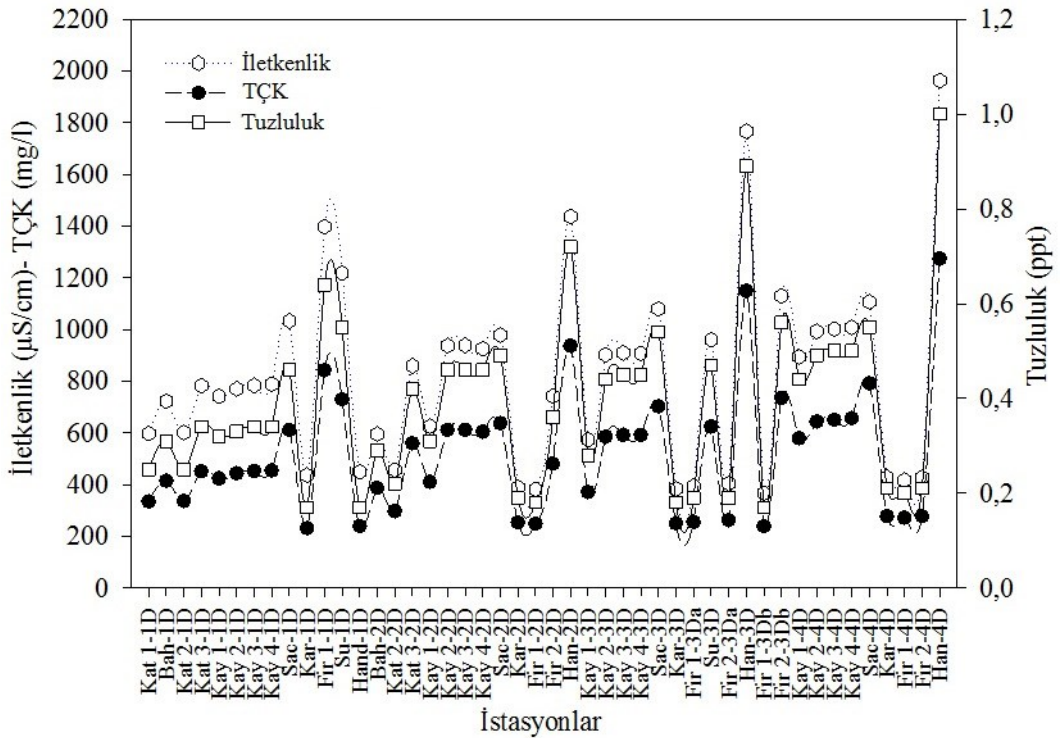
Kasım 2012 ile Aralık 2014 tarihleri arasında çalışma süresi boyunca ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde sucul ekosistemlerden yapılan bütün örneklemeleere ait fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkiler Tablo 4.2’te gösterilmiştir. Çalışma süresince örnekleme istasyonlarının su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen dağılımı Şekil 4.1’de verilmiştir. Bu iki değişken arasında negatif ilişki olduğu görülmüştür ($-r=0,617$ $p<0,01$). Aynı zamanda su sıcaklığı ile ORP ($-r=0,655$ $p<0,01$) Ni^{+2} ($-r=0,377$ $p<0,01$), Cr^{+2} ($-r=0,487$ $p<0,01$) arasında önemli negatif ilişki tespit edilmiştir. Diğer taraftan sıcaklık ile pH ($r=0,567$ $p<0,01$), Pb^{+2} ($r=0,467$ $p<0,01$) ve Cu^{+2} ($r=0,344$ $p<0,05$) arasında pozitif ilişki görülmüştür. İletkenlik ile TÇK ($r=0,977$ $p<0,01$), tuzluluk ($r=0,978$ $p<0,01$) ve PO_4^{-3} ($r=0,762$ $p<0,01$) arasında da pozitif ilişki bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı (TÇK) madde ve tuzluluk düzeyleri bir biriyle uyumlu olmuştur. Elektriksel iletkenliğin TÇK ve tuzluluk arasındaki ilişki Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Örnekleme istasyonları su pH’sı ile ORP arasında negatif korelasyon ($-r=0,854$ ve $p<0,01$) görülmüştür. PO_4^{-3} miktarı özellikle iletkenlikle ($r=0,762$ $p<0,01$), TÇK ($r=0,817$ $p<0,01$), tuzluluk ($r=0,819$ $p<0,01$) yüksek düzeyde pozitif ilişki gösterirken, pH ($-r=0,310$ $p<0,01$) ile negatif ilişki göstermiştir.

Tablo 4.2. Örnekleme istasyonlarına ait fizikokimyasal verilerinin korelasyon tablosu Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. (* p<0,05 ve ** p<0,001)

	Sıc	İlet	TÇK	Tuz	ÇO	pH	ORP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	NH ₄	Al	Cu	Cd	Pb	Fe	Ni	Cr	Cl	SO ₄	Na	Mn	Cn	Bul	Sert	Mg	Ca
Sıc																											
İlet	,280																										
TÇK	,113	,977**																									
Tuz	,113	,978**	,999**																								
ÇO	-,617**	-,176	-,064	-,060																							
pH	,567**	-,052	-,157	-,158	-,359*																						
ORP	-,655**	,056	,167	,171	,369*	-,854**																					
NO ₂	-,083	,164	,215	,211	,337*	-,487**	,370*																				
NO ₃	,076	,218	,241	,225	-,009	-,188	,106	,394**																			
PO ₄	-,015	,762**	,817**	,819**	-,039	-,310*	,248	,246	,074																		
NH ₄	-,202	,276	,359*	,356*	,348*	-,011	,107	,015	-,125	,402**																	
Al	,139	,114	,084	,086	-,163	,089	-,075	-,035	,411**	-,078	-,038																
Cu	,344*	,238	,205	,206	-,321*	-,059	-,074	,250	,467**	,106	-,207	,087															
Cd	-,081	-,030	-,045	-,044	-,104	-,127	,147	-,063	-,134	,073	-,033	-,080	-,133														
Pb	,467**	,136	,057	,060	-,486**	,342*	-,272	-,072	,305*	-,169	-,227	,201	,779**	-,079													
Fe	,038	,146	,137	,140	-,161	,041	,012	-,095	,322*	,007	-,043	,943**	-,020	-,055	,150												
Ni	-,377**	,081	,184	,187	,305*	-,032	,206	,103	-,016	,197	,516**	,016	-,210	-,085	-,195	,025											
Cr	-,487**	,086	,224	,219	,463**	-,386**	,363*	,260	,056	,353*	,518**	-,200	-,095	-,088	-,434**	-,225	,748**										
Cl	,327*	,908**	,877**	,882**	-,169	,089	-,058	,060	,050	,600**	,243	-,019	,288	-,118	,198	-,029	,047	,072									
SO ₄	,016	,186	,157	,152	,190	,016	-,062	-,049	-,003	-,059	-,063	,086	-,099	-,031	-,099	,059	-,101	-,080	,126								
Na	,276	,900**	,878**	,887**	-,187	-,026	-,026	,118	,012	,794**	,307*	-,028	,271	-,088	,112	-,015	,077	,160	,890**	,051							
Mn	,196	,252	,238	,238	-,288	,309*	-,233	-,185	-,070	,202	,029	,117	,044	,112	,276	,273	-,026	-,244	,141	,002	,202						
Cn	,149	,084	,035	,037	-,174	,043	-,055	-,073	,249	-,024	-,132	,507**	,091	,388**	,199	,510**	-,077	-,253	-,074	,081	-,022	,306*					
Bul.	-,032	,577**	,633**	,626**	-,006	-,303*	,217	,245	,301*	,677**	,293*	,167	,349*	-,094	,035	,127	,069	,350*	,540**	-,037	,678**	-,124	,016				
Sert	-,126	,559**	,620**	,611**	,043	-,171	,212	,196	,463**	,443**	,188	,210	,266	,045	,220	,283	,083	,076	,425**	,201	,398**	,456**	,145	,441**			
Mg	,069	,238	,217	,215	-,082	,100	-,013	-,134	,043	-,093	-,156	-,109	,019	,142	,066	-,124	-,129	-,130	,368*	,360*	,076	-,086	-,019	-,100	,291*		
Ca	-,141	,726**	,782**	,773**	,058	-,350*	,364*	,297*	,565**	,599**	,296*	,365*	,155	,029	,070	,445**	,198	,189	,497**	,146	,521**	,175	,213	,568**	,738**	,045	



Şekil 4.1. Örneklem istasyonlarına ait sıcaklık ve çözünmüş oksijen miktarları arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem, 3D: 3. Dönem, 3Da: 3. Dönem 1. Örneklem, 3Db: 3. Dönem 2. Örneklem, 4D: 4. Dönem)



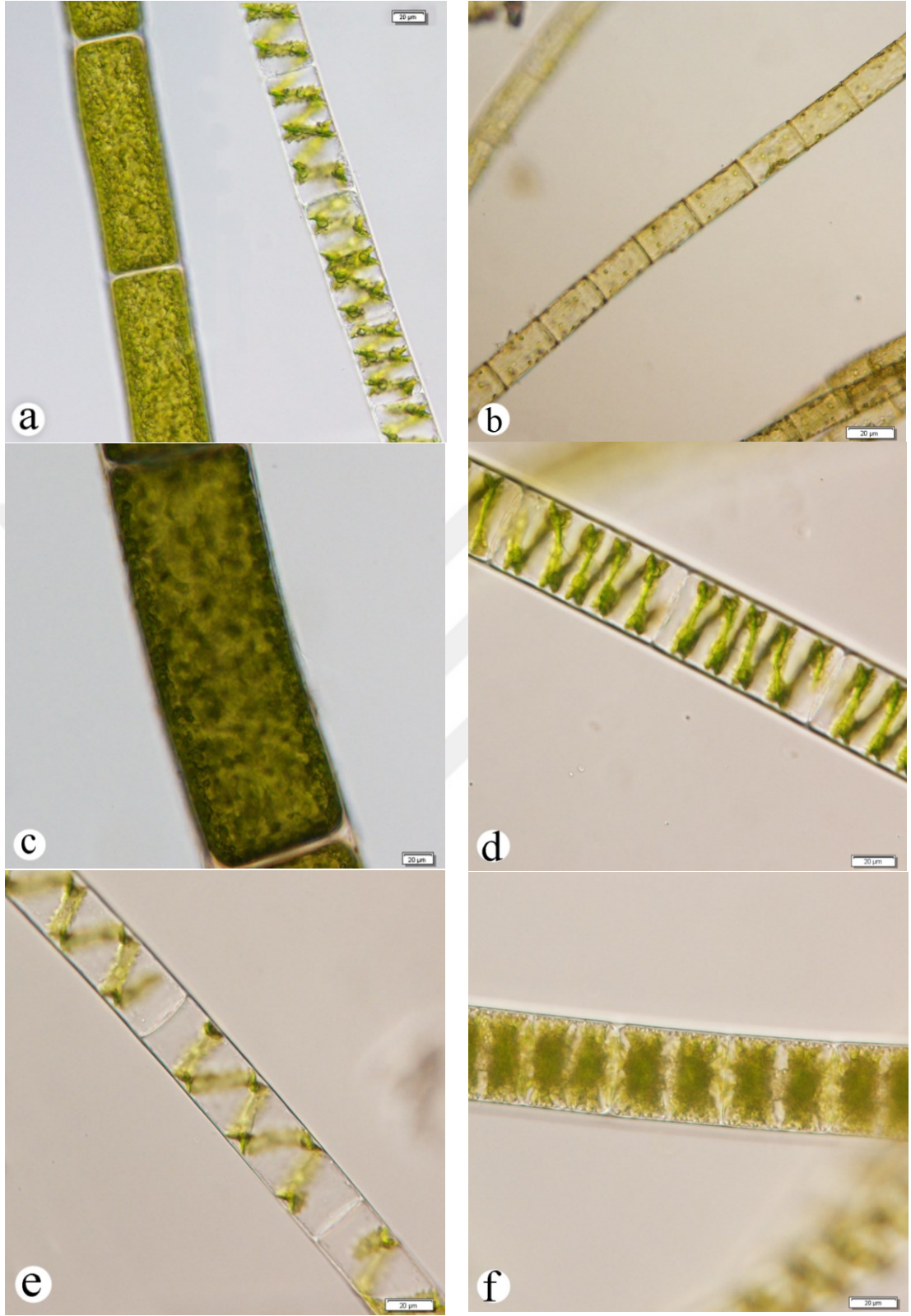
Şekil 4.2. Örneklem istasyonlarına ait elektiksel iletkenliğin TÇK ve tuzluluk arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem, 3D: 3. Dönem, 3Da: 3. Dönem 1. Örneklem, 3Db: 3. Dönem 2. Örneklem, 4D: 4. Dönem)

4.2. Filamentli algler

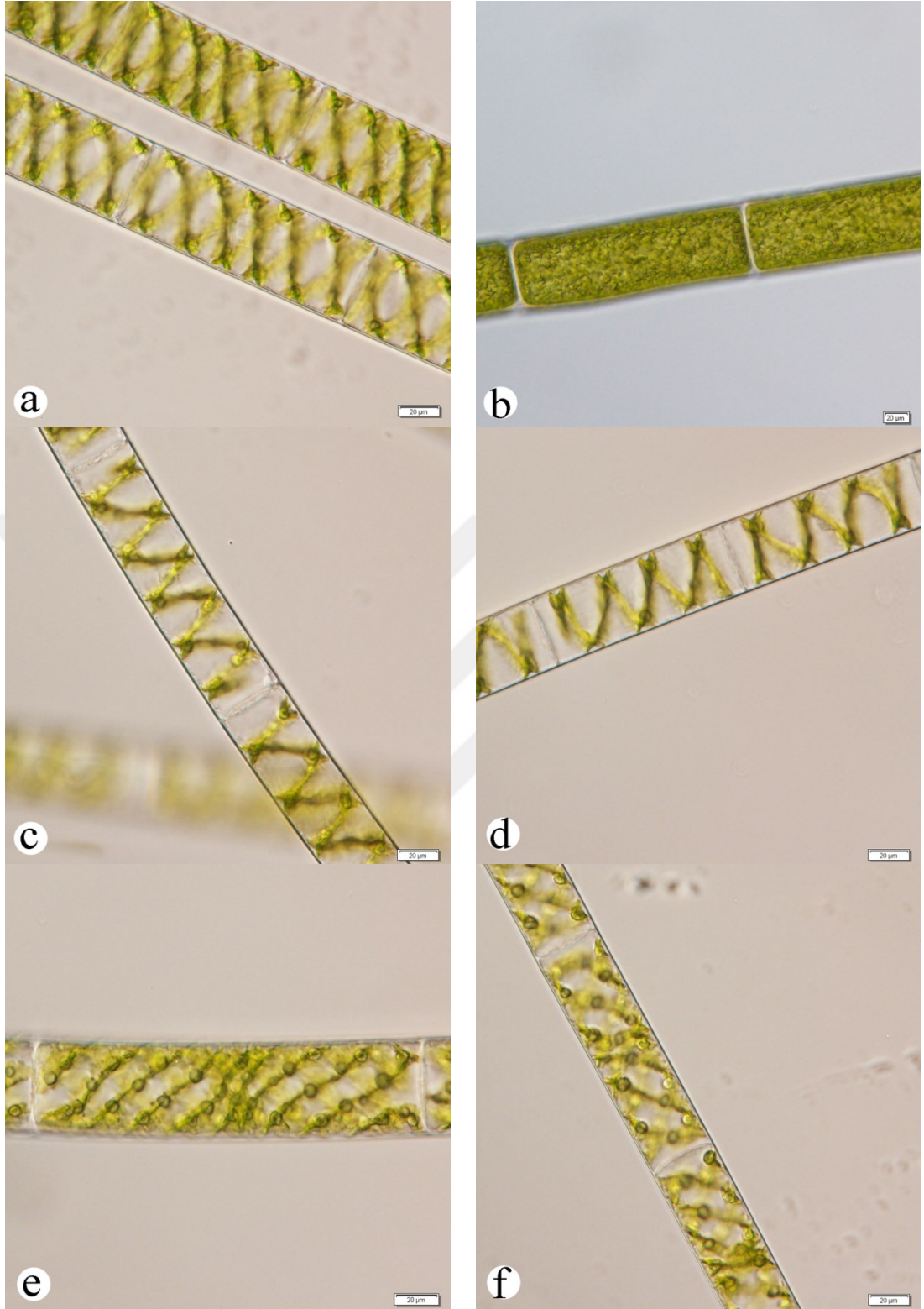
4.2.1. Filamentli alg tür kompozisyonu

Çalışma bölgesindeki örnekleme istasyonlarına ait sucul ekosistemlerde 11 *Spirogyra*, 3 *Oedogonium*, 2 şer adedi *Cladophora*, *Zygnema* ve *Ulothrix* cinsine ait olmak üzere 20 filamentli alg türü belirlenmiştir. *Cladophora* cinsi *C. glomerata* ve *C. crispata* türleri ile temsil edilmiştir. *Oedogonium* cinsi *O. capiliforme*, *O. curtum* ve *O. princeps* türleri ile temsil etmiştir. *Spirogyra* cinsini *S. dubia*, *S. longata*, *S. lutetiana*, *S. majuscula*, *S. pellucida*, *S. porticalis*, *S. pulchrifiguarata*, *S. reflexa*, *S. reticulata*, *S. Setiformis* ve *S. ternata* türleri oluşturmuştur. *Ulothrix* cinsi *U. zonata*, *Ulothrix* sp ve *Zygnema* cinsi ise *Z. pectinatum* ve *Z. stellinum* türleri tarafından temsil edilmiştir. Filamentli alg türleri Şekil 4.3-4.4'te verilmiştir.

Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarında görülen filamentli alg türlerinin istasyonlara göre dağılımları Tablo 4.3'te gösterilmiştir. Çalışma istasyonlarına ait örnekleme istasyonlarında *C. glomerata* Katu Deresi 1'inci, Katu Deresi 2'inci, Bahra Deresi, Sacır Deresi, Sulama kanalı, Karkamış Barajı ve Fırat Nehri 2'inci örnekleme istasyonları olmak üzere toplamda 7 istasyonda görülerek en yaygın görülen filamentli alg türü olmuştur. *Cladophora crispata* Katu Deresi 3'üncü, Bahra Deresi, Kayacık Baraj Göleti 1'inci, Sacır Deresi ve Fırat Nehri 2'inci örnekleme istasyonları olmak üzere toplamda 5 istasyonda görülerek en yaygın görülen ikinci filamentli alg türü olmuştur. *Spirogyra longata*, *S. lutetiana*, *S. majuscula*, *S. setiformis* ve *Z. stelinum* ikişer istasyonda görülmüşlerdir. Geriye kalan filamentli alg türleri her biri birer kez görülmüşlerdir.



Şekil 4.3. a) *Cladophora crispata* ve *Spirogyra longata*, b) *Oedogonium capilliforme*, c) *Cladophora glomerata*, d) *Spirogyra porticalis*, e) *Spirogyra reflexa*, f) *Zygnema stellinum* (skala: a-f: 20 µm)



Şekil 4.4. a) *Spirogyra dubia*, b) *Cladophora crispata*, c) *Spirogyra longata*, d) *Spirogyra lutetiana*, e) *Spirogyra pellucida*, f) *Spirogyra reticulata* (skala: a-f: 20µm)

Tablo 4.3. Filamentli alg türlerinin istasyonlara dağılımları

	Kod	Kat1	Kat2	Kat3	Bah	Kay1	Sac	Kar	Fır1	Su	Fır2
<i>Cladophora crispata</i>	clc			+	+	+	+				+
<i>Cladophora glomerata</i>	clg	+	+		+		+	+		+	+
<i>Oedogonium capilliforme</i>	oec							+			
<i>O. curtum</i>	oecu					+					
<i>O. princeps</i>	oepr					+					
<i>Spirogyra dubia</i>	spd			+		+					
<i>S. longata</i>	spl		+		+						
<i>S. lutetiana</i>	splu		+					+			
<i>S. majuscula</i>	spm		+			+					
<i>S. pellucida</i>	sppe		+								
<i>S. porticalis</i>	sppo		+	+							
<i>S. pulchrifigurata</i>	sppu		+								
<i>S. reflexa</i>	spre			+							
<i>S. reticulata</i>	spr		+								
<i>S. setiformis</i>	spse							+			+
<i>S. ternata</i>	spt								+		
<i>Ulothrix</i> sp.	ulsp						+	+			
<i>U. zonata</i>	ulz						+				
<i>Zygnema pectinatum</i>	zyp							+			
<i>Z. stellinum</i>	zys			+					+		

Çalışma bölgesine ait örnekleme istasyonlarından filamentli alg örneklerinin alındığı istasyonlara ait çevresel değişkenlerin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Çalışma süresince filamentli alglerin alındıkları sucul ekosistemler arasında fizikokimyasal parametreler bakımından önemli farklılıklar görülmüştür. Buna göre en yüksek sıcaklık (32 °C) en düşük yükseltiye (348 m) sahip olan Sulama Kanalı istasyonunda belirlenmiştir. Aynı zamanda en düşük sıcaklık (12,3 °C) ise beklendiği üzere en yüksek rakım değerine (728 m) sahip Bahra Deresi istasyonunda ölçülmüştür. İstasyonlardaki ortalama pH'nın 7'nin üstünde olduğu görülmüştür. En yüksek pH değeri 9,41 ile Sulama Kanalı'nda ölçülmüştür. Sacır ve sulama kanallarında sırasıyla 1080 ve 1060 nS/cm olarak en yüksek iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Sulama kanalı Fırat Nehri ile bağlantısı olmasına rağmen Fırat Nehrinin daha düşük iletkenlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Toplam çözülmüş katı madde miktarı (TÇK) ile iletkenlik arasında yüksek oranda paralellik olduğu görülmüştür. Filamentli algere ait örnekleme istasyonlarında TÇK miktarı 241-702 mg/L arasında değişim göstermiştir. Tuzluluk miktarları ise 0,19-0,46 ppt aralığında değişim göstermiştir. Genel olarak TÇK ve tuzluluk değerleri olarak Sacır Deresi ve Sulama Kanalı istasyonları hem yüksek hemde benzer değerler göstermiştir. PO_4^{-3}

miktarlarında önemli farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek PO_4^{-3} değeri Mayıs 2013 yılında 58,6 $\mu\text{g} / \text{L}$ Katu Deresi 3'üncü istasyonunda en düşük miktar ise Ekim 2014 tarihinde 25,6 $\mu\text{g} / \text{L}$ olarak Fırat Nehri 2'inci istasyonunda ölçülmüştür. Beşeri aktivitelerin yoğun etkisine maruz kalan Sacır Deresinde NH_4^+ ve NO_3^- gibi besin tuzlarının miktarı diğer istasyonlardan daha yüksek ölçülmüştür. Çalışma süresince Cd^{+2} hariç ağır metal iyonları Fırat Nehri istasyonları ve Karkamış Barajında yüksek ölçülmüştür. As^{+2} sadece *Cladophora* cinsine ait türlerin görüldüğü Sacır Deresi istasyonunda görülmüştür.



Tablo 4.4. Filamentli alglerin alındığı sucul ekosistemlerin ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ortalama±SS)

	Kat 1	Kat 2	Kat 3	Bah	Kay 1	Sac	Kar	Fır 1	Su	Fır 2
Sic	17,6±3,1	16,3±2,1	15,7±4,8	14,1±2,3	20±3,5	20,4±0,5	21,3±2,9	21,6±5,1	32,0±6,4	21,5±4,8
İlet	598±214	529±103	821±54	659±90	708±142	1057±33	415±28	405±17	1060±42	524±524
TÇK	334±103	316±28	505±76	400±19	445±91	657±64	255±23	263±12	624±62	340±340
Tuz	0,25±0,13	0,24±0,02	0,38±0,06	0,30±0,01	0,34±0,07	0,44±0,04	0,21±0,01	0,20±0,01	0,47±0,21	0,25±0,25
ÇO	8,41±2,3	9,6±0,7	5,1±1,6	6,9±0,2	8,4±3,4	4,8±1,2	6,2±1,3	5,8±4,7	2,99±1,3	5,4±5,4
pH	7,15±1,34	8,1±0,1	7,8±0	7,8±0,1	8,4±0,5	8,2±0,3	8,6±0,55	8,5±0,7	9,4±2,6	8,2±8,2
ORP	187±26	141±8	158±11	159±10	126±10	138±26	106±17	124±3	96±12	119±7
NO ₂	0,68±0,16	0,11±0,09	0,78±0,63	0,17±0,05	0,47±0,43	2,5±0,31	0,12±0,09	0,02±0,03	0,29±0,14	0,07±0,06
NO ₃	1,7±0,9	26,2±10,2	7,9±8,1	1,9±0,5	7±6	3,2±10	2±0,9	1,9±0,3	1,43±0,65	1,2±0,3
PO ₄	27,9±6,4	51,1±8,8	45,3±10,3	37,2±8,5	37,4±2,8	42,2±8,7	29,1±0,4	29,5±2,1	33,1±8,4	27,8±2,1
NH ₄	0,05±0,01	0,85±0,35	0,65±0,75	0,34±0,42	0,5±0,3	1,54±0,09	0,08±0,05	0,26±0,37	0±0	0,07±0,06
Al	0±0	0,065±0,078	0±0	0±0	0,058±0,068	0,320±0,184	0±0	0±0	0,037±0,012	0±0
Cu	0,011±0,002	0,065±0,049	0,12±0,057	0,25±0,311	0,22±0,147	0,015±0,007	0,44±0,079	0,325±0,035	0,499±0,125	0,463±0,047
Cd	0±0	0±0	0,005±0,007	0±0	0,051±0,101	0±0	0,067±0,083	0,105±0,092	0±0	0,037±0,064
Pb	0,425±0,012	0,07±0,085	0,115±0,163	0,245±0,318	0,273±0,246	0,30±0,127	0,843±0,257	0,74±0,339	0,498±0,16	0,617±0,387
Fe	0,022±0,001	0,055±0,035	0,055±0,049	0,01±0	0,058±0,076	0,20±0,113	0,003±0,006	0±0	0±0	0±0
Ni	0,134±0,004	0,110±0,014	0,105±0,021	0,125±0,007	0,133±0,029	0,125±0,007	0,153±0,015	0,155±0,007	0,141±0,091	0,153±0,023
Cr	0,143±0,032	0,04±0,014	0,05±0,014	0,135±0,049	0,17±0,22	0,085±0,007	0,123±0,067	0,085±0,064	0,159±0,081	0,143±0,038
Cl	9,1±2,4	8,3±0,6	26,3±15,3	15,5±4,9	39,2±19,4	75,9±32,6	18,6±6,4	27,9±8,9	216,2±95,2	40,6±34,6
SO ₄	18,1±3,1	14,2±5,8	46,2±17,1	46,1±1,1	36,4±7,7	54,6±13,0	36,6±3,8	36,6±1,6	34,5±13,2	40,1±4,1
Na	9,9±2,6	8,1±2,4	27±3,2	21,2±0,3	30,9±8,6	62,5±11,1	19,5±2,8	18,8±0,2	87,7±23,4	26,4±12,3
F	0,15±0,05	0,17±0,01	0,24±0,01	0,22±0,01	0,28±0,32	0,16±0,03	0,13±0,01	0,12±0,01	0,05±0,01	0,29±0,28
Bul	1,8±0,6	4,7±1,4	3,4±2,7	1,9±1,2	6,5±5,5	15,2±7,9	1,7±0,4	1,7±1,8	3,1±1,2	2,5±1,1
Sert	5,7±1,3	6,3±0,2	6,8±0,7	5,9±0	5,3±1,2	8,5±0,1	3,6±0,4	2,0±0,4	3,6±0,4	3,4±0,3
Mg	19,4±6,1	25,2±10,9	26,3±3,7	21,7±2,9	16,6±2,9	23,8±5,0	14,9±1,3	11,6±5	16,5±6,1	14,8±2
Ca	83,3±9,1	83,1±2,5	93,8±7,1	81,7±3,9	69,6±16,3	131,6±6,6	46,6±5,2	51,1±2,6	45,7±6,1	43,5±2,1
As	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,425±0,064	0±0	0±0	0±0	0±0

Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarından *C. crispata* ve *C. glomerata* filamentli alg türlerinin örnek alındığı istasyonlara ait fizikokimyasal değerlerin ortalama ve standart sapma miktarları Tablo 4.5'te gösterilmiştir. *Cladophora crispata* filamentli alg türünün örnek alındığı istasyonlarda ortalama en yüksek ortalama sıcaklık $20,7 \pm 3,1$ °C ile Sacır Deresinde ve en düşük sıcaklık ise $12,4 \pm 2,3$ °C ile Bahra Deresinde ölçülmüştür. *Cladophora glomerata* türü ise Sulama kanalında ($32,0 \pm 6,4$ °C) ve Bahra Deresinde ($15,7 \pm 2,6$ °C) tespit edilmiştir. *Cladophora* cinsine ait her iki türünde örneklendiği istasyonlar içinde en düşük ortalama sıcaklığa sahip olan istasyon Bahra Deresi olmuştur. *Cladophora glomerata*'nın bulunduğu istasyonların tümüne ait ortalama sıcaklık değerlerinin *C. crispata*'nın görüntüğü istasyonların tümünün ortalamasından yaklaşık olarak 2 °C daha yüksek ölçülmüştür. *Cladophora* cinsinin görüldüğü bütün istasyonların ortalama çözünmüş oksijen miktarı 6,8 mg/L olarak hesaplanmıştır. *Cladophora crispata*'nın görüldüğü istasyonlarda ortalama çözünmüş oksijen miktarı 7 mg/L olup *C. glomerata*'nın görüldüğü istasyonlarda ise ortalama 6 mg/L olarak belirlenmiştir. Ortalama en yüksek iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde miktarları (TÇK) aynı istasyonlarda belirlenmiştir. İki filamentli alg türü için ortalama en yüksek iletkenlik ve TÇK Sacır Deresinde ölçülmüş olup *C. glomerata* alg örneklerinin alındığı istasyonlardan Sulama Kanalında yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. NO_3^- değerlerine bakıldığında *C. glomerata*'nın görüldüğü Katu Deresi 2'inci istasyonu haricinde her iki türünde örneklendiği istasyonlarda ortalama NO_3^- miktarlarının bir birine benzerlik gösterdiği görülmüştür. *Cladophora glomerata*'nın örneklendiği Katu Deresi 2'inci istasyonun da ortalama NO_3^- miktarının $33,4 \pm 5,2$ mg/L gibi çok yüksek değerde olması ortalamanın üstünde olduğunu göstermiştir. *C. glomerata*'nın örneklendiği tüm sucul ekosistemlerin ortalama PO_4^{3-} miktarı 33,5 mg/L, *C. crispata*'nın örneklendiği sucul ekosistemlerin ortalama PO_4^{3-} değeri 36,5 mg/L olarak ölçülmüştür. Her iki türün tüm örneklendiği istasyonların metal miktarları benzerlik göstermiş olduğu fakat *C. glomerata*'nın örneklendiği istasyonların ortalama metal miktarlarının *C. crispata*'nın örneklendiği örnekleme istasyonlarında ölçülmüş olan ortalama metal miktarından % 25 daha yüksek olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 4.5. *C. crispata* ve *C. glomerata* türlerinin alındığı istasyonların ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ortalama $\pm$ SS)

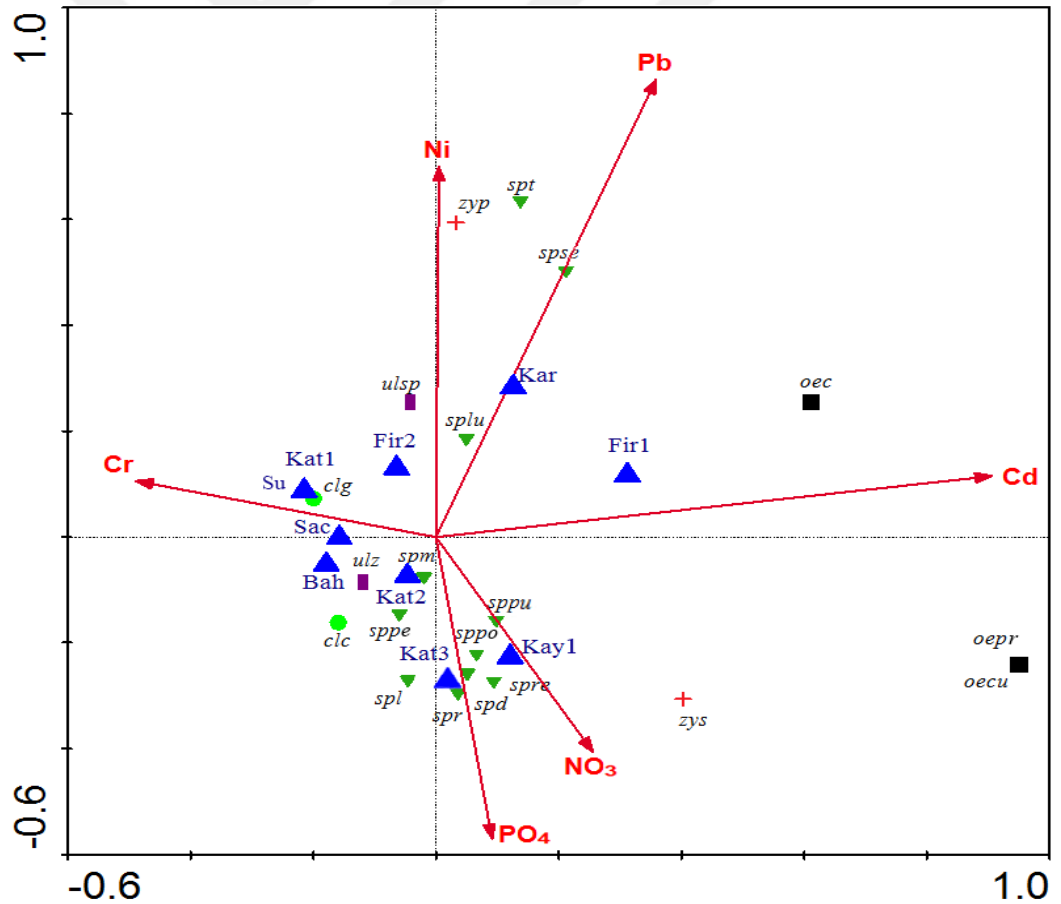
<i>C. crispata</i> ± SS						<i>C. glomerata</i> ± SS						
	Bah	Sac	Fır 2	Kat 3	Kay1	Bah	Sac	Kar	Fır 2	Kat 1	Su	Kat 2
Sıc	12,4±2,3	20,7±3,1	18,1±2,6	19,1±2,1	19,1±5,4	15,7±2,6	20,1±2,3	18,9±2,1	19,6±2,8	17,6±3,1	32,0±6,4	17,7±3,1
İlet	595±65	1080±325	742±125	782±34	683±82	722±236	1033±364	428±138	427±248	598±214	1060±42	601±64
TÇK	386±54	702±268	481±136	451±65	416±10	414±185	611±164	277±63	277±122	334±103	624±62	336±124
Tuz	0,29±0,08	0,41±0,05	0,36±0,05	0,34±0,02	0,31±0,01	0,31±0,03	0,46±0,15	0,21±0,06	021±0,04	0,25±0,13	0,47±0,21	0,25±0,15
ÇO	6,99±2,14	3,91±1,34	7,41±1,36	3,98±1,36	9,86±0,82	6,72±0,64	5,60±1,36	7,21±1,16	6,1±1,3	8,41±2,3	2,99±1,3	9,11±3,12
pH	7,81±0,13	7,98±0,94	8,73±1,2	7,81±0,64	8,39±0,02	7,74±1,35	8,34±0,35	7,98±0,65	7,43±0,08	7,15±1,34	9,41±0,07	8,1±1,6
ORP	166±23	156±27	111±24	151±35	124±14	152±19	120±23	125±36	123±31	187±26	96±12	135±45
NO ₂	0,13±0,03	2,72±1,32	0,12±0,05	0,33±0,02	0,74±0,43	0,21±0,08	2,28±1,26	0,22±0,06	0,13±0,04	0,68±0,16	0,29±0,14	0,17±0,05
NO ₃	2,32±1,45	2,47±1,02	0,86±0,12	2,1±1,3	2,11±0,4	1,55±0,91	3,84±1,02	0,99±0,64	1,1±0,5	1,7±0,9	1,43±0,65	33,4±5,2
PO ₄	43,2±9,5	36,1±5,1	25,5±3,6	43,9±15,6	35,8±3,3	31,1±9,5	48,37±2,36	29,5±6,4	29,8±7,6	27,9±6,4	33,1±8,4	47,3±7,3
NH ₄	0,64±0,13	1,61±0,35	0,12±0,08	0,12±0,03	0,71±0,16	0,04±0,01	1,47±0,36	0,14±0,06	0,09±0,01	0,05±0,01	0±0	1,11±0,31
Al	0±0	0,448±0,156	0±0	0±0	0,11±0,021	0±0	0,19±0,06	0±0	0±0	0±0	0,037±0,012	0,115±0,031
Cu	0,031±0,001	0,018±0,006	0,499±0,05	0,161±0,091	0,101±0	0,473±0,036	0,012±0,009	0,527±0,137	0,482±0,154	0,011±0,002	0,499±0,125	0,104±0,014
Cd	0±0	0±0	0±0	0,013±0,009	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Pb	0,016±0,001	0,387±0,136	0,285±0,04	0,227±0,135	0,135±0,007	0,472±0,129	0,213±0,035	0,554±0,014	0,527±0,13	0,425±0,012	0,498±0,16	0,134±0,031
Fe	0,011±0,003	0,275±0,064	0,004±0,001	0,018±0,08	0,115±0,063	0,012±0,001	0,122±0,132	0±0	0±0	0,022±0,001	0±0	0,081±0,012
Ni	0,121±0,021	0,131±0,045	0,137±0,06	0,124±0,061	0,13±0	0,125±0,03	0,124±0,103	0,146±0,05	0,141±0,031	0,134±0,004	0,141±0,091	0,101±0,032
Cr	0,101±0,041	0,091±0,031	0,172±0,04	0,064±0,007	0,315±0,233	0,166±0,041	0,078±0,023	0,199±0,141	0,158±0,087	0,143±0,032	0,159±0,081	0,048±0,012
Cl	18,9±3,2	98,9±24,6	80,5±6,8	15,5±3,4	24,5±1	12±2,1	52,8±15,3	24,1±6,1	21,5±4,6	9,1±2,4	216,2±95,2	8,7±1,6
SO ₄	46,8±9,2	63,8±14,6	43,6±7,6	34,1±3,1	31,1±2,6	45,3±12,3	45,4±6,1	39,1±8,6	41,1±16,7	18,1±3,1	34,5±13,2	18,3±3,1
Na	20,9±7,2	70,3±13,2	40,6±5,3	24,8±6,1	26,5±12,1	21,4±3,6	54,6±9,7	22,6±6,1	19,7±9,7	9,9±2,6	87,7±23,4	9,8±3,1
F	0,22±0,05	0,18±0,03	0,61±0,16	0,23±0,09	0,19±0,05	0,21±0,07	0,14±0,05	0,13±0,06	0,16±0,12	0,15±0,05	0,05±0,01	0,17±0,02
Bul	2,7±1,5	20,8±5,6	1,3±0,9	1,5±0,9	11,1±2,1	1,1±0,6	9,6±3,1	1,7±0,8	3,2±0,7	1,8±0,6	3,1±1,2	5,7±1,3
Sert	5,9±1,3	8,5±2,1	3,5±1,6	6,4±2,1	5,6±1,5	5,8±1,6	8,6±2,7	3,5±0,8	3,6±1,3	5,7±1,3	3,6±0,4	6,4±1,6
Mg	23,8±6,4	20,2±3,1	16,1±2,4	23,7±4,2	18,1±0,1	19,6±3,5	27,3±9,2	14,6±2,3	15,8±3,4	19,4±6,1	16,5±6,1	32,9±14,3
Ca	78,9±24,3	136,3±36,1	44,1±4,6	88,8±21,3	83,3±7,1	84,5±16,3	126,9±35,4	46,1±4,5	45,2±24,3	83,3±9,1	45,7±6,1	84,9±9,4
As	0±0	0,38±0,13	0±0	0±0	0±0	0±0	0,477±0,06	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

Çalışma bölgesinde *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* cinlerine ait türlerin alındığı örnekleme istasyonlarına ait fizikokimyasal değerlerin ortalama ve standart sapma miktarları Tablo 4.6’da verilmiştir. *Spirogyra* ve *Zygnema* cinslerine ait türlerin görüldüğü Katu Deresi 3’üncü istasyonun en düşük ortalama sıcaklığa sahip olduğu görülmüştür. Sadece *S. setiformis* türünün görüldüğü Fırat Nehri 2’inci istasyonunda ortalama sıcaklık değeri 27,1 °C olarak ölçülmüştür. İstasyonlara ait ortalama iletkenlik ve TÇK değerleri bir birine oldukça yakın olduğu fakat Katu Deresi 3’üncü istasyonun diğer istasyonlardan çok daha yüksek ortalama iletkenlik ve TÇK miktarına sahip olduğu görülmüştür. *Spirogyra setiformis*’in belirlendiği Fırat Nehri 2’inci istasyonunda 2,81 mg/L çözülmüş oksijen 1,5 mg/L NO₃⁻ miktarlarıyla en düşük değere sahip örnekleme istasyonu olmuştur. *Spirogyra* cinsine ait altı türün görüldüğü Katu Deresi 2’inci istasyonunda 9,61 mg/L çözülmüş oksijen miktarı ve 26,2 mg/L NO₃⁻ miktarıyla en yüksek değere sahip istasyon olmuştur.

Tablo 4.6. *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* ait örneklerin alındığı istasyonların ortalama fizikokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ort±SS)

	spm/spc/spl splu/sppe/spre	spd/sppa spref/zyste	spd/spm oec/oep	splu/ulsp/zype spse/oeca	spte/zyste	spse
	Kat 2	Kat 3	Kay 1	Kar	Fır 1	Fır 2
Sıc	16,3±2,1	12,3±1,2	19,1±3,6	22,5±2,9	21,6±5,1	27,1±2,3
İlet	529±103	859±325	697±172	409,8±37,1	405±17	404±2,01
TÇK	316±28	559±245	453±110	245,0±12,7	263±11	262±136
Tuz	0,24±0,02	0,42±0,21	0,34±0,06	0,20±0,00	0,20±0,01	0,19±0,07
ÇO	9,61±0,72	6,30±1,56	8,17±4,13	5,7±1,4	5,80±4,67	2,81±1,87
pH	8,13±0,11	7,77±0,68	8,37±0,55	8,9±0,1	8,45±0,64	8,31±0,36
ORP	141±8	166±34	130±7	96,4±3,7	124,2±3,1	124±23
NO ₂	0,11±0,09	1,22±0,16	0,27±0,23	0,10±0,01	0±0	0±0
NO ₃	26,2±10,2	13,6±3,4	16,0±7,5	2,5±0,1	1,9±0,3	1,5±0,6
PO ₄	46,1±8,8	58,7±18,6	47,2±14,1	28,9±0,1	29,5±2,1	28,1±3,5
NH ₄	0,85±0,35	1,18±0,56	0,58±0,53	0,06±0,02	0,26±0,37	0±0
Al	0,065±0,078	0±0	0,032±0,063	0±0	0±0	0±0
Cu	0,065±0,049	0,079±0,041	0,240±0,183	0,395±0,021	0,3±0,01	0,412±0,065
Cd	0±0	0,001±0,001	0,067±0,115	0,100±0,085	0,1±0,1	0,112±0,036
Pb	0,07±0,085	0,004±0,001	0,267±0,306	1,000±0,001	0,8±0,4	1,037±0,645
Fe	0,055±0,035	0,089±0,012	0,034±0,011	0±0	0±0	0±0
Ni	0,110±0,014	0,093±0,023	0,120±0,044	0,155±0,021	0,2±0,0	0,183±0,068
Cr	0,04±0,014	0,038±0,015	0,020±0,015	0,090±0,014	0,1±0,0	0,101±0,065
Cl	8,3±0,6	37,2±3,4	44,3±20,2	16,0±6,3	27,9±8,9	19,7±3,9
SO ₄	14,2±5,8	58,3±19,8	37,3±9,3	35,4±4,5	36,6±1,7	35,5±5,6
Na	8,1±2,4	29,3±3,8	29,5±9,9	17,9±0,9	18,8±0,2	18,9±4,3
F	0,17±0,01	0,25±0,12	0,30±0,36	0,10±0,001	0,10±0,01	0,10±0,05
Bul	4,7±1,4	5,3±1,8	5,4±6,2	1,75±0,64	1,70±1,84	3,1±1,5
Sert	6,3±0,2	7,3±1,6	4,8±1,3	3,6±0,5	3,5±0,3	3,1±1,8
Mg	25,2±10,9	28,9±12,3	17,4±4,9	15,1±1,8	11,6±5,1	12,5±3,5
Ca	83,1±2,5	98,9±34,3	66,8±18,7	46,8±7,4	51,2±2,6	41,2±9,8
As	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

Çevresel faktörler filamentli alg türlerinin dağılımı üzerinde önemli bir etki göstermiştir. Farklı örnekleme istasyonlarının sahip olduğu farklı fizikokimyasal değerler ile filamentli alg türlerinin ilişkisi CCA analizi sonucu ortaya konmuştur. Örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal özelliklerinin filamentli alg türlerinin dağılımındaki etkisini CCA ordinasyonunda Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Filamentli alg türleri ile çevresel değişkenler arasında ilk iki eksen % 94 ilişkili olduğu görülmüştür. Monte Carlo Testi kullanılarak ileri selection uygulaması sayesinde bu eksenlerin son derece önemli olduğunu görülmüştür ($p=0,006$, $F=1,927$) (Tablo 4.7). Parsiyel CCA sonuçları Pb^{+2} , Cd^{+2} , Ni^{+2} , PO_4^{-3} , Cr^{+2} ve NO_3^- gibi çevresel parametrelerin türlerin dağılımında önemli ($p<0,01$) rol oynadığı görülmüştür. Katu Deresi 1’inci, Katu Deresi 2’inci, Bahra Deresi, Sacır Deresi, Karkamış Barajı, Sulama Kanalı ve Fırat Nehri 2’inci istasyonlarında görülen *C. glomerata* türünün ilk eksenin negatif bölümünde konumlandığı görülmüştür.



Şekil 4.5. Örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal özelliklerinin filamentli alg türlerinin dağılımındaki etkisinin CCA sonucu

Tablo 4.7. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre filamentli alg türlerinin çevresel değişkenler arasındaki ilişkisi

Eksenler	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	Total inerşiya
Aygen değerler	0,937	0,811	0,778	0,636	9,685
Tür-çevre ilişkileri	0,982	0,948	0,944	0,855	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	9,7	18,0	26,1	32,6	
Tür-çevre ilişkisi için	25,8	48,1	69,6	87,1	
Aygen değerlerinin toplamı					9,85
Kanonikaygen değerlerinin toplamı					3,629
Monte Carlo Permütasyon Testi		F=1,927		p=0,006	

CCA sonuçları *C. glomerata* türünün örneklendiği istasyonlarda yüksek Cr^{+2} miktarlarına sahip olduğunu göstermiştir. Örnekleme istasyonlarının büyük bir çoğunluğunda görülmüş olan ve yaygın bir dağılım göstermiş olan *C. glomerata*'nın geniş tolerans sınırlarına sahip olduğu görülmüştür. *C. crispata* Katu Deresi 3'üncü istasyonu, Bahra Deresi ve Sacır Deresi istasyonlarında görülerek ilk eksenin negatif bölgesinde yer almış olup besin tuzlarıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Ayrıca Spearman korelasyon analizi bu türün bulunduğu sucul ekosistemlerin pH'sı ile anlamlı korelasyona sahip olduğu görülmüştür ($p < 0,01$ $r = 0,422$). *Spirogyra* cinsine ait filamentli alg türleri *Cladophora* cinsi filamentli alg türlerine göre daha az hareketli ve durgun suları tercih ettiği görülmüştür. Şekil 4.5'te gibi dağılım gösteren *Spirogyra* cinsine ait filamentli alg türlerinin *Cladophora* cinsi türlerine göre daha yüksek besin tuzlarına sahip ortamları tercih ettikleri görülmüş ve Spearman korelasyon analizinin sonuçlarıyla desteklenmiştir. *Spirogyra dubia*, *S. longata*, *S. porticalis*, *S. pulehrifigurata* ve *S. reticulata* türleri Katu Deresi 2'inci istasyonu, Katu Deresi 3'üncü istasyonu ve Kayacık Barajı istasyonu gibi yüksek besin tuzlarının olduğu ekosistemleri tercih etmişlerdir. *Spirogyra lutetianai* *S. porticalis* ve *S. ternata* genellikle yüksek Ni^{+2} ve Pb^{+2} bulunduğu ortamlarda görülmüştür. Fırat Nehri 1'inci istasyonunda gözlemlenen *Oedogonium* türlerinin CCA ordinasyonunun ilk eksenin pozitif bölümünde konumlandığı ve genellikle Cd^{+2} ile ilişkili olduğu görülmüştür (Şekil 4.5).

4.2.3. Filamentli alg türlerinin biyokimyasal cevabı

Çalışma süresince elde edilmiş olan filamentli alglerin biyokimyasal içerikleri Tablo 4.8-4.9'da verilmiştir. Pigment miktarının en fazla *C. crispata*'da bulunduğu bunu sırasıyla *Spirogyra* türleri ve *C. glomerata* türünün takip ettiği tespit edilmiştir. En düşük pigment miktarı ise *Oedogonium* ve *Zygnema* cinslerine ait türlerde görülmüştür. Toplam karbonhidrat, MDA, prolin ve tiyol gruplarının *Zygnema* türünde fazla olduğu görülmüştür. En yüksek toplam protein içeriği *Spirogyra* ve *Zygnema* cinsine mensup türlerde ölçülmüştür. Filamentli alglerin metal içeriği genellikle *Cladophora* ve *Spirogyra* türlerinde daha yüksek bulunmuştur. *Cladophora glomerata* türünün en büyük biyohacime sahip olduğu bunu *C. crispata* türünün takip ettiği belirlenmiştir. En düşük biyohacim *Oedogonium* türünde hesaplanmıştır. Çalışma süresince elde edilen filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri bakımından türler arasında farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra aynı filamentli alg türü farklı ekosistemlerde veya aynı istasyonun farklı örnekleme zamanlarında da farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda alg türlerinin farklı çevresel koşullarda biyokimyasal yapısında değişimler yaparak farklı cevaplar verdiği görülmüştür. Bu durum türün biyokimyasal içeriğinin biyomarkır potansiyeli hakkında ışık tutmuştur. *Cladophora glomerata* ve *C. crispata* örnekleme istasyonları arasında biyokimyasal içerikleri farklılıklar göstermiştir (Tablo 4.8).

Çalışma bölgesindeki sucul ekosistemlerden toplanan *Cladophora* cinsine ait türler olan *C. glomerata* ve *C. crispata* filamentli alglerin biyokimyasal içeriği Tablo 4.8'de verilmiştir. Bahra Deresinden toplanan *C. crispata*'nın en yüksek klorofil-*a* değerine (1479 µg/g) sahip olduğu, Sacır Deresinden örneklenen *C. glomerata* biyokütlesinin klorofil-*a* içeriği en yüksek 1626 µg/g olarak bulunmuştur. Bahra ve Sacır Dereleri hariç, *C. glomerata* ve *C. crispata* için klorofil-*a/b* oranları 1.22-1.30 ve 1.24-1.36 olarak bulunmuştur. Sacır ve Bahra Dereleri örnekleme istasyonlarının diğer istasyonlara kıyasla daha düşük metal içeriğine sahip olduğu görülmüştür. *Cladophora glomerata*'nın en düşük klorofil-*α* ve -*b* içeriğinin yüksek metal içeren su örneği alınan Karkamış Barajında gözlenmiştir. Benzer şekilde, *C. crispata*'nın en düşük klorofil-*α* ve -*b* içeriği diğer istasyonlardan daha yüksek metal konsantrasyonlarına sahip Fırat Nehri 2'inci istasyonunda elde edilmiştir.

Cladophora glomerata Sacır Deresinde (düşük ağır metal içeren istasyon) elde edilen en yüksek karoten içeriğine sahipken, Karkamış Barajında (yüksek ağır metal içeren istasyon) en düşük karoten içeriğine sahip olduğu görülmüştür. *Cladophora crispata*'nın en düşük karoten içeriği, yüksek metal miktarına sahip Fırat Nehri 2'inci istasyonunda ölçülmüştür. *Cladophora glomerata*'nın toplam protein içeriği, en yüksek Sacır Deresinde $172,0 \pm 23,0$ mg/g, en düşük Karkamış Barajında $95,0 \pm 23,1$ mg/g olarak bulunmuştur. *Cladophora crispata*, Fırat Nehri 2'inci istasyonu için en düşük toplam protein içeriği 106 ± 26 mg/g ve Bahra Deresi için en yüksek $177,0 \pm 24,2$ mg/g olarak belirlenmiştir. Yüksek ağır metal içeren istasyonlardan (Karkamış Barajı ve Fırat Nehri 2'inci) elde edilen *Cladophora* türlerinin en düşük fakat düşük ağır metal içeren istasyonlardan (Sacır Deresi ve Bahra Deresi) en yüksek protein içeriklerine sahip oldukları görülmüştür. Alglerin protein içerikleri ile ağır metaller arasında negatif ilişki olduğu görülmüştür. Spearman korelasyon analizi, pigment içeriğinin toplam protein ve besinlerle pozitif korelasyon gösterdiğini, buna karşın metal iyonları ve toplam karbonhidrat ile negatif korelasyon olduğunu göstermiştir. *Cladophora* türlerinin MDA, prolin, H_2O_2 , toplam tiyol grubu ve toplam fenolik bileşik miktarı numune alınan istasyonlar arasında değişiklik göstermiştir. *Cladophora glomerata*, Karkamış Barajı ve Sulama kanalında yüksek miktarda bu bileşiklere sahipken, *C. crispata*'nın ise Fırat Nehri 2'inci istasyonunda yüksek olduğu görülmüştür. Bu istasyonlarda *Cladophora* cinsine ait türlerin diğer istasyonlara göre daha yüksek metal iyonları içerdiği görülmüştür. Çalışma bölgesindeki sucül ekosistemlerden toplanan *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* cinslerine ait filamentli alglerin ortalama biyokimyasal değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir. Bu filamentli alglerin biyokimyasal içerikleri örneklendikleri örnekleme istasyonları arasında farklılıklar göstermiştir.

Tablo 4.8. *Cladophora* cinsine ait filamentli alglerin ortalama biyokimyasal değerleri değerleri ve standart sapma miktarları (Ort±SS). İstasyon kodları Tablo 3.1’de verilmiştir.

		<i>Cladophora glomerata</i>							<i>Cladophora crispata</i>				
		Kat1	Kat2	Bah	Sac	Su	Kar	Firt2	Kat3	Kay1	Bah	Sac	Firt2
<i>Ca</i>	µg g ⁻¹	774±71	683±54	626±44	1626±321	571±231	313±101	559±45	1272±145	1246±84	1479±94	848±67	354±34
<i>Cb</i>	µg g ⁻¹	625±65	535±32	508±55	1023±45	438±64	255±21	457±36	993±74	913±95	998±43	620±23	286±21
T.Kar	µg g ⁻¹	246±76	244±45	225±65	411±76	308±84	164±25	216±45	398±34	357±103	371±32	255±43	135±13
Prolin	µg g ⁻¹	9,9±2,5	9,2±4,2	9,8±2,5	6±3,1	17,5±3,7	11±2,1	13±3,1	9,5±3,1	9,1±2,9	5,6±4,2	10,5±3,3	18,1±7,1
MDA	µg g ⁻¹	9,3±0,9	10,8±1,6	12,2±1,1	4,8±0,9	13,8±1,5	13,7±1,6	7±0,6	4,5±1,1	2,3±0,1	2,8±0,08	7,4±2,1	10±0,8
H ₂ O ₂	µg g ⁻¹	5,1±1,2	6±2,1	5,9±1,6	3,2±0,8	9,3±2,1	12,3±2,5	9,6±0,9	4±1	3,9±0,7	3,4±1,1	5,1±2,1	11,2±2,4
Protein	mg g ⁻¹	126±32	126±41	127±29	172±23	115±32	95±23	110±32	176±24	148±8	177±34	130±24	106±26
Fenol	mg g ⁻¹	4,7±1,1	5,8±0,9	5,1±1,6	1,38±0,6	8,1±3,1	9,8±2,5	7,8±3,2	3,2±0,5	2,8±1,5	2,29±1,5	4,52±1,7	8,74±2,5
-SH	mg g ⁻¹	6,7±1,4	8,8±1,1	8,64±2,1	2,1±1,2	9,1±0,3	11,6±1,3	9,71±3,2	2,8±0,5	5,4±3,7	1,76±3,1	5,76±4,1	10,33±3,4
T.Karb	mg g ⁻¹	334±23	346±45	357±22	303±31	402±18	440±32	438±31	305±34	246±41	270±17	296±26	441±32
Ni	mg g ⁻¹	3,05±0,41	2,81±0,24	2,3±0,7	1,03±0,9	3,47±0,52	4,43±0,54	3,81±0,5	2,03±0,83	1,42±0,43	1,317±0,6	2,407±0,5	4,1±0,3
Cr	mg g ⁻¹	1,16±0,03	1,34±0,05	1,44±0,02	0,33±0,02	1,31±0,03	1,58±0,05	1,35±0,01	0,42±0,05	0,82±0,05	0,63±0,04	0,91±0,05	1,51±0,08
Pb	mg g ⁻¹	2,3±0,04	2,90±0,02	2,8±0,01	0,17±0,01	3,14±1,2	3,64±0,09	3,43±0,08	0,3±0,05	0,42±0,03	0,2±0,06	1,55±0,31	3,1±0,2
Cd	mg g ⁻¹	0,61±0,13	0±0	0,44±0,21	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,05±0,05	0,02±0,011	0±0	0,13±0,015
Cu	mg g ⁻¹	1,1±0,01	1,20±0,07	1,54±0,24	0,57±0,02	1,6±0,03	1,8±0,04	1,57±0,04	1,17±0,05	1±0,32	0,57±0,06	0,95±0,09	1,8±0,12

Yüksek metal içeriğine sahip olan Fırat Nehri 2'inci istasyonundan elde edilen *Spirogyra* cinsine ait filamentli alg türlerinin en düşük klorofil-a, klorofil-b, karoten ve toplam protein içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Oysaki Katu Deresi 2'inci istasyonu düşük metal iyonlarına sahip olması nedeniyle biyokimyasal içeriklerin yüksek olduğu görülmüştür. Katu Deresi 2'inci istasyonunda *Spirogyra* cinsine ait filamentli alg türlerinin biyokütlesinin klorofil-a içeriği en yüksek 1184 µg/g iken Fırat Nehri 2'inci istasyonunda 411 µg/g ile en düşük değerde belirlenmiştir. Klorofil a/b oranı, 1,48 ve 1,63 arasında değiştiği ve bu değer *Cladophora* cinsine ait türlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Fırat Nehri 2'inci istasyon ve Katu Deresi 2'inci istasyonları için toplam protein içeriği sırasıyla 132,0±34,3 mg/g ve 218,5±45,6 mg/g olarak bulunmuştur. Katu Deresi 2'inci istasyon Fırat Nehri 2'inci istasyonuna kıyasla daha yüksek PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ ve Mn daha düşük ağır metal (örn. Ni^{+2} , Cr^{+2} , Pb^{+2} , Cd^{+2} ve Cu^{+2}) konsantrasyonlarına sahiptir. Fırat Nehri 1 ve Fırat Nehri 2 istasyonlarının toplam karbonhidrat içeriği yüksek bulunurken, Katu Deresi 2, Katu Deresi 3 ve Kayacık Barajı örnekleme istasyonlarında daha düşük ölçülmüştür. Fırat Nehri örnekleme istasyonları algal biyokütledeki karbonhidrat içeriği ve metal içeriği yüksek belirlenmiştir. Örnekleme istasyonları arasında *Spirogyra* ve diğer filamentli türlerin MDA, prolin, H_2O_2 , toplam tiyol grubu ve toplam fenolik bileşik konsantrasyonu değişiklik göstermiştir. Fırat Nehri 2'inci istasyonundan elde edilen *S. setiformis* biyokütlesindeki MDA, H_2O_2 , toplam tiyol grubu, toplam fenolik bileşik ve prolin değerleri diğer *Spirogyra* türlerinin bulunduğu örnekleme istasyonlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca *S. setiformis* diğer yüksek metal iyonuna sahip istasyonlardaki *Spirogyra* örnekleri ile kıyaslanmıştır. Yüksek pigment içeren Katu Deresi 2 istasyonundan elde edilen *Spirogyra* türleri, diğerlerine kıyasla daha düşük H_2O_2 , toplam tiyol grubu ve toplam fenolik birleşire sahip olduğu görülmüştür.

Cladophora cinsi filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkisi Tablo 4.10'da verilmiştir. *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki Tablo 4.11'da verilmiştir.

Tablo 4.9. *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* cinslerine ait türlerin ortalama biyokimyasal değerleri ve standart sapma miktarları (Ort±SS)

		<i>spm/sppu/spl/splu/sppe/spr</i>	<i>spd/sppo/spre/zys</i>	<i>spd/spm/oecu/oepr</i>	<i>splu/ulsp/zyp/spse/oec</i>	<i>spt/zys</i>	<i>spse</i>
		Kat2	Kat3	Kay	Kar	Fır1	Fır2
<i>Ca</i>	µg g ⁻¹	1184±92	977±53	959±296	575±89	444±123	411 ±43
<i>Cb</i>	µg g ⁻¹	758±115	604±125	612±302	353±74	279±76	277±89
T.Kar	µg g ⁻¹	372±52	281 ± 23	299±49	268±32	145±14	113±19
Prolin	µg g ⁻¹	51,2±21,4	59,3±20,1	60,8±25,1	22,3±24,4	47,7±18,7	61,0±19,2
MDA	µg g ⁻¹	6,25±5,02	3,17±3,54	8,37±1,91	4,95±3,04	6,97±2,21	8,53±3,41
H ₂ O ₂	µg g ⁻¹	4,35±1,77	10,48±2,44	5,57±1,89	5,95±1,34	6,55±2,53	31,10±4,08
Protein	mg g ⁻¹	218,5±45,6	215,6±21,6	180,0±70,8	136,9±59,5	172,4±20,7	132,0±34,3
Fenol	mg g ⁻¹	2,10±1,70	6,63±1,2	5,93±7,33	3,25±0,21	7,88±2,4	8,95±2,47
-SH	mg g ⁻¹	2,50±0,42	3,59±0,53	5,00±1,05	3,70±3,68	5,46±0,51	7,55±2,33
T.Karb.	mg g ⁻¹	342±94	370±99	385±52	547±160	647±30	758,6±60
Ni	mg g ⁻¹	0,35±0,21	0,49±0,25	0,63±0,25	0,85±0,07	0,85±0,07	0,99±0,21
Cr	mg g ⁻¹	0,30±0,14	0,50±0,13	0,53±0,32	1,40±0,00	1,85±0,78	2,25±0,74
Pb	mg g ⁻¹	0,05±0,07	0,08±0,04	0,43±0,67	1,30±0,00	1,05±0,21	1,75±0,42
Cd	mg g ⁻¹	0,01 ± 0,02	0,02±0,03	0,07±0,12	0,10±0,00	0,15±0,07	0,14±0,05
Cu	mg g ⁻¹	0,35±0,21	0,49±0,31	0,63±0,25	0,85±0,07	0,85±0,07	0,99±0,41

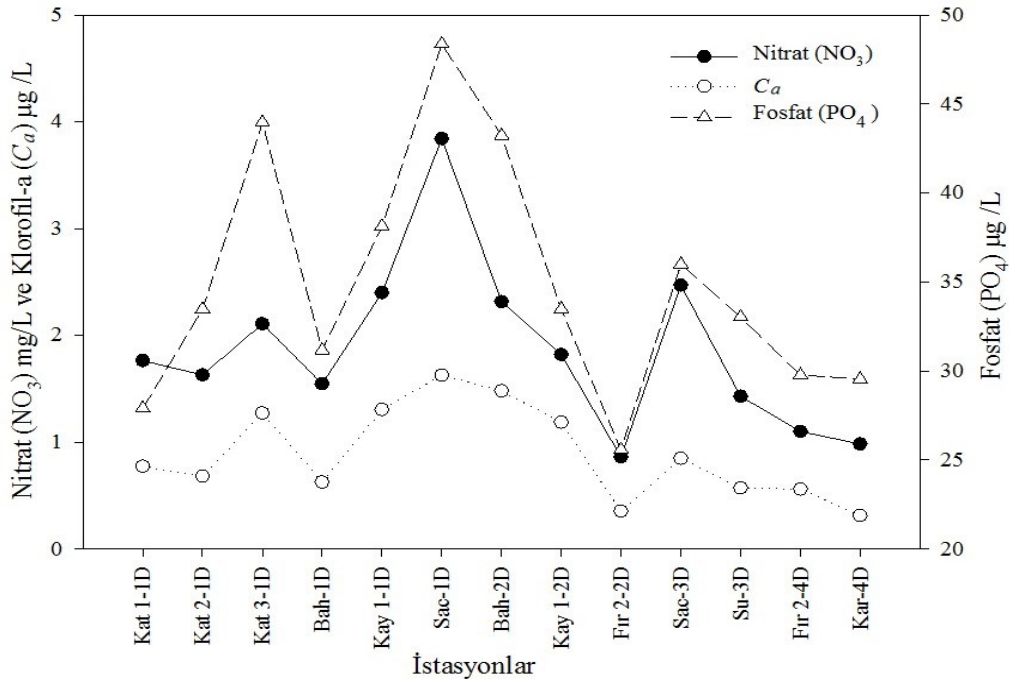
Tablo 4.10. *Cladophora* cinsine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki. Spearman korelasyon testi uygulanmıştır (* p<0,05 ve ** p<0,001).

	Sıc	İlet	TÇK	Tuz	ÇO	pH	ORP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	NH ₄	Al	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr	Cl	SO ₄	Na	Bul	Mg	Ca	As	Klo-a	Klo-b	T.Kar	Protein	T.Karb	Prolin	MDA	H ₂ O ₂	Fenol	-SH	Nif	Crf	Pbf	Cdf		
Sıc																																								
İlet	,551																																							
TÇK	,489	,978**																																						
Tuz	,544	,963**	,950**																																					
ÇO	-,534	-,610*	-,613*	-,575*																																				
pH	,634*	,553*	,557*	,681*	-,205																																			
ORP	-,621*	-,217	-,218	-,354	,123	-,793**																																		
NO ₂	,177	,681*	,709**	,562*	-,291	,035	,076																																	
NO ₃	-,028	,559*	,518	,524	-,143	-,004	,154	,749**																																
PO ₄	-,040	,425	,386	,439	-,283	,048	,064	,449	,866**																															
NH ₄	-,020	,561*	,631*	,507	-,142	,083	,036	,909**	,803**	,591*																														
Al	,132	,604*	,673*	,462	-,190	,123	,041	,875**	,531	,283	,824**																													
Cu	,287	-,285	-,280	-,205	-,170	,222	-,478	-,596*	-,807**	-,666*	-,685**	-,543																												
Cd	-,008	,077	,024	,062	-,375	-,153	,175	-,120	,092	,401	-,171	-,184	-,116																											
Pb	,358	-,141	-,172	-,240	-,252	-,108	-,126	-,159	-,555*	-,622*	-,463	-,083	,665*	-,185																										
Ni	,453	-,255	-,219	-,245	-,110	,176	-,421	-,249	-,678*	-,694**	-,421	-,180	,706**	-,296	,761**																									
Cr	,248	-,190	-,243	-,200	,476	,203	-,375	-,109	-,136	-,208	-,056	-,119	,108	-,293	-,085	,118																								
Cl	,810**	,690**	,711**	,734**	-,622*	,773**	-,528	,192	-,059	-,075	,089	,237	,271	-,161	,210	,360	-,094																							
SO ₄	-,020	,420	,547	,402	-,539	,083	-,056	,502	,238	,233	,596*	,476	,000	-,093	-,109	-,127	-,243	,272																						
Na	,766**	,860**	,885**	,867**	-,702**	,703**	-,491	,523	,259	,190	,432	,484	,052	-,110	,066	,160	-,074	,913**	,513																					
Bul	,080	,488	,569*	,380	-,004	,134	,002	,805**	,518	,277	,833**	,950**	-,595*	-,216	-,237	-,238	,030	,156	,397	,389																				
Mg	-,260	,426	,373	,411	-,230	-,167	,366	,464	,865**	,874**	,520	,255	-,715**	,353	-,548	-,785**	-,447	-,191	,173	,049	,180																			
Ca	-,206	,538	,534	,403	-,107	-,201	,426	,822**	,828**	,608*	,786**	,772**	-,808**	,097	-,337	-,643*	-,299	-,146	,307	,159	,714**	,734**																		
As	,103	,663*	,698**	,596*	-,381	,065	-,005	,927**	,756**	,514	,861**	,779**	-,483	-,122	-,111	-,226	-,342	,203	,565*	,518	,663*	,570*	,776**																	
Klo-a	-,213	,290	,259	,320	,052	-,051	,208	,409	,869**	,893**	,605*	,245	-,828**	,263	-,825**	-,828**	-,060	-,235	,066	-,001	,344	,822**	,623*	,393																
Klo-b	-,228	,241	,201	,257	,078	-,110	,271	,343	,809**	,855**	,524	,204	-,829**	,362	-,817**	-,851**	-,043	-,287	-,011	-,074	,319	,787**	,604*	,293	,985**															
T.Kar	,153	,394	,310	,406	-,134	,113	,017	,336	,787**	,878**	,454	,154	-,665*	,363	-,663*	-,682*	,129	-,025	-,028	,177	,232	,701**	,461	,269	,901**	,903**														
Protein	,473	,089	,139	,167	-,256	,487	-,487	-,339	-,710**	-,687**	-,471	-,196	,725**	-,090	,476	,670*	-,056	,629*	-,002	,373	-,232	-,683*	-,618*	-,305	-,745**	-,732**	-,626*													
T.Karb	,349	-,018	-,052	-,058	-,265	,159	-,177	-,274	-,591*	-,621*	-,533	-,216	,738**	-,233	,863**	,710**	-,102	,375	-,079	,180	-,408	-,505	-,431	-,189	-,846**	-,867**	-,687**	,568*												
Prolin	,318	-,287	-,236	-,231	-,152	,228	-,488	-,409	-,781**	-,703**	-,509	-,351	,884**	-,227	,667*	,902**	,121	,320	,056	,129	-,426	-,778**	-,771**	-,327	-,876**	-,906**	-,751**	,739**	,727**											
MDA	-,257	,285	,240	,305	-,050	-,097	,293	,291	,796**	,905**	,469	,138	-,769**	,449	-,808**	-,888**	-,152	-,260	,067	-,048	,194	,873**	,586*	,292	,960**	,966**	,887**	-,718**	-,782**	-,867**										
H ₂ O ₂	,272	-,304	-,250	-,269	-,136	,180	-,367	-,463	-,859**	-,789**	-,594*	-,315	,871**	-,214	,754**	,906**	-,028	,330	-,033	,077	-,396	-,806**	-,733**	-,381	-,943**	-,950**	-,844**	,798**	,796**	,957**	-,919**									
Fenol	,313	-,323	-,322	-,345	,071	,132	-,399	-,392	-,797**	-,834**	-,560*	-,273	,833**	-,363	,781**	,835**	,369	,188	-,129	-,002	-,336	-,862**	-,676*	-,407	-,932**	-,932**	-,767**	,638*	,778**	,881**	-,935**	,873**								
-SH	,200	-,274	-,238	-,212	-,246	,078	-,339	-,432	-,728**	-,656*	-,580*	-,402	,873**	-,147	,749**	,813**	-,217	,264	,019	-,050	-,525	-,590*	-,675*	-,246	-,849**	-,906**	-,751**	,739**	,727**											
Nif	,228	-,343	-,296	-,333	-,140	,030	-,232	-,427	-,841**	-,802**	-,604*	-,326	,804**	-,146	,769**	,910**	-,076	,249	-,086	,005	-,424	-,762**	-,694**	-,363	-,936**	-,933**	-,852**	,762**	,772**	,930**	-,903**	,974**	,844**	,926**						
Crf	,115	-,399	-,378	-,412	,149	,046	-,207	-,495	-,865**	-,915**	-,630*	-,318	,813**	-,448	,760**	,759**	,194	,141	-,144	-,113	-,378	-,842**	-,662*	-,480	-,957**	-,953**	-,882**	,644*	,810**	,820**	-,944**	,881**	,940**	,776**	,847**					
Pbf	,253	-,306	-,300	-,331	-,086	,018	-,242	-,414	-,794**	-,819**	-,618*	-,297	,839**	-,340	,890**	,840**	,038	,229	-,107	-,003	-,420	-,743**	-,632*	-,344	-,961**	-,968**	-,839**	,663*	,883**	,867**	-,934**	,920**	,930**	,888**	,913**	,947**				
Cdf	-,230	-,155	-,236	-,227	,243	-,461	,567*	-,127	-,152	-,418	-,317	-,305	,059	-,152	,202	-,081	,055	-,267	-,291	-,340	-,339	-,049	,001	-,223	-,207	-,159	-,246	-,026	,261	-,082	-,164	-,027	,145	,027	,076	,273	,202			
Cuf	,356	-,263	-,273	-,248	-,120	,176	-,429	-,500	-,827**	-,737**	-,663*	-,444	,925**	-,036	,691**	,749**	,293	,226	-,074	,040	-,507	-,792**	-,758**	-,498	-,881**	-,855**	-,667*	,719**	,732**	,889**	-,812**	,859**	,917**	,792**	,833**	,830**	,844**	,124		

Tablo 4.11. *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* cinslerine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki. Spearman korelasyon testi uygulanmıştır (* $p < 0,05$ ve ** $p < 0,001$).

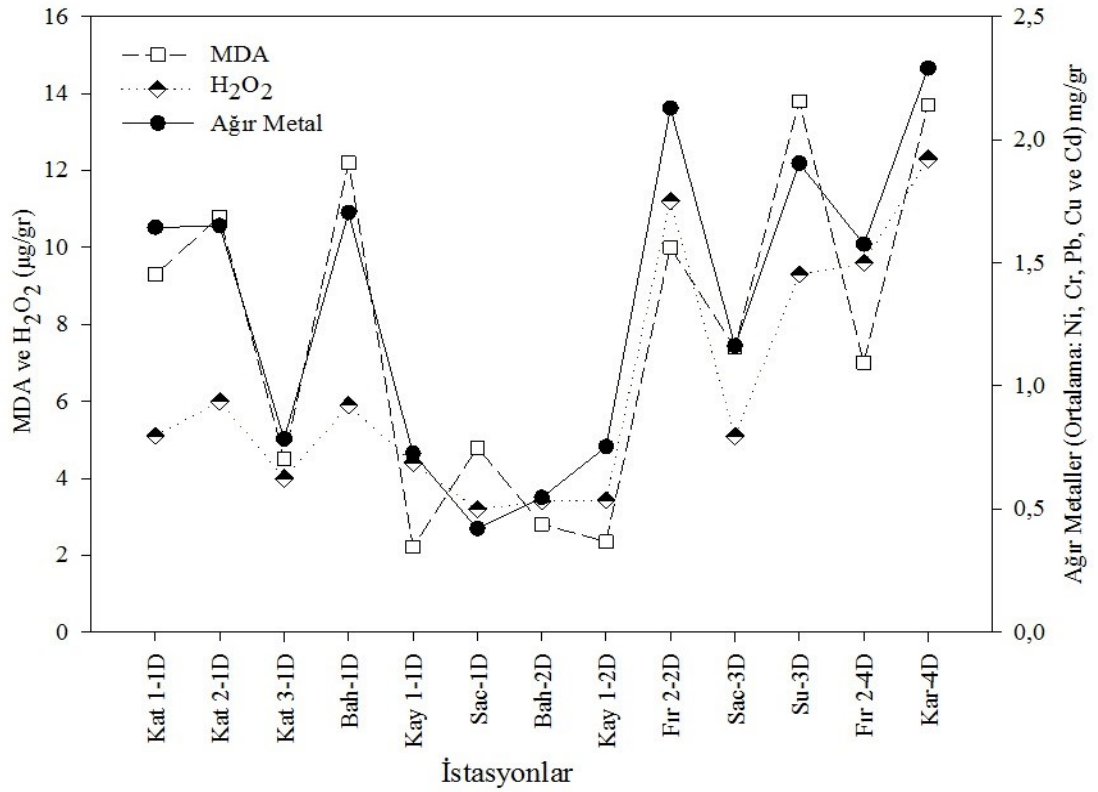
	Sıc	İlet	TÇK	Tuz	ÇO	pH	ORP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	NH ₄	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr	Cl	SO ₄	Na	Bul	Mg	Ca	Klo-a	Klo-b	T.Kar	Protein	T.Karb	Prolin	MDA	H ₂ O ₂	Fenol	-SH	Nif	Crf	Pbf	Cdf	Cuf	
Sıc																																						
İlet	-.564																																					
TÇK	-.541	.984**																																				
Tuz	-.545	.989**	.992**																																			
ÇO	-.740**	.430	.393	.404																																		
pH	.667*	-.634*	-.627*	-.592	-.654*																																	
ORP	-.699*	.634*	.674*	.609*	.360	-.760**																																
NO ₂	-.602*	.600	.609*	.606*	-.007	-.320	.615*																															
NO ₃	-.633*	.492	.425	.402	.638*	-.451	.537	.260																														
PO ₄	-.799**	.638*	.609*	.588	.561	-.519	.703*	.643*	.878**																													
NH ₄	-.828**	.479	.454	.423	.501	-.520	.693*	.684*	.782**	.938**																												
Cu	.813**	-.437	-.430	-.396	-.613*	.530	-.759**	-.448	-.814**	-.877**	-.816**																											
Cd	.397	-.047	.000	-.007	.061	-.125	-.338	-.481	-.491	-.561	-.573	.544																										
Pb	.840**	-.509	-.506	-.474	-.547	.495	-.744**	-.584	-.769**	-.863**	-.895**	.796**	.598																									
Ni	.780**	-.727*	-.712*	-.693*	-.721*	.637*	-.667*	-.478	-.779**	-.861**	-.747**	.843**	.170	.668*		.507																						
Cr	.345	-.591	-.593	-.594	-.210	.044	-.446	-.325	-.576	-.578	-.350	.544	.526	.546	.507																							
Cl	-.049	.677*	.738**	.730*	.120	-.326	.236	.206	-.115	.019	-.075	.185	.473	-.059	-.201	-.267																						
SO ₄	.048	.492	.539	.550	-.284	-.165	.119	.510	-.430	-.097	-.103	.312	.381	.215	-.045	.084	.700*																					
Na	.107	.580	.626*	.638*	-.238	-.028	.087	.376	-.251	-.052	-.122	.358	.239	.009	.032	-.281	.885**	.783**																				
Bul	-.589	.330	.335	.314	.545	-.373	.420	.391	.670*	.821**	.769**	-.707*	-.343	-.607*	-.682*	-.284	-.093	-.164	-.208																			
Mg	-.507	.432	.358	.341	.149	-.229	.502	.624*	.767**	.806**	.781**	-.679*	-.674*	-.623*	-.627*	-.458	-.251	-.109	-.143	.489																		
Ca	-.854**	.558	.549	.515	.512	-.535	.794**	.691*	.796**	.944**	.931**	-.935**	-.570	-.875**	-.857**	-.514	-.066	-.098	-.148	.704*	.804**																	
Klo-a	-.640*	.427	.393	.374	.457	-.217	.529	.440	.909**	.892**	.805**	-.830**	-.691*	-.843**	-.711*	-.706*	-.165	-.397	-.175	.669*	.803**	.856**																
Klo-b	-.624*	.367	.335	.313	.490	-.228	.488	.403	.909**	.914**	.829**	-.852**	-.648*	-.786**	-.738**	-.615*	-.230	-.408	-.271	.807**	.786**	.852**	.970**															
T.Kar	-.510	.289	.206	.223	.374	-.005	.182	.334	.776**	.680*	.650*	-.527	-.613*	-.696*	-.488	-.512	-.220	-.407	-.131	.411	.738**	.628*	.865**	.789**														
Protein	-.093	-.051	-.066	-.073	-.305	.189	.169	.277	.049	.036	.176	.034	-.578	-.414	.291	-.242	-.069	-.160	.187	-.319	.220	.106	.236	.054	.395													
T.Karb	.768**	-.683*	-.604*	-.640*	-.669*	.417	-.467	-.408	-.781**	-.753**	-.637*	.655*	.479	.764**	.697*	.691*	-.145	.176	-.080	-.410	-.580	-.686*	-.773**	-.683*	-.774**	-.245												
Prolin	.211	-.131	-.053	-.094	-.538	.360	.154	.152	-.190	-.157	-.111	.133	-.358	-.185	.384	-.323	.081	-.042	.309	-.371	-.035	-.054	.092	-.072	.078	.782**	.087											
MDA	.345	.174	.176	.125	.103	-.136	-.079	-.358	.230	.039	-.057	.138	.456	.158	-.141	-.002	.368	.047	.186	.184	-.026	-.157	-.024	.061	-.099	-.418	.150	-.291										
H ₂ O ₂	.502	-.148	-.111	-.151	-.522	-.075	.008	-.050	-.367	-.312	-.318	.369	.227	.422	.413	.391	-.014	.246	.094	-.137	-.189	-.344	-.432	-.381	-.548	-.147	.592	.106	.214									
Fenol	.416	-.218	-.146	-.177	-.737**	.350	-.032	.143	-.521	-.391	-.253	.497	-.127	.104	.650*	.067	.212	.282	.484	-.458	-.258	-.355	-.333	-.429	-.292	.664*	.414	.797**	-.139	.358								
-SH	.574	-.204	-.074	-.150	-.465	.151	-.109	-.176	-.493	-.420	-.366	.492	.539	.351	.382	.323	.387	.349	.381	-.174	-.471	-.422	-.457	-.425	-.549	-.118	.710*	.333	.458	.563	.537							
Nif	.655*	-.463	-.442	-.428	-.678*	.484	-.567	-.221	-.765**	-.755**	-.588	.904**	.304	.529	.875**	.545	.121	.275	.367	-.663*	-.548	-.764**	-.699*	-.758**	-.396	.376	.603*	.395	-.045	.367	.747**	.515						
Crf	.663*	-.645*	-.592	-.607*	-.506	.268	-.505	-.432	-.806**	-.770**	-.625*	.698*	.578	.779**	.689*	.839**	-.110	.216	-.093	-.391	-.670*	-.731*	-.877**	-.769**	-.826**	-.322	.946**	-.126	.124	.560	.309	.597	.627*					
Pbf	.667*	-.512	-.514	-.476	-.385	.273	-.686*	-.513	-.781**	-.808**	-.752**	.819**	.611*	.861**	.723*	.768**	-.043	.213	.007	-.452	-.730*	-.863**	-.900**	-.818**	-.726*	-.357	.732*	-.274	.094	.529	.161	.363	.652*	.869**				
Cdf	.581	-.591	-.518	-.536	-.372	.355	-.520	-.412	-.668*	-.592	-.471	.582	.501	.626*	.551	.644*	-.006	.175	-.025	-.118	-.651*	-.628*	-.700*	-.549	-.713*	-.386	.844**	-.163	.278	.314	.274	.621*	.504	.882**	.711*			
Cuf	.815**	-.444	-.443	-.425	-.725*	.523	-.681*	-.297	-.741**	-.736**	-.641*	.914**	.406	.766**	.787**	.576	.090	.372	.307	-.528	-.477	-.818**	-.769**	-.732*	-.541	-.016	.743**	.051	.247	.467	.533	.523	.850**	.766**	.785**	.704*		

PO_4^{-3} ve NO_3^- gibi besin tuzlarının klorofil-a,b, toplam karoten ve proteinle önemli derecede pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. NO_3^- ve PO_4^{-3} çevresel değişkenlerinin klorofil-a ile ilişkisi Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Ağır metal miktarının klorofil-a,b, toplam karoten ve proteinle negatif ilişkili iken ama MDA, H_2O_2 , fenol, -tiyol grupları, toplam karbonhidrat ve filamentli bünyesindeki ağır metal miktarları ile pozitif korelasyon gösterdiği görülmüştür. Klorofil miktarının Mg^{+2} miktarı ile önemli derecede pozitif ilişkili olduğu görülmüştür ($r=0,822$ $p<0,01$). H_2O_2 miktarının Mn ve Ca^{+2} ile negatif ilişkili olup sırasıyla $-r=0,778$ ve $0,771$ $p<0,01$ değerlerinde olduğu belirlenmiştir. Mg^{+2} ve Ca^{+2} miktarlarının aynı şekilde filamentli biyokütlesindeki ağır metal miktarıylada önemli ölçüde negatif değerde saptanmıştır.



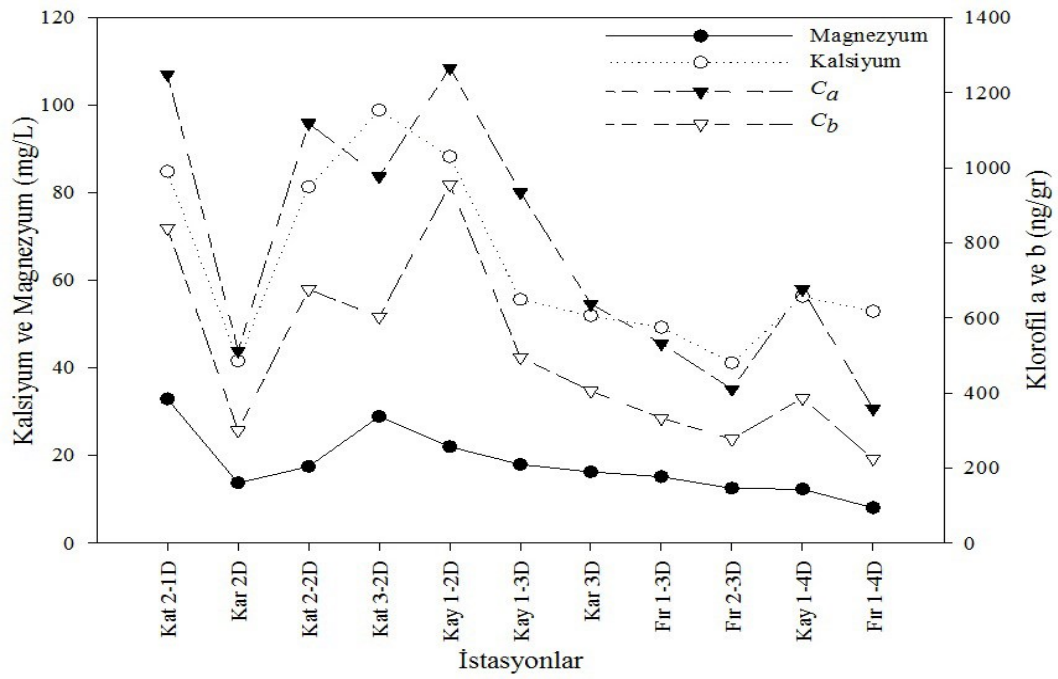
Şekil 4.6. NO_3^- ve PO_4^{-3} klorofil-a ile ilişkisi (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem 3D: 3.Dönem, 4D: 4 Dönem)

Prolin miktarının H_2O_2 ile ($r=0,739$ $p<0,01$) önemli derecede doğru orantılı olduğu saptanmıştır. MDA ve H_2O_2 ile ağır metaller arasında önemli derece pozitif ilişki görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. MDA H₂O₂ ve ağır metaller arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem 3D: 3.Dönem, 4D: 4 Dönem)

Toplam karbonhidrat miktarının iletkenlik, TÇK, tuz, ÇO, NO₃⁻, PO₄⁻³, NH₄⁺, klorofil-a,b ve toplam karotenle negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Filametli alg bünyesindeki ağır metallerin sudaki ağır metaller ile pozitif fakat besin tuzları ile negatif ilişkili olduğu saptanmıştır. Fenol, prolin ve Ni⁺² arasında pozitif ilişki belirlenmiştir (Fenolün prolin ve Ni⁺² arasındaki korelasyon katsayısı sırasıyla r=0,797 ve r=0,747 p<0,01). Filamentli alg bünyesindeki Cr⁺² miktarı ile canlının sahip olduğu toplam karoten miktarı arasında önemli derecede negatif ilişki belirlenmiştir (r=-0,826 p<0,01). Ca⁺² ve Mg⁺²,un filamentli alg bünyesinde klorofil-a,b ve toplam karoten değerleri ile önemli derecede pozitif ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.8).

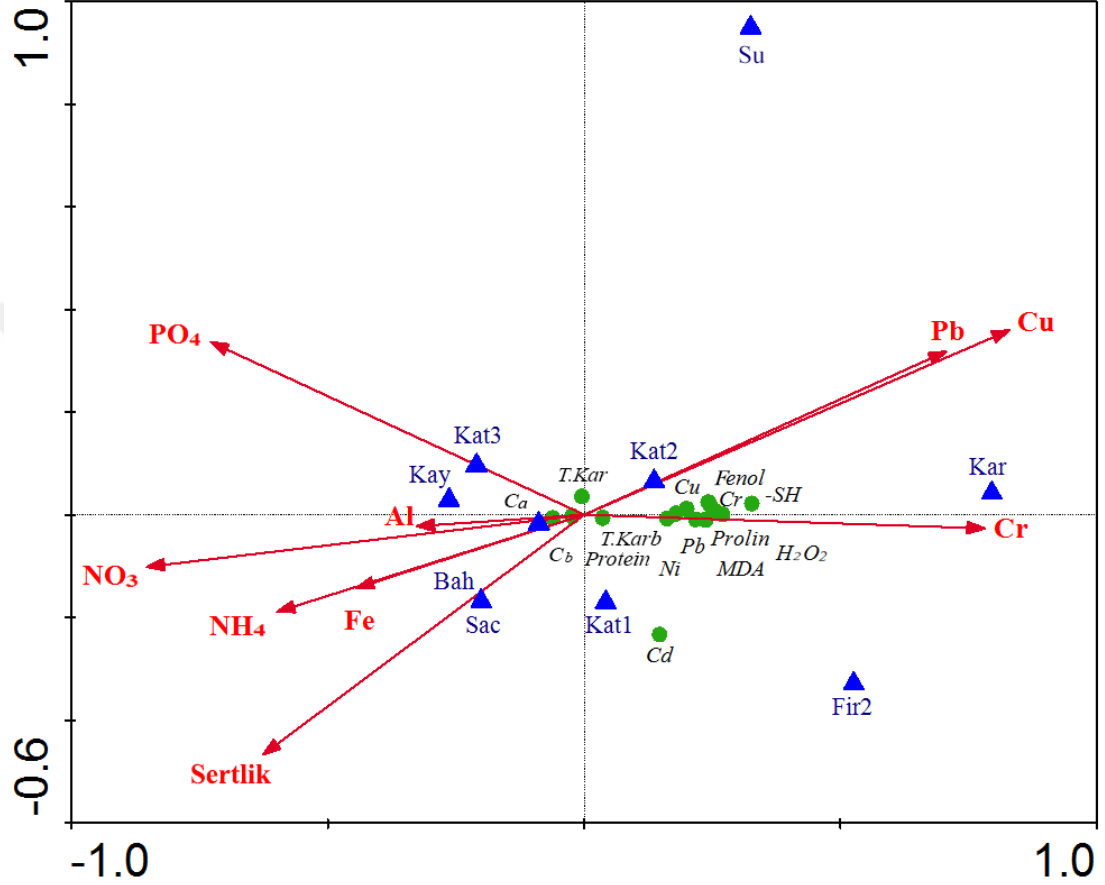


Şekil 4.8. Ca^{+2} ve Mg^{+2} filamentli alg bünyesinde klorofil-a,b arasındaki ilişki (1D: 1. Dönem, 2D: 2. Dönem 3D: 3.Dönem, 4D: 4 Dönem)

Filamentli alglerin biyokimyasal değerlerinin içinde yaşadıkları sucul ekosistemlerin çevresel faktörleri ile yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Çevresel faktörler ve biyokimyasal bileşikler arasındaki bu karmaşık ilişki halinde olan konuyu değerlendirmek için çok değişkenli yaklaşım yöntemi ile ele alınmaya çalışılmıştır. Bu amaçla çevresel faktörler ve filamentli alglerin biyokimyasal bileşenleri CCA kullanılarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.9). *Cladophora* türü filamentli algler için kümülatif varyansın toplam %92,1'lik kısmı %90 korelasyon ile CCA'nın ilk iki eksenile açıklanmıştır ($p=0.002$, $F=12.07$) (Tablo 4.12). Parsiyel CCA sonuçlarına göre ağır metaller (Cu^{+2} , Cr^{+2} , Ni^{+2} ve Pb^{+2}), besin maddeleri (PO_4^{-3} , NO_3^- , NO_2^- ve NH_4^+) ve su sertliği *Cladophora* türlerinin biyokimyasal içerikleri üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu görülmüştür ($p<0,01$). Aynı zamanda bu ilişki Sperman korelasyon analizi ile desteklenmiştir.

Pigmentlerin, toplam protein ve prolinin besin tuzlarının yakınının da yer alan ilk eksenin negatif tarafında ve ağır metallerin bulunduğu konumun karşısında toplandığı görülmüştür. Besin tuzları özellikle NO_3^- ve PO_4 miktarının pigment üretimini uyardığı fakat ağır metal iyonlarının bu duruma ters yönde etki ettiği görülmüştür. Öte yandan MDA, H_2O_2 , toplam tiyol grupları, toplam fenolik bileşikler ve metal birikimi ilk eksenin pozitif tarafında konumlandığı görülmüştür.

Bu durumun Karkamış Barajı ve Fırat Nehri 2'inci örnekleme istasyonlarındaki Cu^{+2} , Cr^{+2} ve Pb^{+2} gibi ağır metallere yakından etkilendiği göstermiştir. Ayrıca, CCA, WA ve Pearson korelasyon testi sonuçları, ağır metallerin *Cladophora* filamentli alg türlerinde MDA, H_2O_2 , toplam tiyol grubu ve toplam fenolik bileşik üretimini etkileyerek artışına neden olduğunu göstermiştir.

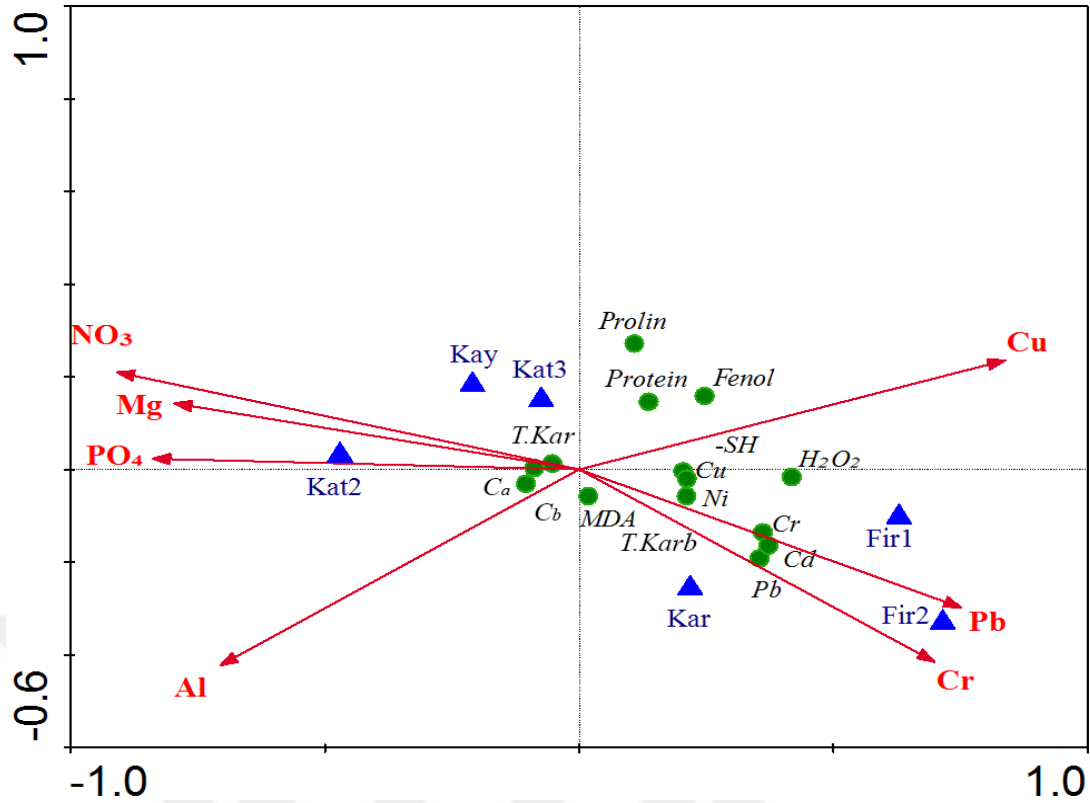


Şekil 4.9. *Cladophora* türlerinin biyokimyasal içerikleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki

Tablo 4.12. Monte Carlo permütasyon testi sonuçlarına göre *Cladophora* cinsi filamentli alg türlerinin biyokimyasal değişkenlerinin sonuçları.

Eksenler	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	Total inerşiya
Aygen değerler	0,062	0,009	0,002	0,000	0,077
Tür-çevre ilişkileri	0,994	0,905	0,933	0,949	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	80,1	92,1	94,4	94,7	
Tür-çevre ilişkisi için	84,0	96,6	99,	99,4	
Aygen değerlerinin toplamı					0,077
Kanonikaygen değerlerinin toplamı					0,073
Monte Carlo Permütasyon Testi		F=12,074		p=0,002	

Spirogyra, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* filamentli alg türlerinin CCA sonuçlarına (Şekil 4.10) göre ilk iki eksenin toplamda %93,7 kümülatif varyan ve %93 üzerinde korelasyonla biyokimyasal değerlerin çevresel değerlerle ilişkili olduğunu göstermiştir (p=0,008, F=5,965) (Tablo 4.13). *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* filamentli alg türlerinin biyokimyasal yapısı ile fizikokimyasal yapı arasındaki CCA sonucu Şekil 4.10'de gösterilmiştir. Filamentli alglerin biyokimyasal bileşiklerini etkileyen en önemli değişkenler olarak PO_4^{-3} , NO_3^- , Cr^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} , su sertliği, Mg^{+2} , Pb^{+2} ve Al^{+3} bulunmuştur. Pigmentler ve toplam protein, birinci eksenin negatif kısmında yer almıştır. Aynı zamanda NO_3^- , PO_4^{-3} , Mg^{+2} ve Al^{+3} ile yakından ilişkili olup Cr^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} ve Pb^{+2} karşı bölümünde yer almıştır. Karkamış Barajı istasyonu, Fırat Nehri 1'inci ve 2'inci istasyonlarındaki Cr^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} ve Pb^{+2} gibi ağır metallerin varlığı filamentli alglerin yapısında metal birikimine, toplam karkonhidrat, prolin, toplam fenolik birleşikler, toplam tiyol grupları, H_2O_2 ve MDA miktarlarını etkilediği görülmüştür. Birçok değişkenli faktör analiz sonuçlarına bakıldığında filamentli alg türlerinin biyokimyasal bileşimlerini yalnızca metal iyonlarının etkilemediğini bunun yanı sıra besin tuzları ve su sertliği gibi bazı fizikokimyasal değişkenlerinde etkili olduğu görülmüştür.



Şekil 4.10. *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki

Tablo 4.13. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* cinslerine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal değişkenlerinin sonuçları.

Eksenler	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	Total inerşiya
Aygen değerler	0,095	0,022	0,007	0,003	0,143
Tür-çevre ilişkileri	0,989	0,937	0,806	0,693	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	66,5	82,2	86,8	88,9	
Tür-çevre ilişkisi için	74,1	82,2	86,8	88,9	
Aygen değerlerinin toplamı					0,143
Kanonikaygen değerlerinin toplamı					0,128
Monte Carlo permütasyon testi		F=5,965		p=0,008	

Filamentli alg türlerine ait biyokimyasal içerikleri fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri sırasıyla Tablo 4.14’de verilmiştir. CCA analizi sonuçlarından elde edilen veriler *Spirogyra* türlerinin, özellikle *S. dubia*, *S. porticalis*, *S. reflexa* ve *S. pulehrifigumta*’nın esas olarak yüksek düzeyde besin tuzları (örn. PO_4^{-3} , NO_3^{-} , NH_4^{+})

içeren sucul ekosistemleri tercih edildiği görülmüştür. Öte yandan, *S. temata*, *S. setiformis* ve *S. lutetiana* yukarıda belirtilen *Spirogyra* türlerinden düşük besin değerleri içeren örnekleme istasyonlarından elde edilmiştir. *Cladophora* türleri yüksek besin tuzları içeren sucul ekosistemleri tercih etmiş olmasına rağmen *Spirogyra* cinslerinin tercih etmiş olduğu besin miktarlarına göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Öte yandan *Cladophora* türlerinin Cr^{+2} iyonlarına karşı toleranslarının daha yüksek olduğu görülmüştür. *Spirogyra setiformis*, *S. temate*, *Oedogonium capilliforme* ve *Zygnema pectinatum* yüksek Pb^{+2} iyonlarına, *S. dubia*, *S. longata*, *S. porticalis*, *S. pulehrifigurata* ve *S. reticulata* türlerine göre daha yüksek toleranslı oldukları CCA analizi tarafından desteklenmiştir. Örnekleme istasyonlarının PO_4^{-3} düzeyi, filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri üzerinde etkili olmuştur. Optimum pigment düzeyi *C. glomerata* için $32,3 \mu\text{g/L PO}_4^{-3}$ civarında, *C. crispata* için $35,6 \mu\text{g/L PO}_4^{-3}$ ve *Spirogyra*'nın türleri için ortalama $46,3 \mu\text{g/L PO}_4^{-3}$ düzeylerine gereksinim duyulmuştur. *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix* ve *Zygnema* cinslerine ait tüm türler için ise ortalama $42,8 \mu\text{g/L PO}_4^{-3}$ düzeyine gereksinim bulunduğunu göstermektedir. *Cladophora crispata* türü diğer filamentli türlere göre daha yüksek PO_4^{-3} düzeyini tercih etmiş ve bu durum CCA tarafından da desteklenmiştir. Örnekleme istasyonlarının Cu^{+2} düzeyindeki artış *C. glomerata* türünde MDA, H_2O_2 , prolin ve tiyol içeriklerinde artışa neden olmuştur. Diğer taraftan, *C. crispata* türü ise daha düşük Cu^{+2} düzeylerinde bu artış görülmüştür. Filamentli alg türlerinde metal birikimi sucul ekosistemdeki metal miktarları ile uyumlu olarak artmıştır. Pigment miktarı ise daha düşük metal içeriklerinde artış göstermiştir.

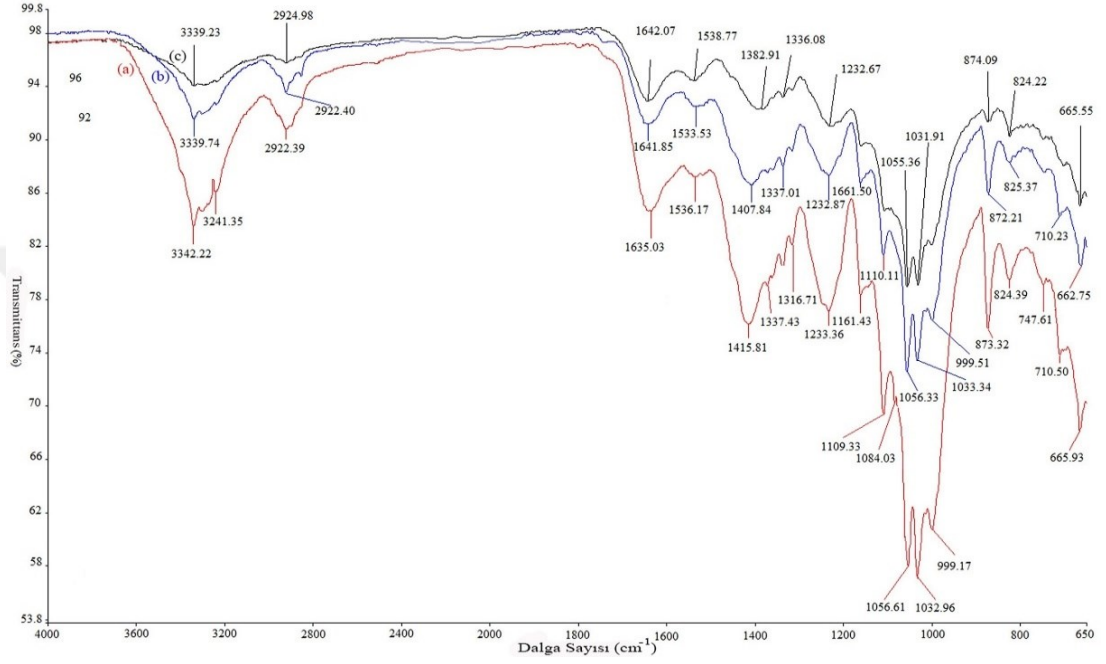
Tablo 4.14. Filamentli alg türlerine ait biyokimyasal değişkenlerin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri

		NH ₄		PO ₄		NO ₃		Mn		F		Mg		Ni		Cr		Pb		Cd	
	Kod	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.	Op.	Tol.
<i>Cladophora crispata</i>	<i>clc</i>	0,54	0,53	35,60	7,60	1,87	0,66	0,008	0,004	0,309	0,194	19,60	3,30	0,13	0,01	0,12	0,04	0,201	0,139	0,003	0,006
<i>C glomerata</i>	<i>clg</i>	0,17	0,42	32,30	5,60	1,62	0,77	0,002	0,002	0,144	0,052	18,40	3,50	0,14	0,01	0,16	0,03	0,469	0,092	0,001	0,022
<i>Oedogonium capilliforme</i>	<i>oec</i>	0,08	0,37	29,10	7,80	1,69	0,80	0,002	0,003	0,130	0,063	16,30	5,80	0,14	0,02	0,09	0,03	1,027	0,188	0,162	0,023
<i>O. curtum</i>	<i>oecu</i>	0,12	0,37	40,10	8,50	1,82	0,81	0,000	0,003	0,740	0,063	12,30	5,80	0,10	0,02	0,04	0,03	0,635	0,188	0,200	0,026
<i>Oedogonium princeps</i>	<i>oepr</i>	0,12	0,37	40,10	8,50	1,82	0,81	0,000	0,003	0,740	0,063	12,30	5,80	0,10	0,02	0,04	0,03	0,635	0,188	0,200	0,026
<i>Spirogyra dubia</i>	<i>spd</i>	1,17	0,01	62,30	3,50	2,37	0,75	0,007	0,004	0,235	0,014	23,70	4,90	0,09	0,00	0,02	0,01	0,002	0,002	0,001	0,001
<i>S. longata</i>	<i>spl</i>	0,73	0,12	46,10	4,20	1,92	0,73	0,003	0,003	0,190	0,042	22,30	2,10	0,13	0,01	0,07	0,04	0,010	0,009	0,001	0,000
<i>S. lutetiana</i>	<i>splu</i>	0,43	0,54	38,80	14,10	1,87	0,64	0,002	0,001	0,142	0,028	17,30	5,10	0,15	0,03	0,06	0,03	0,479	0,672	0,020	0,028
<i>S. majuscula</i>	<i>spm</i>	0,68	0,32	45,80	10,90	2,39	0,62	0,006	0,002	0,085	0,120	23,80	8,20	0,13	0,05	0,04	0,00	0,161	0,027	0,001	0,001
<i>S. porticalis</i>	<i>sppo</i>	0,66	0,34	44,57	8,97	2,30	0,75	0,003	0,002	0,16	0,04	20,17	4,33	0,14	0,02	0,06	0,03	0,164	0,290	0,008	0,018
<i>S. pellucida</i>	<i>sppe</i>	1,04	0,26	54,70	6,90	2,43	0,69	0,007	0,006	0,205	0,064	24,90	5,60	0,11	0,03	0,04	0,00	0,004	0,002	0,001	0,001
<i>S. pulchrifigurata</i>	<i>sppu</i>	0,90	0,37	53,50	8,60	2,83	0,85	0,004	0,003	0,171	0,063	29,50	5,80	0,09	0,02	0,03	0,03	0,142	0,188	0,001	0,026
<i>S. reflexa</i>	<i>spre</i>	1,18	0,37	58,60	8,60	2,49	0,84	0,011	0,003	0,251	0,063	28,90	5,80	0,09	0,02	0,04	0,03	0,004	0,188	0,001	0,026
<i>S. reticulata</i>	<i>spr</i>	0,81	0,37	48,80	8,60	3,12	0,87	0,003	0,003	0,160	0,063	20,90	5,80	0,13	0,02	0,04	0,03	0,003	0,188	0,002	0,026
<i>S. setiformis</i>	<i>spse</i>	0,05	0,03	28,20	1,60	1,77	0,66	0,001	0,001	0,105	0,014	12,80	0,90	0,18	0,01	0,10	0,01	1,016	0,059	0,093	0,049
<i>S. ternata</i>	<i>spt</i>	0,04	0,37	28,10	8,60	1,64	0,63	0,001	0,002	0,112	0,063	15,20	5,80	0,16	0,02	0,04	0,03	0,981	0,188	0,043	0,026
<i>Ulothrix sp.</i>	<i>ulsp</i>	1,47	0,37	48,40	8,60	2,36	0,83	0,003	0,003	0,141	0,063	27,30	5,80	0,13	0,02	0,08	0,03	0,213	0,188	0,001	0,026
<i>U. zonata</i>	<i>ulz</i>	0,76	1,01	38,60	13,80	2,34	0,82	0,002	0,001	0,131	0,014	20,50	9,60	0,15	0,03	0,08	0,00	0,584	0,524	0,020	0,028
<i>Zygnema pectinatum</i>	<i>zyp</i>	0,05	0,37	28,80	8,60	1,57	0,49	0,001	0,003	0,123	0,063	13,80	5,80	0,17	0,02	0,08	0,03	0,954	0,188	0,040	0,026
<i>Z. stellinum</i>	<i>zys</i>	0,65	0,47	36,50	19,50	2,91	0,87	0,002	0,008	0,154	0,085	12,20	14,8	0,12	0,04	0,08	0,03	0,402	0,352	0,136	0,120
	RMSE	0,40		5,11		1,56		0,002		0,097		3,42		0,01		0,02		0,08		0,007	
	R ²	0,61		0,80		0,97		0,75		0,72		0,71		0,84		0,86		0,94		0,98	

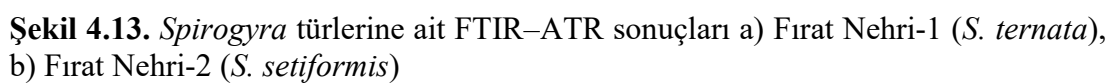
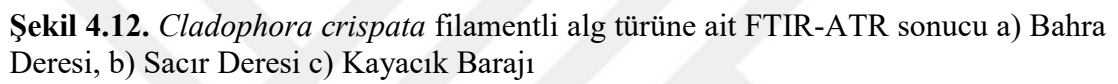
4.2.4. Filamentli alg türlerine ait FTIR-ATR analiz sonuçları

Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarından toplanan *C. glomerata*, *C. crispata* ve *Spirogyra* filamentli alg türlerine ait FTIR-ATR sonuçları Şekil 4.11-13'te verilmiştir. FTIR-ATR spektrumu, her filamentli türün yüzey yapısının kimyasal yapısında farklı piklere sahip ayırt edici biyokütle özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Analiz sonuçları her türün kendine özgü yüzey yapısı olduğu açıkça göstermiştir. Diğer taraftan, *C. glomerata* ve *C. crispata* alg türünün farklı çevresel şartlarda verdiği cevapları spektrum bantlarına yansımıştır. Bu perspektiften bakıldığında, farklı mevsimlerde sucul ekosistemlerin farklı çevresel koşullarının alg biyokütle üzerindeki etkileri FTIR-ATR analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Filamentli alg türlerinin karboksil, hidroksil, amino, fosfat gibi yüzey yapısını oluşturan kimyasal gruplar türden türe değişiklik göstermiştir. Karkamış Barajı, Fırat Nehri-2 ve Bahra Deresinden elde edilen *C. glomerata* biyokütle spektrumu Şekil 4.11'de verilmiştir. Üç örnekleme istasyonundan toplanan *C. glomerata*'nın FTIR-ATR sonuçlarında baktığımızda benzer pikler göstermiştir. Karkamış Barajı ve Fırat Nehri-2'den toplanan *C. glomerata* biyokütlesinin yüzey yapısındaki benzerlik nispeten Bahra Deresinden toplanan *C. glomerata* biyokütlesi ile karşılaştırıldığında pik değerleri daha yakın olduğu görülmüştür. Fırat Nehri-2 ve Karkamış Barajı istasyonlarının fizikokimyasal parametreleri ve FTIR-ATR sonuçlarındaki pik noktalarının yüksek benzerlikte olduğu görülmüştür. Çevresel değişkenler ve filamentli alg türlerinin yüzey yapılarındaki kimyasal yapı arasında ilişki olduğu görülmüştür. Farklı örnekleme istasyonlarından toplanan *C. crispata*, FTIR-ATR spektrumunda çeşitli pikler gözlenmiştir (Şekil 4.12). Bahra Deresi, Sacır Deresi ve Kayacık Barajından elde edilen *C. crispata* filamentli alg türüne ait FTIR-ATR sonuçlar sırası ile Şekil 4.12'de örnekleme istasyonları ise gene sırası ile a, b, c olarak gösterilmiştir. Şekil 13'te Fırat Nehri 1'inci istasyonundan alınan *S. ternata* ve Fırat Nehri 2'inci istasyonundan alınan *S. setiformis* filamentli alg türlerine ait FTIR-ATR sonuçları gösterilmiştir. *Spirogyra* türleri değiştiğinde spektrumdaki tepe piklerinin yerlerinin değiştiği görülmüştür. Özellikle, 870 cm^{-1} ile 1635 cm^{-1} arasında değişen tepe noktalarında değişiklikler gözlenmiştir. Filamentli alglerin türden türe farklı çevresel faktörlerin etkisinden farklı yüzeysel nitelikler gösterdiği görülmüştür.

Çevresel niteliklerin tür kompozisyonu ile yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Bu değişimler farklı sucul ekosistemlerin sahip olduğu fizikokimyasal değişkenlerin farklılığından ileri geldiği görülmüştür. Bu piklerdeki değişimler ortamdaki çevresel değişimler hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu durum sucul ekosistemlerdeki değişim hakkında bilgi vermesi nedeniyle sucul kaynakların yönetiminde önem arz ettiği görülmüştür.



Şekil 4.11. *Cladophora glomerata* filamentli alg türüne ait FTIR-ATR sonucu a) Karkamış Barajı, b) Fırat Nehri-2, c) Bahra Deresi



4.3. Alg tür kompozisyonu

Çalışma bölgesine ait istasyonlardan epilitik, epifitik, fitoplankton örneklemeleri yapılmıştır. Türlerin sistemik dağılımı, sayısı ve yüzdelik payları tablo Tablo 4.15’de verilmiştir. Örneklem istasyonlarına ait sucul ekosistemlerde teşhis edilen türlerin listesi Tablo 4.16’te verilmiştir. Çalışma süresince, çalışma bölgesine ait örneklem istasyonlarından teşhis edilen bazı alg türlerine ait fotoğraflar Şekil 4.14-4.15’da gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Alg türlerinin sistematik dağılımı, sayısı ve yüzdelik oranları.

Sınıf	Tür Sayı	Yüzdelik (%)
Bacillariophyceae	108	44,8
Chlorophyceae	40	16,6
Conjugatophyceae	33	13,7
Euglenophyceae	18	7,5
Cyanophyceae	14	5,8
Ulvophyceae	8	3,3
Mediophyceae	6	2,5
Trebouxiophyceae	4	1,7
Cryptophyceae	4	1,7
Dinophyceae	2	1,2
Coscinodiscophyceae	2	0,8
Chrysophyceae	1	0,4
Toplam	241	100

Tablo 4.16. İstasyonlara ait tür listesi (F: Epifitik; L: Epilitik; P: Plankton)

Türler	Kod	Sah			Yaz			Has		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg 1841	<i>aml</i>							+		
<i>A. ovalis</i> Kützing 1844	<i>amo</i>								+	
<i>Aulacoseira muzzanensis</i> (F.Meister) Krammer 1991	<i>aum</i>							+	+	+
<i>Chlamydomonas braunii</i> Goroschankin 1890	<i>chb</i>	+								
<i>Chlamydomonas lapponica</i> Skuja 1964	<i>chl</i>	+								
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard 1888	<i>chre</i>								+	
<i>Chlamydomonas zebra</i> Korschikov in Pascher 1927	<i>chz</i>									+
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849	<i>cht</i>								+	
<i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kützing 1843	<i>clc</i>							+	+	
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843	<i>clg</i>		+		+	+		+		
<i>Closterium acerosum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	<i>cla</i>					+				
<i>Closterium cornu</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	<i>clco</i>	+	+							
<i>Closterium diana</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	<i>cld</i>	+				+				
<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs 1848	<i>cll</i>				+					
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	<i>clm</i>		+			+		+		

Tablo 4.16'nin devamı

Türler	Kod	Sah			Yaz			Has		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Closterium parvulum</i> Nägeli 1849	clp							+		
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	cop	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs 1848	cog				+					
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann 1990	cra								+	
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann 1990	crc								+	
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph 1893	cyi			+						
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	cym			+				+	+	
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith 1851	cys			+	+	+	+	+	+	
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	cya	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cymbella amphicephala</i> Nägeli in Kützing 1849	cyam					+				
<i>Cymbella excisa</i> Kützing 1844	cyex					+				
<i>Cymbella gracilis</i> (Rabenhorst) Cleve 1894	cyg					+		+		
<i>Cymbella minuta</i> Hilse in Rabenhorst 1862	cymi									+
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch in Rabenhorst 1864	cysi					+				
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow 1862	dek		+		+	+		+	+	
<i>Diploneis subovalis</i> Cleve 1894	dis					+				
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing 1844	epa					+				
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830	euv								+	+
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830	frc							+	+	
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980	fru	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg 1832	goa				+	+				
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh 1831	gom		+		+					
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	gop	+	+		+	+		+	+	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg 1832	got				+				+	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	gya				+		+	+		
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann 1901	leo							+	+	+
<i>Monoraphidium contortum</i> Komárková/Legnerová 1969	moco									+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard 1979	mok									+
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981	nac				+		+			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	nacr							+		
<i>Navicula expecta</i> VanLandingham 1975	nae					+				
<i>Navicula gregaria</i> Donkin 1861	nagr	+								
<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot 1985	nam		+					+		
<i>Navicula menisculus</i> Schumann 1867	name								+	
<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt 1945	nao			+						
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing 1844	nap	+			+				+	
<i>Navicula pygmaea</i> Kützing 1849	napy				+					
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory 1822	nat	+	+	+	+	+		+		
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980	natr								+	
<i>Navicula veneta</i> Kützing 1844	nav					+			+	
<i>Navicula vulpina</i> Kützing 1844	navu					+				
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow 1862	nia	+	+					+		
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow 1880	nian					+				

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Sah			Yaz			Has		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Nitzschia calida</i> Grunow 1880	<i>nic</i>				+					
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst 1860	<i>nid</i>					+				
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.Smith) Van Heurck 1896	<i>nif</i>					+				
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow 1880	<i>nifr</i>								+	
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith 1853	<i>nili</i>							+		+
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856	<i>nip</i>				+				+	+
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978	<i>niu</i>				+	+				
<i>Oedogonium pluviale</i> Nordstedt ex Hirn 1900	<i>oep</i>							+		
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow 1903	<i>oob</i>								+	
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gomont 1892	<i>osa</i>					+				
<i>Oscillatoria brevis</i> Kützing ex Gomont 1892	<i>osb</i>								+	
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>osl</i>		+			+		+	+	
<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle 1901	<i>oss</i>							+		
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>ost</i>					+		+	+	
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory 1824	<i>pam</i>								+	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini 1840	<i>peb</i>			+						
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 183	<i>peci</i>			+						
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve 1891	<i>pimi</i>					+		+		
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen 1829	<i>scac</i>							+	+	
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann 1899	<i>scar</i>							+		+
<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977	<i>scc</i>			+	+			+	+	+
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing 1834	<i>scd</i>	+				+		+	+	
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda 1835	<i>sce</i>					+		+	+	+
<i>Scenedesmus falcatus</i> Chodat 1926	<i>scf</i>					+				
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing 1833	<i>sco</i>					+				
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829	<i>scob</i>							+	+	
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch 1866	<i>seg</i>					+				
<i>Spirogyra dubia</i> Kützing 1849	<i>spd</i>								+	
<i>Spirogyra longata</i> Kützing 1849	<i>spl</i>					+				
<i>Spirogyra lutetiana</i> Petit 1879	<i>splu</i>					+				
<i>Spirogyra majuscula</i> Kützing 1849	<i>spm</i>					+				
<i>Spirogyra pellucida</i> (Hassall) Kützing 1849	<i>sppe</i>				+					
<i>Spirogyra porticalis</i> (O.F.Müller) Dumortier 1822	<i>sppo</i>					+		+		
<i>Spirogyra pulchrifigurata</i> C.-C.Jao 1935	<i>sppu</i>				+	+				
<i>Spirogyra reflexa</i> Transeau 1916	<i>spre</i>					+		+		
<i>Spirogyra reticulata</i> Nordstedt 1880	<i>spr</i>				+					
<i>Surirella angusta</i> Kützing 1844	<i>sua</i>							+	+	
<i>Surirella biseriata</i> Brébisson 1835	<i>sub</i>						+			
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer/Lange-Bertalot 1987	<i>subr</i>	+			+	+	+	+	+	
<i>Surirella ovata</i> Kützing 1844	<i>suov</i>									+
<i>Surirella subsalsa</i> W.Smith 1853	<i>sus</i>								+	
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1888	<i>tem</i>			+						

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Bes			Kay1			Kay2		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Achantes minutissima</i> Kützing 1833	<i>acm</i>	+								
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg 1841	<i>aml</i>				+		+			
<i>Amphora ovalis</i> Kützing 1844	<i>amo</i>				+					
<i>Amphora subcapitata</i> (Kisselew) Hustedt 1959	<i>ams</i>							+		
<i>Amphora veneta</i> Kützing 1844	<i>amv</i>			+						+
<i>Asterionella formosa</i> Hassall 1850	<i>asf</i>									+
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979	<i>aug</i>				+			+		+
<i>Aulacoseira muzzanensis</i> (F.Meister) Krammer 1991	<i>aum</i>				+		+			
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 184	<i>ceh</i>									+
<i>Chlamydomonas lapponica</i> Skuja 1964	<i>chl</i>	+								
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard 1888	<i>chre</i>				+					
<i>Chlorella emersonii</i> Shihira & R.W.Krauss 1965	<i>che</i>							+	+	+
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849	<i>cht</i>		+		+					
<i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kützing 1843	<i>clc</i>	+			+					
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843	<i>clg</i>	+	+							
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs 1848	<i>clgr</i>							+		
<i>Closterium idiosporum</i> West & G.S. West 1900	<i>cli</i>							+		
<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs 1848	<i>cll</i>	+								
<i>Closterium littorale</i> F.Gay 1884	<i>clli</i>							+		
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	<i>clm</i>	+	+		+					+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	<i>cop</i>	+	+	+	+			+	+	+
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris 1867	<i>coa</i>							+	+	
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun 1855	<i>com</i>				+	+	+	+	+	+
<i>Cosmarium biretum</i> Brébisson ex Ralfs 1848	<i>cobir</i>					+		+	+	
<i>Cosmarium pygmaeum</i> W.Archer 1864	<i>copy</i>					+				
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann 1990	<i>cra</i>	+	+							
<i>Craticula cuspidata</i> (Kutzing) D.G.Mann 1990	<i>crc</i>			+	+					
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg 1832	<i>cre</i>							+		+
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja 1948	<i>crm</i>									+
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg 1832	<i>cro</i>					+			+	+
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Hérilbaud-Joseph 1893	<i>cyi</i>									+
<i>Cyclotella krammeri</i> Håkansson 1990	<i>cyk</i>	+								
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	<i>cym</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith 1851	<i>cys</i>	+	+		+		+			
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	<i>cya</i>	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Cymbella amphicephala</i> Nägeli in Kützing 1849	<i>cyam</i>	+	+							
<i>Cymbella minuta</i> Hilse in Rabenhorst 1862	<i>cymi</i>				+		+			
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch in Rabenhorst 1864	<i>cysi</i>								+	
<i>Denticula elegans</i> Kützing 1844	<i>dee</i>							+		
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow 1862	<i>dek</i>	+						+	+	
<i>Diploneis modica</i> Hustedt 1945	<i>dim</i>								+	
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing 1844	<i>epa</i>		+							

Tablo 4.16'nin devamı

Türler	Kod	Bes			Kay1			Kay2		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse 186	<i>epg</i>					+				
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda 1846	<i>euo</i>						+			+
<i>Euglena proxima</i> P.A.Dangeard 1902	<i>eup</i>									+
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830	<i>frc</i>				+	+		+	+	+
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980	<i>fru</i>	+	+	+			+			+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg 1832	<i>goa</i>				+					
<i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh 1831	<i>goan</i>								+	
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg 1832	<i>goc</i>		+				+			+
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh 1831	<i>gom</i>	+	+						+	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson 1838	<i>goo</i>	+								
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	<i>gop</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg 1832	<i>got</i>	+	+				+			
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary 1856	<i>gomo</i>	+								
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	<i>gya</i>						+			+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow 1880	<i>haa</i>							+	+	
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann 1901	<i>leo</i>				+					+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh 1831	<i>mec</i>				+					
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845	<i>megl</i>	+								
<i>Navicula accomoda</i> Hustedt 1950	<i>naac</i>							+		
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981	<i>nac</i>			+	+	+		+		+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	<i>nacr</i>				+				+	
<i>Navicula cuspidata</i> (Kützing) Kützing 1844	<i>nacu</i>	+						+		
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg 1838	<i>nal</i>							+		
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing 1844	<i>nap</i>	+	+		+	+		+		
<i>Navicula pygmaea</i> Kützing 1849	<i>napy</i>	+								
<i>Navicula radiosa</i> Kützing 1844	<i>nar</i>		+				+	+		
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory 1822	<i>nat</i>	+			+		+	+		+
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980	<i>natr</i>									+
<i>Navicula veneta</i> Kützing 1844	<i>nav</i>		+							
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg 1836	<i>navir</i>								+	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow 1862	<i>nia</i>		+					+		
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow 1880	<i>nian</i>					+		+		
<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow in Van Heurck 1880	<i>nib</i>							+		
<i>Nitzschia calida</i> Grunow 1880	<i>nic</i>				+			+		
<i>Nitzschia commutata</i> Grunow in Cleve & Grunow 1880	<i>nico</i>							+		
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith 1853	<i>nili</i>							+	+	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856	<i>nip</i>	+	+	+	+	+		+		
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst 1862	<i>nir</i>				+					
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978	<i>niu</i>								+	
<i>Oedogonium curtum</i> Wittrock/ P.Lundell ex Hirn 1900	<i>oecu</i>				+	+				
<i>Oedogonium pluviale</i> Nordstedt ex Hirn 1900	<i>oep</i>							+		
<i>Oedogonium princeps</i> Wittrock ex Hirn 1900	<i>oepr</i>				+	+				
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow 1903	<i>oob</i>				+			+	+	+

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Bes			Kay1			Kay2		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Oscillatoria brevis</i> Kützing ex Gomont 1892	<i>osb</i>							+	+	
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>osl</i>	+								
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>ost</i>	+	+		+			+	+	+
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory 1824	<i>pam</i>							+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini 1840	<i>peb</i>		+							+
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann 1907	<i>pec</i>			+						
<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) W.Archer 1871	<i>php</i>								+	
<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	<i>pim</i>	+								
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve 1891	<i>pimi</i>		+							
<i>Podohedra falcata</i> Düringer 1958	<i>pof</i>		+							
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn 1915	<i>psc</i>								+	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Ber. 1980	<i>rha</i>		+							
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann 1899	<i>scar</i>		+		+		+			
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko 1925	<i>scb</i>								+	
<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977	<i>scc</i>				+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing 1834	<i>scd</i>				+		+	+		+
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda 1835	<i>sce</i>		+	+	+	+		+		+
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing 1833	<i>sco</i>	+						+		
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829	<i>scob</i>				+		+			+
<i>Spirogyra dubia</i> Kützing 1849	<i>spd</i>				+					
<i>Spirogyra longata</i> Kützing 1849	<i>spl</i>		+							
<i>Spirogyra majuscula</i> Kützing 1849	<i>spm</i>				+					
<i>Stigeoclonium helveticum</i> Vischer 1933	<i>sth</i>							+		
<i>Surirella angusta</i> Kützing 1844	<i>sua</i>	+	+				+			+
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Ber.1987	<i>subr</i>	+			+				+	
<i>Surirella capronii</i> Brébisson 1869	<i>suc</i>	+								
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing 1849	<i>sum</i>		+							
<i>Surirella tenera</i> W.Gregory 1856	<i>sut</i>		+							
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1888	<i>tem</i>			+			+			
<i>Trachelomonas intermedia</i> P.A.Dangeard 1902	<i>tri</i>							+		
<i>Ulothrix cylindrica</i> Prescott 1944	<i>ulc</i>								+	
<i>Ulothrix subconstricta</i> G.S.West 1915	<i>uls</i>							+		
<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing 1843	<i>ult</i>							+		

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Kay3			Kay4			Dog		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Amphora inariensis</i> Krammer 1980	<i>ami</i>					+				
<i>Amphora veneta</i> Kützing 1844	<i>amv</i>	+		+						
<i>Asterococcus spinosus</i> Prescott 1949	<i>ass</i>				+					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979	<i>aug</i>			+	+		+			
<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow) Cleve 1894	<i>cas</i>					+				
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 184	<i>ceh</i>					+				

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Kay3			Kay4			Dog		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Chlamydomonas mirabilis</i> Pascher 1927	<i>chm</i>				+					
<i>Chlamydomonas silesiae</i> Moewus 1931	<i>chs</i>	+	+	+						
<i>Chlorella emersonii</i> Shihira & R.W.Krauss 1965	<i>che</i>			+	+		+			
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849	<i>cht</i>				+					
<i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kützing 1843	<i>clc</i>							+	+	
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843	<i>clg</i>			+					+	
<i>Closterium littorale</i> F.Gay 1884	<i>clli</i>		+							
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	<i>cop</i>	+	+		+	+		+	+	
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris 1867	<i>coa</i>		+			+	+			
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun 1855	<i>com</i>	+	+	+	+		+			
<i>Cosmarium biretum</i> Brébisson ex Ralfs 1848	<i>cobir</i>			+						
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg 1832	<i>cre</i>				+	+	+			
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja 1948	<i>crm</i>								+	
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg 1832	<i>cro</i>	+	+	+	+	+	+			
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaude-Joseph 1893	<i>cyi</i>			+						
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	<i>cym</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith 1851	<i>cys</i>									+
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	<i>cya</i>		+	+		+	+	+	+	
<i>Cymbella minuta</i> Hilse in Rabenhorst 1862	<i>cymi</i>		+			+		+	+	
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow 1862	<i>dek</i>		+		+	+			+	
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof 1887	<i>did</i>			+						
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Ross 1947	<i>dio</i>									+
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse 186	<i>epg</i>	+				+				
<i>Epithemia sorex</i> Kützing 1844	<i>eps</i>		+							
<i>Euglena deses</i> Ehrenberg 1834	<i>eud</i>	+								
<i>Euglena gracilis</i> G.A.Klebs 1883	<i>eugr</i>	+						+	+	
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda 1846	<i>euo</i>	+		+	+	+	+			
<i>Euglena Spirogyra</i> Ehrenberg 1832	<i>eus</i>			+						
<i>Fragilaria biceps</i> Ehrenberg 1843	<i>frb</i>							+		
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg 1843	<i>frp</i>	+								
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980	<i>fru</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh 1831	<i>goan</i>		+							
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg 1832	<i>goc</i>					+				
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg 1838	<i>gog</i>	+								
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh 1831	<i>gom</i>	+								
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	<i>gop</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	<i>gya</i>			+				+		
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow 1880	<i>haa</i>	+								
<i>Lepocinclis playfairiana</i> (Deflandre) Deflandre 1932	<i>lep</i>		+		+					
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846	<i>mia</i>	+	+	+	+	+	+			
<i>Monoraphidium contortum</i> Komár-Legn 1969	<i>moco</i>				+		+			
<i>M. irregulare</i> (G.M.Smith) Komár-Legn 1969	<i>moi</i>							+		
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981	<i>nac</i>		+	+	+		+			
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg 1836	<i>naca</i>							+		

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Kay3			Kay4			Dog		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Navicula concentrica</i> J.R.Carter & Bailey-Watts 1981	<i>naco</i>					+				
<i>Navicula crucicula</i> (W.Smith) Donkin 1871	<i>nacru</i>					+				
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	<i>nacr</i>							+	+	
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot 1985	<i>nacry</i>								+	
<i>Navicula cuspidata</i> (Kützing) Kützing 1844	<i>nacu</i>								+	
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg 1838	<i>nal</i>			+						
<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt 1945	<i>nao</i>							+		
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing 1844	<i>nap</i>				+				+	
<i>Navicula protracta</i> (Grunow) Cleve 1894	<i>napr</i>		+							
<i>Navicula radiosa</i> Kützing 1844	<i>nar</i>			+						
<i>Navicula recens</i> Lange-Bertalot 1985	<i>narec</i>							+	+	
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory 1822	<i>nat</i>	+		+			+		+	
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980	<i>natr</i>		+	+						
<i>Navicula viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg 1832	<i>navi</i>				+					
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow 1862	<i>nia</i>								+	
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow 1880	<i>nian</i>	+				+		+		
<i>Nitzschia calida</i> Grunow 1880	<i>nic</i>	+	+			+			+	
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow 1880	<i>nifr</i>							+		
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith 1853	<i>nili</i>	+								
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856	<i>nip</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978	<i>niu</i>	+	+	+	+			+	+	
<i>Oedogonium pluviale</i> Nordstedt ex Hirn 1900	<i>oep</i>			+						
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow 1903	<i>oob</i>		+	+		+	+			+
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gomont 1892	<i>osa</i>		+		+					+
<i>Oscillatoria brevis</i> Kützing ex Gomont 1892	<i>osb</i>					+				
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory ex Gomont 1892	<i>osf</i>							+		
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>ost</i>		+	+		+	+		+	+
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory 1824	<i>pam</i>	+		+		+	+			+
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini 1840	<i>peb</i>			+						
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen 1829	<i>ped</i>						+			
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes 1885	<i>pha</i>		+							
<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) W.Archer 1871	<i>php</i>					+				
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann 1899	<i>scar</i>		+							
<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977	<i>scc</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat 1926	<i>sci</i>		+							
<i>Spirulina platensis</i> (Gomont) Geitler 1925	<i>sppl</i>			+			+			
<i>Surirella angusta</i> Kützing 1844	<i>sua</i>			+				+	+	+
<i>S. brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot 1987	<i>subr</i>					+				
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson 1838	<i>suo</i>								+	
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg 1834	<i>trv</i>				+		+			+
<i>Ulothrix cylindrica</i> Prescott 1944	<i>ulc</i>			+		+				
<i>Ulothrix</i> sp.	<i>ulsp</i>							+		
<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing 1843	<i>ult</i>			+						
<i>Ulothrix zonata</i> (F.Weber & Mohr) Kützing 1833	<i>ulz</i>								+	

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Ala			Firat1			Su		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Achantes minutissima</i> Kützing 1833	<i>acm</i>					+				
<i>Amphora veneta</i> Kützing 1844	<i>amv</i>									+
<i>Anabaena catenula</i> Kützing ex Bornet & Flahault 1886	<i>anc</i>			+						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 184	<i>ceh</i>		+	+						
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard 1888	<i>chre</i>	+					+			
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849	<i>cht</i>		+			+				
<i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kützing 1843	<i>clc</i>		+							
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843	<i>clg</i>		+	+					+	
<i>Closterium acutum</i> Brébisson in Ralfs 1848	<i>clac</i>		+							
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	<i>cop</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun 1855	<i>com</i>						+			
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann 1990	<i>crc</i>			+						
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg 1832	<i>cre</i>			+			+			
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg 1832	<i>cro</i>			+			+			+
<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenstein ex Grunow 1878	<i>cyb</i>	+				+		+		
<i>Cyclotella comensis</i> Grunow in van Heurck 1882	<i>cyco</i>		+							
<i>Cyclotella comta</i> Kützing 1849	<i>cycom</i>						+			
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaude-Joseph 1893	<i>cyi</i>	+		+		+	+			
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	<i>cym</i>			+	+		+		+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith 1851	<i>cys</i>		+							
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	<i>cya</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cymbella hantzschiana</i> Krammer 2002	<i>cyha</i>		+							
<i>Cymbella minuta</i> Hilse in Rabenhorst 1862	<i>cymi</i>	+			+					
<i>Denticula elegans</i> Kützing 1844	<i>dee</i>	+								+
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow 1862	<i>dek</i>				+	+		+	+	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824	<i>div</i>	+	+				+			
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof 1887	<i>did</i>			+			+			
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Ross 1947	<i>dio</i>	+								
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse 186	<i>epg</i>	+								
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing 1844	<i>ept</i>	+	+		+	+	+			
<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830	<i>eua</i>	+								
<i>Euglena agilis</i> H.J.Carter 1856	<i>euag</i>				+					
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda 1846	<i>euo</i>									+
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830	<i>euv</i>				+	+			+	+
<i>Fragilaria biceps</i> Ehrenberg 1843	<i>frb</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830	<i>frc</i>						+			
<i>Fragilaria dilatata</i> (Brébisson) Lange-Bertalot 1993	<i>frd</i>					+		+		
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980	<i>fru</i>			+			+			+
<i>Gloeocapsa alpina</i> Nägeli in Rabenhorst 1865	<i>gla</i>		+							
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg 1832	<i>goa</i>							+		
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1864	<i>goang</i>				+					
<i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh 1831	<i>goan</i>	+	+		+	+				
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg 1832	<i>goc</i>	+			+					

Tablo 4.16'nın devamı

Türler	Kod	Ala			Firat1			Su		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg 1838	<i>gog</i>	+				+				
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh 1831	<i>gom</i>		+	+					+	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson 1838	<i>goo</i>	+	+					+		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	<i>gop</i>	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Gomphonema subtile</i> Ehrenberg 1843	<i>gos</i>	+								
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg 1832	<i>got</i>	+	+							
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	<i>gya</i>	+								
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	<i>gyat</i>						+			
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow 1880	<i>haa</i>								+	
<i>Homoeothrix juliana</i> (Bornet & Flahault) Kirchner 1898	<i>hoj</i>	+								
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845	<i>me gl</i>					+	+			
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846	<i>mia</i>			+						
<i>Mougeotia scalaris</i> Hassall 1842	<i>mops</i>						+			
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981	<i>nac</i>							+		
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	<i>nacr</i>	+		+	+				+	
<i>Navicula gregaria</i> Donkin 1861	<i>nagr</i>					+				
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg 1838	<i>nal</i>	+								
<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot 1985	<i>nam</i>		+							
<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt 1945	<i>nao</i>									+
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing 1844	<i>nap</i>				+		+			
<i>Navicula pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot 1980	<i>naps</i>					+				
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow 1880	<i>nare</i>					+				
<i>Navicula similis</i> Krasske 1929	<i>nasi</i>					+				
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory 1822	<i>nat</i>	+			+		+			
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980	<i>natr</i>		+	+			+			
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg 1836	<i>navir</i>	+								
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow 1880	<i>nian</i>				+		+	+		
<i>Nitzschia calida</i> Grunow 1880	<i>nic</i>					+				
<i>Nitzschia constricta</i> (Gregory) Grunow 1880	<i>nicon</i>		+							
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856	<i>nip</i>		+			+				
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst 1862	<i>nir</i>								+	
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978	<i>niu</i>	+								
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch 1860	<i>niv</i>						+			
<i>Oedogonium capilliforme</i> Kützing ex Hirn 1900	<i>oec</i>	+		+						
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow 1903	<i>oob</i>	+					+			
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gomont 1892	<i>osa</i>		+		+					
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory ex Gomont 1892	<i>osf</i>		+							
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>ost</i>	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory 1824	<i>pam</i>	+		+	+					
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini 1840	<i>peb</i>						+			
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen 1829	<i>ped</i>			+						
<i>Phacus spiralis</i> Allegré & T.L.Jahn 1943	<i>phs</i>						+			
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Ber. 1980	<i>rha</i>	+	+				+			
<i>Scenedesmus abundans</i> (O.Kirchner) Chodat 1913	<i>sca</i>				+					

Tablo 4.16'nin devamı

Türler	Kod	Ala			Firat1			Su		
		F	L	P	F	L	P	F	L	P
<i>Scenedesmus circumfusus</i> Hortobágyi 1960	<i>scci</i>								+	
<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977	<i>scc</i>						+			+
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing 1834	<i>scd</i>						+			
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda 1835	<i>sce</i>				+				+	
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing 1833	<i>sco</i>							+		
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829	<i>scob</i>					+				
<i>Spirogyra condensata</i> (Vaucher) Dumortier 1822	<i>spco</i>	+								
<i>Spirogyra grevilleana</i> (Hassall) Kützing 1849	<i>spg</i>	+								
<i>Spirogyra jugalis</i> (Dillwyn) Kützing 1845	<i>spju</i>	+								
<i>Spirogyra longata</i> Kützing 1849	<i>spl</i>	+								
<i>Spirogyra lutetiana</i> Petit 1879	<i>splu</i>	+								
<i>Spirogyra protecta</i> H.C.Wood 1869	<i>spp</i>	+								
<i>S. setiformis</i> (Roth) Martens ex Meneghini 1837	<i>spse</i>	+								
<i>Spirogyra ternata</i> Ripart 1876	<i>spt</i>					+	+			
<i>Surirella angusta</i> Kützing 1844	<i>sua</i>								+	
<i>S. brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot 1987	<i>subr</i>								+	
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson 1838	<i>suo</i>					+				
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1888	<i>tem</i>	+		+						
<i>Ulothrix aequalis</i> Kützing 1845	<i>ula</i>								+	
<i>Ulothrix cylindrica</i> Prescott 1944	<i>ulc</i>							+		
<i>Ulothrix</i> sp.	<i>ulsp</i>		+	+						
<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman 1897	<i>web</i>			+						
<i>Zygnema pectinatum</i> (Vaucher) C.Agardh 1816	<i>zyp</i>	+		+						
<i>Zygnema stellinum</i> (O.F.Müller) C.Agardh 1824	<i>zys</i>				+		+			

Tablo 4.16'nin devamı

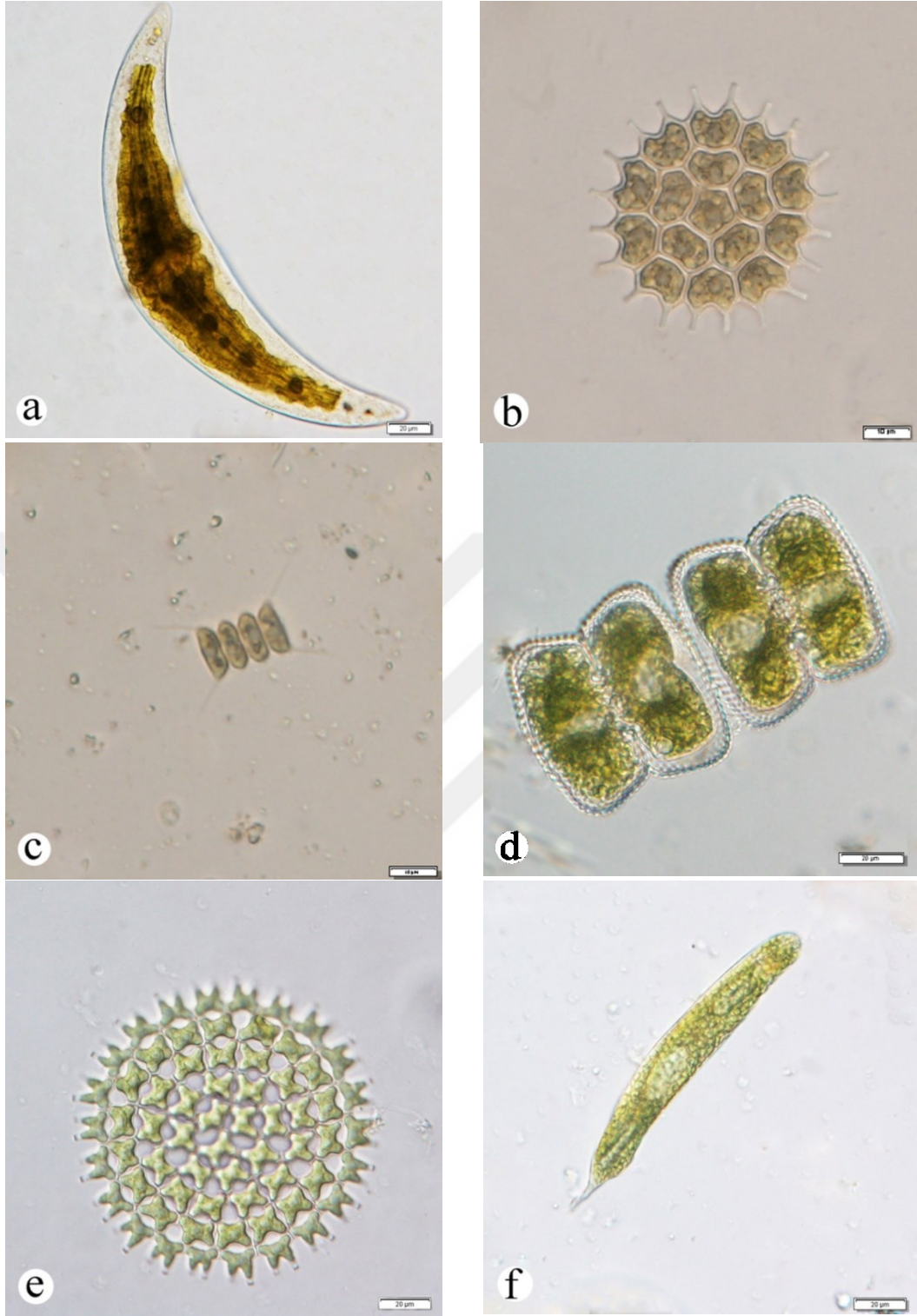
Türler		Firat2			Han		
		F	L	P	F	L	P
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979	<i>aug</i>						+
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 184	<i>ceh</i>			+			
<i>Chaetophora pisiformis</i> (Roth) C.Agardh 1812	<i>chp</i>				+		
<i>Characium angustum</i> A.Braun 1855	<i>cha</i>					+	+
<i>Chlamydomonas lapponica</i> Skuja 1964	<i>chl</i>			+			
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard 1888	<i>chre</i>			+		+	
<i>Chlorella emersonii</i> Shihira & R.W.Krauss 1965	<i>che</i>					+	
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849	<i>cht</i>	+	+	+		+	
<i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kützing 1843	<i>clc</i>		+				
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843	<i>clg</i>		+	+		+	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	<i>cop</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cosmarium binum</i> Nordstedt 1880	<i>cobi</i>		+				
<i>Cryptomonas anomala</i> F.E.Fritsch 1914	<i>cran</i>		+				+
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg 1832	<i>cre</i>			+			

Tablo 4.16'nın devamı

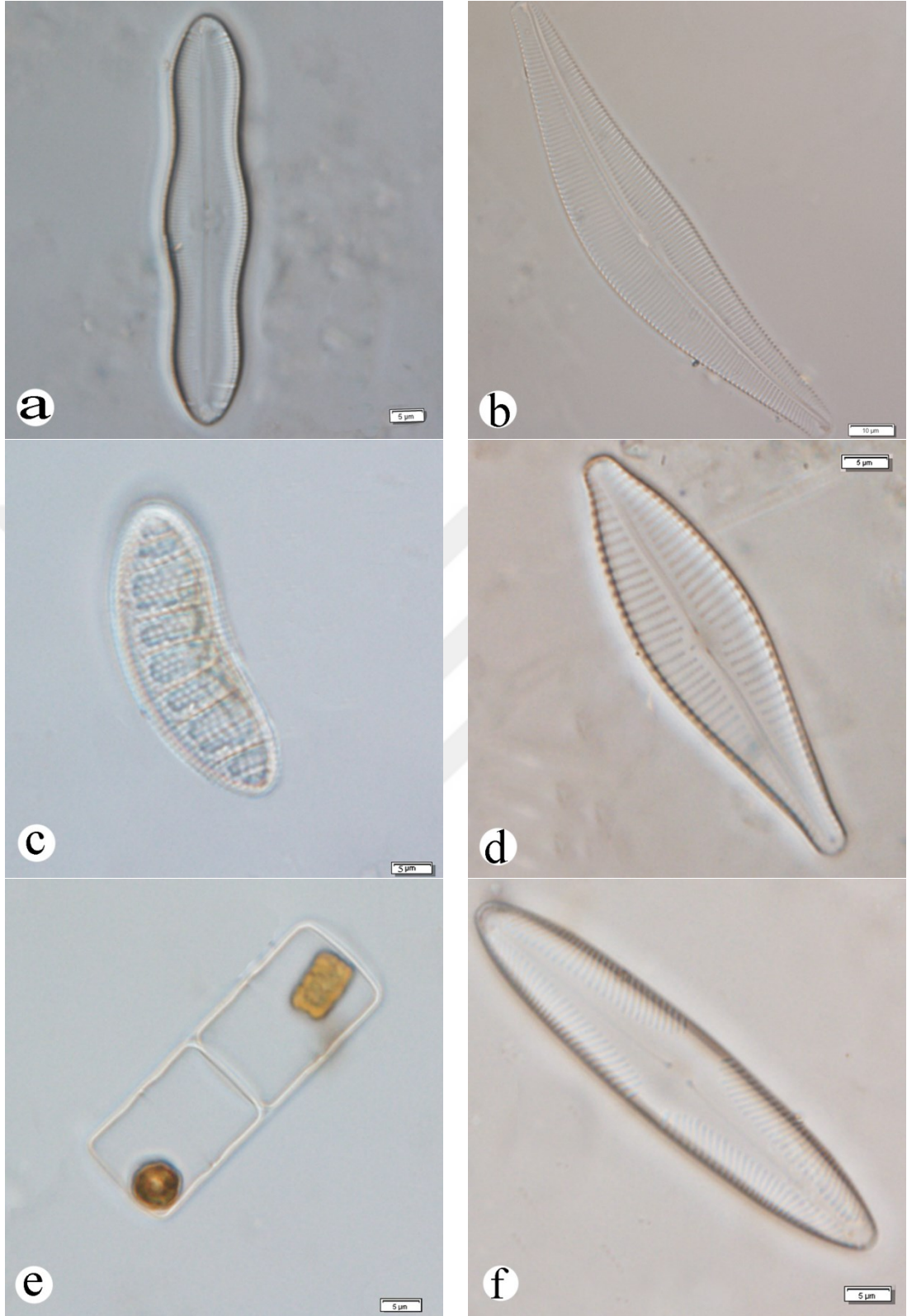
Türler		Firat2			Han		
		F	L	P	F	L	P
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg 1832	<i>cro</i>	+	+	+			+
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaude-Joseph 1893	<i>cyi</i>			+			
<i>Cyclotella krammeri</i> Håkansson 1990	<i>cyk</i>						+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	<i>cym</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	<i>cya</i>	+	+		+	+	+
<i>Denticula elegans</i> Kützing 1844	<i>dee</i>			+			
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow 1862	<i>dek</i>	+	+		+		
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse 186	<i>epg</i>	+	+				
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda 1846	<i>euo</i>						+
<i>Euglena texta</i> (Dujardin) Hübner 1886	<i>eut</i>				+	+	
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg 1830	<i>euv</i>				+	+	+
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830	<i>frc</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980	<i>fru</i>			+	+		+
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat 1894	<i>gor</i>						+
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1864	<i>goang</i>	+	+				+
<i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh 1831	<i>goan</i>	+	+		+	+	
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg 1841	<i>goau</i>				+		
<i>Gomphonema bohemicum</i> Reichelt & Fricke 1902	<i>gob</i>					+	
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg 1832	<i>goc</i>	+					
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg 1838	<i>gog</i>	+	+				
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh 1831	<i>gom</i>				+	+	
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	<i>gop</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow 1880	<i>haa</i>				+		
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) West & G.S. West 1894	<i>kio</i>					+	
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann 1901	<i>leo</i>				+	+	
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845	<i>me gl</i>	+	+	+			
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846	<i>mia</i>				+	+	+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard 1979	<i>mok</i>				+	+	+
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981	<i>nac</i>						+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	<i>nacr</i>				+		
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing 1844	<i>nap</i>	+		+			
<i>Navicula radiosa</i> Kützing 1844	<i>nar</i>		+				
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory 1822	<i>nat</i>						+
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980	<i>natr</i>			+			
<i>Navicula veneta</i> Kützing 1844	<i>nav</i>		+				+
<i>Nitzschia calida</i> Grunow 1880	<i>nic</i>	+					
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.Smith) Van Heurck 1896	<i>nif</i>						+
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch 1880	<i>nii</i>						+
<i>Nitzschia laevis</i> Hustedt 1939	<i>nil</i>				+	+	
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith 1853	<i>nili</i>		+			+	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856	<i>nip</i>				+	+	
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978	<i>niu</i>		+		+	+	+
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch 1860	<i>niv</i>	+					

Tablo 4.16'nın devamı

Türler		Firat2			Han		
		F	L	P	F	L	P
<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow 1903	<i>oob</i>				+	+	+
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gomont 1892	<i>osa</i>					+	
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>osl</i>				+	+	
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892	<i>ost</i>	+	+	+		+	+
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory 1824	<i>pam</i>				+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini 1840	<i>peb</i>	+	+	+		+	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen 1829	<i>ped</i>					+	+
<i>Phacus caudata</i> Hübner 1886	<i>phc</i>		+				
<i>Phacus oscillans</i> G.A. Klebs 1883	<i>pho</i>						+
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst 1864	<i>pib</i>				+		
<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	<i>pim</i>		+			+	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller 1895	<i>rhg</i>	+					
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann 1899	<i>scar</i>					+	
<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald 1977	<i>scc</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing 1834	<i>scd</i>	+	+	+			
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda 1835	<i>sce</i>				+	+	+
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829	<i>scob</i>			+			
<i>Spirogyra setiformis</i> (Roth) Martens ex Meneghini 1837	<i>spse</i>		+	+			
<i>Stigeoclonium nanum</i> (Dillwyn) Kützing 1849	<i>stn</i>					+	
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson 1838	<i>suo</i>	+	+			+	
<i>Zygnema stellinum</i> (O.F.Müller) C.Agardh 1824	<i>zys</i>		+	+			



Şekil 4.14. a) *Closterium moniliferum*, b) *Pediatrum boryanum*, c) *Scenedesmus communis*, d) *Cosmarium biretum*, e) *Pediatrum duplex*, f) *Euglena oxyuris* (skala: a,c,e,f: 20 μm , b,d:10 μm)



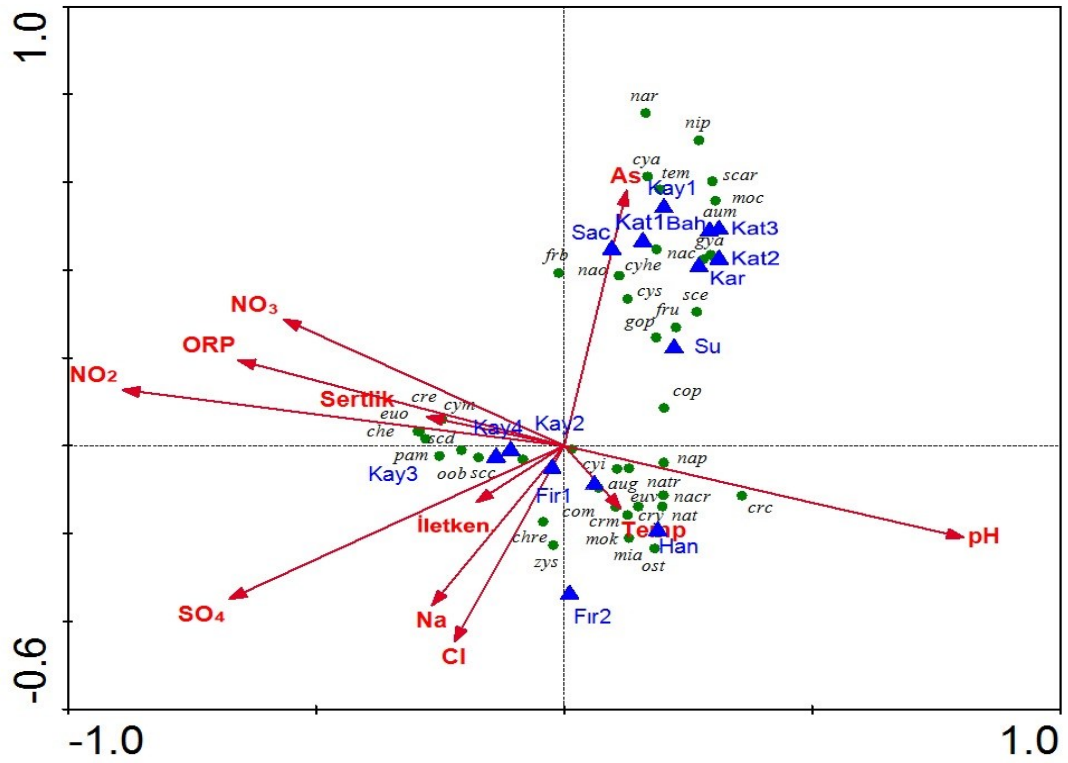
Şekil 4.15. a) *Caloneis schumanniana*, b) *Cymbella aspera*, c) *Epithemia goeppertiana*, d) *Gomphonema parvulum*, e) *Aulocoseria lineata*, f) *Pinnularia microstauron* (skala: a,c-f: 5, b: 10)

4.3.2. Alg türleri-çevre ilişki

4.3.2.1. Fitoplankton türlerin çevreyle ilişkisi

Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarında teşhis edilen fitoplankton türleri ile fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişki Şekil 4.16'de gösterilmiştir. Çalışma süresince *C. glomerata*, *C. placentula*, *C. meneghiniana*, *C. affinis*, *D. kuetzingii*, *F. ulna*, *G. parvulum*, *N. palea*, *O. tenuis* ve *S. communis* gibi türler yaygın olarak görülmüştür. Bu türler CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmıştır. Bu sonuçlar, türlerin çalışma süresince fizikokimyasal değişkenlere karşı geniş tolerans gösterdiğine işaret etmektedir. Çevresel değişkenlerden As^{+2} , pH ve sıcaklık CCA ordinasyonunun sağ tarafından uzanırken, NO_3^- , NO_2^- , ORP, su sertliği, iletkenlik, Na^+ ve Cl^- sol tarafında uzanmıştır. Fizikokimyasal parametrelerden As^{+2} , Sacır Deresi ve Kayacık Barajı ile ilişkili bulunmuştur. Çalışmada pH faktörü Hancağız Barajı, Fırat Nehri istasyonları ve Kayacık Barajı istasyonları ile ilişkili olmuştur. Fitoplankton türlerinin çoğu ordinasyonun sağ ekseninde dağılmıştır. CCA'nın iki ekseni, çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarına ait fitoplankton türleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi sırasıyla % 95,9 ve % 98,4 ile çok iyi açıklamıştır (Tablo 4.17). Parsiyel CCA sonucuna göre çalışma bölgesine ait çevresel değişkenlerin fitoplankton türlerinin dağılımı üzerine etkileri Tablo 4.18'de gösterilmiştir.

Fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı optimum ve tolerans düzeyleri Tablo 4.19'de ifade edilmiştir. CCA sonuçlarına göre, *Aulocoseria muzzanensis*, *Cymbella affinis*, *C. hantzschiana*, *Cymatopleura solea*, *Fragilaria biceps*, *F. ulna*, *Gomphonema bohemicum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Monoraphidium komarkova*, *Navicula capitatoradiata*, *N. oppugnata*, *N. radiosa*, *N. palea*, *Scenedesmus dimorphus*, *S. ellipticus* ve *Tetraedron minimum* ile As^{+2} faktörüne yakın bölgede bulunmuş ve ilişkili oldukları görülmüştür (Şekil 4.16). Bulunan türler yüksek As^{+3} miktarını tercih etmiştir. *Coelastrum microporum*, *Cymbella affinis*, *Navicula phyllepta*, *N. trivialis* ve *N. tripunctata* gibi algler pH faktörüne yakın ilişkili bulunmuştur. CCA sonuçları, tespit edilen alg türlerinin alkalın suları tercih ettiğini göstermiştir. *Cryptomonas erosa*, *Cymbella minuta*, *Scenedesmus communis* ve *S. dimorphus* NO_3^- ile ilişkili bulunmuş ve CCA sonuçları desteklemiştir.



Şekil 4.16. Fitoplankton türlerin biyohacim düzeyleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki

Tablo 4.17. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre fitoplankton türlerin çevresel değişkenler arasındaki ilişkisi

Eksenler	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	Total inerşiya
Aygen değerler	0,845	0,729	0,556	0,439	6,164
Tür-çevre ilişkileri	0,959	0,984	0,846	0,958	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	13,7	25,5	34,6	41,7	
Tür-çevre ilişkisi için	24,2	45,1	61	73,6	
Aygen değerlerinin toplamı					6,164
Kanonikaygen değerlerinin toplamı					3,489
Monte Carlo Permütasyon Testi		F=3,812		p=0,002	

Tablo 4.18. Çevresel faktörlerin fitoplanktonik alglerin dağılımı üzerinde etkileri

Değişken	λ	F	p
NO ₂	0,674	4,668	0,002
pH	0,595	4,059	0,002
SO ₄	0,521	3,509	0,002
ORP	0,466	3,107	0,004
As	0,414	2,739	0,018
Na	0,389	2,559	0,004
NO ₃	0,385	2,531	0,002
Sertlik	0,365	2,393	0,004
Sıcaklık	0,336	2,290	0,008
Cl	0,335	2,282	0,008
İletkenlik	0,329	2,141	0,010

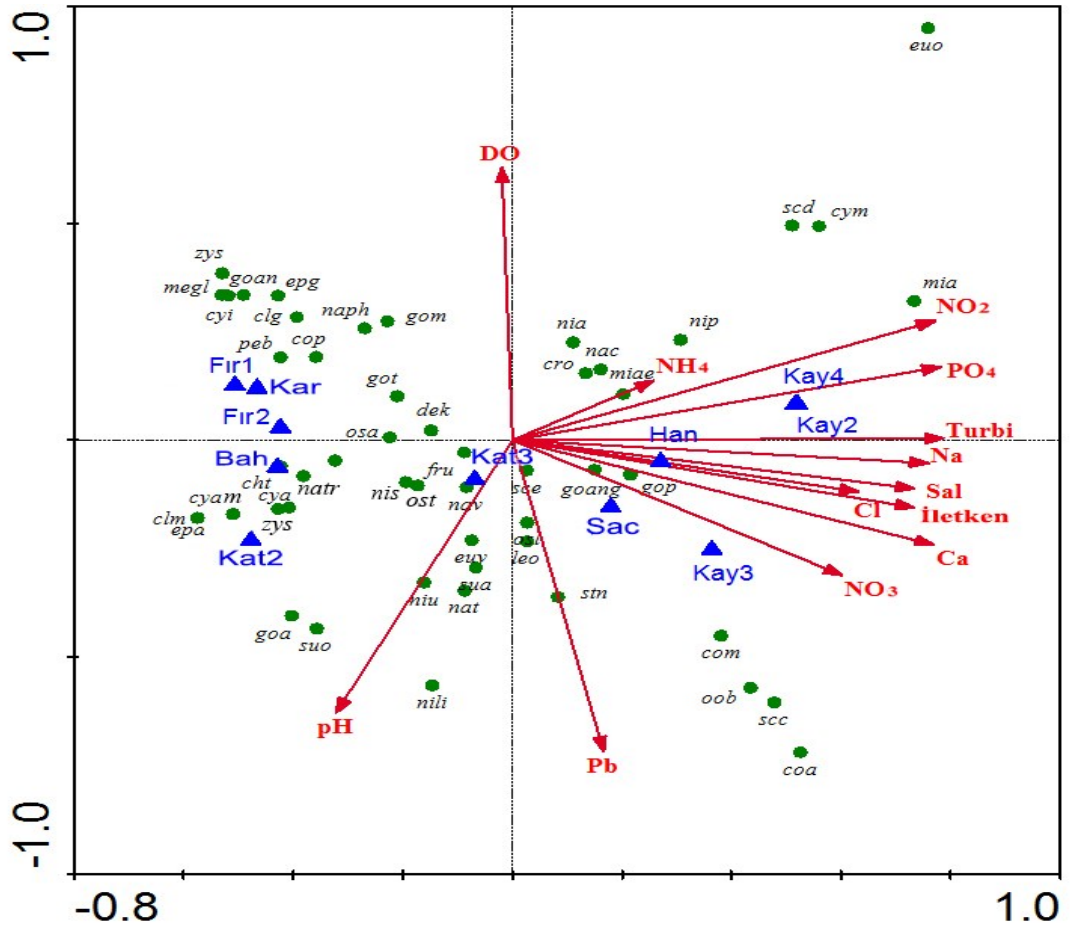
Tablo 4.19. Fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri

		As		Cr		NH ₄		NO ₂		NO ₃		pH		SO ₄		Sıcak		
Kod	Maks	N2	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
aug	53783	2,4	0,00	0,39	0,26	0,08	10,30	3,50	3,30	1,10	12,40	24,60	8,4	0,4	53,1	1,6	17,6	1,2
che	494543	3,9	0,00	0,39	0,14	0,05	0,00	0,00	16,10	7,50	39,60	6,70	7,5	0,7	67,7	6,9	19,9	1,4
com	4762	1,6	0,00	0,39	0,09	0,07	0,20	2,20	2,30	1,20	50,80	15,90	8,7	0,4	54,1	6,2	22,4	1,9
cop	98777	5,5	0,03	0,13	0,19	0,17	3,80	5,00	2,00	2,20	12,60	18,30	8,2	0,3	40,6	15,4	17,2	2,1
cre	67608	1,7	0,00	0,39	0,18	0,02	0,00	0,10	16,40	6,40	37,40	12,40	7,4	0,4	68,3	10,0	19,5	0,3
crm	119251	1,4	0,00	0,39	0,08	0,1	2,10	8,40	2,40	0,40	42,70	31,20	8,6	0,1	53,6	0,4	21,3	2,5
cry	535191	7,3	0,00	0,39	0,11	0,09	4,50	5,60	1,60	1,20	19,50	24,50	8,6	0,3	53,4	10,8	21,5	2,5
cya	66482	3,8	0,77	0,7	0,05	0,04	1,10	0,40	1,50	0,60	23,10	7,50	8,8	0,3	38,2	3,0	24,8	2,1
cyhe	7943	7,5	0,38	0,55	0,05	0,02	0,80	0,50	1,10	0,90	18,70	13,60	8,5	0,4	40,0	13,6	23,2	3,5
cyi	17965	2,3	0,00	0,39	0,13	0,06	0,10	0,00	0,20	0,40	5,60	8,20	7,5	0,4	36,0	12,2	19,0	1,0
cym	387493	3,3	0,02	0,18	0,14	0,07	1,00	3,40	14,90	9,50	34,30	17,60	7,4	0,6	65,5	15,4	19,4	1,7
euo	231371	3	0,00	0,39	0,14	0,06	0,30	1,40	16,50	7,30	34,70	13,10	7,4	0,5	69,2	8,2	19,8	2,2
euv	35131	3,7	0,00	0,39	0,08	0,11	2,20	2,70	0,10	0,20	1,00	0,80	8,4	0,6	51,8	20,3	23,4	2,0
fru	164805	11,7	0,04	0,23	0,11	0,07	0,50	1,00	1,20	3,60	11,60	14,20	8,1	0,6	37,3	16,1	18,3	4,0
gop	3398	7,6	0,13	0,31	0,08	0,08	0,70	1,10	1,00	1,70	19,40	25,80	8,3	0,5	42,8	9,8	21,1	4,2
gya	14275	3,6	0,07	0,32	0,09	0,07	0,30	0,50	0,50	0,70	15,00	9,20	8,3	0,4	24,9	10,5	18,3	4,5
nac	5191	7,2	0,24	0,52	0,11	0,07	0,60	0,60	0,80	0,70	13,90	10,10	8,4	0,4	33,4	12,6	18,9	5,6
nao	8941	3,8	0,15	0,26	0,07	0,08	1,10	1,40	1,80	1,90	28,00	25,40	8,0	0,6	45,0	18,3	20,9	4,0
nap	12517	2,3	0,00	0,39	0,03	0,03	0,00	0,00	0,10	0,00	13,30	10,40	8,6	0,4	36,5	9,8	21,6	2,3
nat	12348	3,3	0,00	0,39	0,17	0,15	5,30	6,90	1,30	1,70	8,10	11,00	8,7	0,2	47,9	8,2	20,3	3,9
natr	11426	5,3	0,00	0,39	0,16	0,15	4,20	5,70	2,50	1,40	25,70	24,40	8,4	0,5	49,3	12,2	19,5	3,4
nip	615	2,8	0,12	0,44	0,06	0,06	0,20	0,40	0,40	0,50	12,30	10,30	7,9	0,4	40,6	6,7	17,8	4,3
oob	7859	3,7	0,00	0,39	0,15	0,06	0,80	2,30	11,70	8,70	36,20	18,80	7,7	0,6	68,1	7,6	20,0	1,6
ost	445	3,3	0,00	0,39	0,09	0,09	1,10	2,30	0,10	0,10	2,00	1,70	8,4	0,5	48,9	14,5	20,0	3,4
pam	13753	2,7	0,00	0,39	0,16	0,07	1,40	3,20	14,60	10,40	28,70	20,30	7,3	0,4	72,1	2,9	19,9	1,6
scar	1269	1,6	0,00	0,39	0,07	0,04	1,70	1,40	1,00	0,60	3,50	1,00	7,8	0,2	52,4	17,4	13,8	4,5
scc	19630	5,5	0,01	0,12	0,1	0,07	0,20	1,00	8,90	8,70	40,50	15,50	8,1	0,8	60,3	11,1	21,0	2,0
scd	10262	3,6	0,00	0,39	0,14	0,07	0,10	0,40	13,40	10,30	41,70	12,10	7,6	0,9	64,0	10,0	20,4	1,5
sce	4807	2	0,00	0,39	0,08	0,1	2,60	1,80	0,80	0,70	2,70	2,60	8,0	0,7	59,4	9,3	16,0	7,4
tem	3433	3,6	0,28	0,62	0,05	0,01	0,40	0,60	0,90	0,70	19,50	5,20	7,9	0,8	30,7	13,1	19,7	4,5
		RMSE	0,16		0,07		1,46		1,08		13,71		0,35		11,55		2,1	
		R2	0,73		0,60		0,81		0,95		0,67		0,71		0,61		0,75	

4.3.2.2. Epilitik alg türlerinin çevreyle ilişkisi

Epilitik alg türleri ile fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki CCA analizine göre Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Kayacık Barajı, Hancağz Barajını ve Sacır Deresi örnekleme istasyonları ordinasyonun sağ tarafında gruplanmıştır. Bu istasyonlar çoğunlukla besin tuzları, iletkenlik, tuzluluk ve bulanıklık gibi çevresel değişkenlerle ilişkili olduğu saptanmıştır. Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal yapısı değerlendirildiğinde bu bölgelerin yüksek besin tuzlarına ve iletkenliğe sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca Karkamış Barajı, Fırat Nehri ve Bahra Deresi örnekleme istasyonları kısmen besin tuzları ve iletkenlik bakımından düşük olduğu için CCA sonucunda ordinasyonun sol tarafına yerleşmiştir. Bu istasyonların ÇO ile önemli bir ilişki halinde olduğu görülmüştür. Katu Deresi 3’üncü istasyonu CCA ordinasyonunun merkezine yakın konumlanmış olması bu istasyonun diğer istasyonlardan farklı olduğunu göstermektedir.

Epilitik alg türleri CCA ordinasyonda iyi bir dağılım göstermiştir. Çalışma süresince, *A. ovalis*, *C. placentula*, *C. leave*, *C. meneghiniana*, *D. kuetzingii*, *F. ulna*, *G. parvulum*, *N. cryptotenella*, *N. crytocephala* ve *N. palea* gibi türler en yaygın görülen epilitik alg türleri olduğu görülmüştür. Bu türlerin çoğu CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmış ve çalışma süresince fizikokimyasal değişkenlere karşı yüksek tolerans gösterdiği belirlenmiştir. İleri seleksiyonlu Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre epilitik alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkinin % 98,1 olarak yüksek düzeyde bulunmuştur (Tablo 4.20).



Şekil 4.17. Epilitik alg türleri ile istasyonların fizikokimyasal değişkenleri arasındaki ilişki

Tablo 4.20. Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre epilitik alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki

Eksenler	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	Total inerşiya
Aygen değerler	0,675	0,644	0,529	0,426	6,411
Tür-çevre ilişkileri	0,981	0,962	0,969	0,953	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	10,5	20,6	28,8	35,5	
Tür-çevre ilişkisi için	15,8	30,8	43,2	53,1	
Aygen değerlerinin toplamı					6,411
Kanonikaygen değerlerinin					4,283
Monte Carlo permütasyon testi		F=1,412			p=0,008

Parsiyel CCA sonucuna göre çalışma bölgesine ait çevresel değişkenlerin epilitik alg türlerinin dağılımı üzerine etkileri Tablo 4.21’de gösterilmiştir. Parsiyel CCA

sonucunda PO_4^{-3} , NO_3^- , NO_2^- , pH, NH_4^+ , Pb^{+2} , Ca^+ , Cl^- , Na^+ ve bulanıklık gibi çevresel faktörler epilitik alg türlerinin dağılımlarında önemli rol oynamıştır.

Tablo 4.21. Çevresel faktörlerin epilitik alglerin dağılımı üzerinde etkileri

Değişken	λ	F	p
NO_2	0,634	2,634	0,002
PO_4	0,574	2,360	0,002
Bulanıklık	0,566	2,323	0,002
Tuzluluk	0,565	2,318	0,002
Ca	0,562	2,305	0,002
Na	0,549	2,248	0,002
NO_3	0,538	2,197	0,002
İletkenlik	0,531	2,169	0,002
Cl	0,480	1,942	0,002
Pb	0,435	1,748	0,006
NH_4	0,424	1,700	0,004
pH	0,413	1,651	0,018
ÇO	0,404	1,615	0,006

Epilitik alg türlerinin çevresel değişkenlere karşı optimum ve tolerans düzeyleri Tablo 4.22’de gösterilmiştir. Ağırlıklı ortalama regresyon sonuçlarına göre, *Gomphonema parvulum*, *Scenedesmus ellipticus* ve *Nitzschia palea* gibi epilitik alg türlerinin yüksek elektriksel iletkenlik ve PO_4^{-3} düzeylerine toleransları oldukları saptanmıştır. Bu canlıların tercih ettikleri çevresel optimum değerler genellikle CCA tarafından desteklenmiştir.

Tablo 4.22. Epilitik alg türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri

		Ca		İlet		ÇO		NO ₂		NO ₃		Pb		pH		PO ₄		Tuz		Bul		
Kod	Maks	N2	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
cht	7	3,7	58	34	679	556	6,1	2,9	0,1	0,1	2,2	1,7	0,56	0,62	8,8	0,4	30,6	14,6	0,4	0,3	3,2	3,9
clg	12	2,0	59	32	442	479	11,3	5,5	0,1	0,0	2,7	3,7	0,08	0,38	8,2	0,4	29,7	10,9	0,3	0,2	3,0	2,9
coa	16	3,1	100	3	854	18	5,8	2,5	2,5	0,1	48,6	13,7	0,93	0,30	8,7	0,1	44,6	2,7	0,4	0,0	8,1	3,3
com	11	3,4	97	6	838	44	6,6	3,3	2,8	0,8	37,0	24,7	0,72	0,57	8,5	0,3	44,5	3,5	0,4	0,0	7,6	4,2
cop	45	9,2	54	23	471	276	8,6	3,2	1,1	4,3	4,7	9,0	0,21	0,36	8,1	0,6	34,6	13,5	0,3	0,2	3,3	4,0
cro	28	2,6	90	4	793	31	10,1	4,8	3,2	1,3	8,9	15,0	0,08	0,36	8,3	0,4	49,5	3,7	0,5	0,0	5,1	1,2
cya	54	8,5	61	31	507	300	7,2	3,3	0,7	2,9	8,2	16,6	0,50	0,53	8,4	0,6	30,1	8,2	0,3	0,2	3,8	4,9
cyi	13	2,3	42	3	394	161	10,9	2,9	0,0	0,1	1,1	0,8	0,02	0,05	8,7	0,5	26,2	3,5	0,2	0,1	1,6	0,9
cym	86	3,9	101	10	892	114	10,1	3,4	13,1	8,3	33,9	17,9	0,25	0,29	7,6	0,7	54,7	9,1	0,5	0,1	12,1	7,5
cys	10	2,3	85	10	446	149	8,7	2,3	0,3	0,6	4,4	1,4	0,00	0,00	8,0	0,3	35,7	16,2	0,3	0,1	3,8	1,1
dek	14	6,2	75	34	623	266	10,1	4,0	1,3	1,4	14,6	24,6	0,23	0,46	8,6	0,4	36,6	13,1	0,3	0,1	5,2	6,2
epg	32	5,4	49	17	471	194	10,0	3,3	0,4	1,2	2,0	1,8	0,03	0,05	8,5	0,5	30,2	9,4	0,3	0,1	2,2	1,5
euv	9	2,7	97	41	1110	774	4,6	1,8	0,5	0,6	1,9	1,5	0,76	0,64	8,6	0,7	52,3	15,9	0,6	0,4	7,3	4,6
fru	15	9,8	84	31	688	280	7,6	3,2	2,1	5,0	14,8	23,2	0,26	0,44	8,1	0,6	44,3	18,2	0,4	0,2	6,0	5,9
goa	18	4,0	67	39	644	521	5,5	2,0	0,1	0,4	8,1	13,8	0,91	0,37	8,9	0,3	30,4	10,8	0,3	0,3	3,4	2,9
goan	10	2,6	45	1	480	161	6,8	0,7	0,1	0,1	2,2	1,2	0,07	0,06	8,0	0,7	29,8	6,0	0,3	0,1	2,2	1,1
gom	26	2,0	65	39	651	621	11,8	4,5	0,2	0,6	2,6	11,8	0,04	0,26	8,2	0,3	47,5	38,7	0,4	0,4	2,3	1,0
gop	62	6,7	113	26	940	329	7,1	3,6	3,0	3,5	35,6	30,5	0,36	0,48	8,1	0,4	53,8	19,6	0,5	0,2	18,8	16,4
got	15	2,3	78	33	537	171	6,3	0,3	0,7	0,8	3,3	1,7	0,04	0,06	7,7	0,2	45,9	19,1	0,3	0,1	4,3	1,5
naph	6	2,5	67	27	670	134	7,4	0,2	1,8	2,5	3,9	2,7	0,00	0,00	8,3	0,5	35,3	13,6	0,4	0,1	2,9	2,0
natr	9	2,8	57	27	502	249	8,4	4,8	0,9	1,6	3,3	1,7	0,51	0,62	8,6	0,5	33,1	13,6	0,3	0,2	2,7	0,7
nic	14	3,6	68	40	584	301	8,6	4,7	1,2	1,6	10,6	23,7	0,55	0,58	8,6	0,5	36,8	11,5	0,3	0,2	5,1	7,0
nili	23	2,1	114	8	1265	419	4,5	1,2	0,4	1,0	21,9	20,3	1,07	0,06	8,7	0,2	38,2	18,8	0,6	0,2	5,8	4,5
nip	11	10,7	98	23	934	394	9,0	3,4	5,5	7,3	20,2	23,8	0,11	0,22	7,9	0,5	60,4	24,3	0,5	0,2	15,0	17,4
niu	23	4,7	99	28	1044	483	5,6	2,1	0,5	1,8	17,2	19,3	0,71	0,54	8,4	0,6	42,4	21,7	0,5	0,2	5,3	4,0
oob	16	3,8	100	0	958	187	6,1	1,5	1,9	1,2	38,1	25,6	0,72	0,51	8,5	0,4	54,4	20,8	0,5	0,1	7,4	4,8
osa	15	3,0	71	36	676	681	7,4	2,9	0,3	0,8	3,7	2,0	0,19	0,41	8,1	0,4	46,5	28,5	0,4	0,4	7,6	17,6
ost	15	7,1	75	36	630	459	6,8	2,1	0,6	1,0	13,3	22,7	0,37	0,48	8,2	0,5	42,6	24,6	0,3	0,2	9,0	15,0
peb	8	1,7	58	40	738	566	6,9	2,1	0,1	0,0	2,2	2,7	0,13	0,56	8,6	0,5	30,0	16,3	0,4	0,3	2,6	4,7
scc	48	4,2	101	8	890	203	5,7	2,2	3,0	3,5	45,4	18,2	0,90	0,35	8,6	0,4	45,0	5,1	0,5	0,1	9,0	3,8
scd	7	2,6	101	7	942	120	10,9	4,1	15,1	10,0	35,2	6,8	0,30	0,49	7,5	0,8	48,9	13,8	0,5	0,0	10,2	4,5
sce	12	3,5	105	19	1224	579	5,6	2,6	1,3	2,0	2,9	2,6	0,49	0,67	8,4	0,6	57,9	16,5	0,7	0,3	6,8	4,4
suo	9	2,3	71	51	756,3	677,8	5,0	1,0	0,1	0,1	8,6	15,1	1,02	0,07	8,9	0,2	32,0	13,9	0,4	0,3	3,6	3,9
		RMSE 8,54		184,6		1,32		2,66		8,64		0,11		0,19		6,83		0,09		4,52		
		R2 0,93		0,82		0,87		0,82		0,87		0,94		0,90		0,90		0,83		0,87		

4.3.2.3. Epifitik alg türlerinin çevreyle ilişkisi

Epifitik alg türleriyle çevresel değişkenler arasındaki ilişkinin CCA analiz sonucu Şekil 4.18’de gösterilmiştir. CCA sonuçları Kayacık Barajı, Hancağz Barajı ve Sacır Deresini, epilitik alglerin analizinde olduğu gibi ordinasyonun sağ tarafında gruplandırmıştır. CCA sonuçları bu istasyonları çoğunlukla besin tuzları, iletkenlik, tuzluluk ve bulanıklık gibi çevresel değişkenler ile ilişkilendirdiği görülmüştür. Çalışma bölgesi örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal yapısının yüksek besin tuzlarına ve iletkenliğe sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca CCA ordinasyonu, Fırat Nehri üzerindeki örnekleme istasyonlarını bir arada gruplandırmıştır.

Çalışma süresince, *F. ulna*, *C. placentula*, *C. affinis* ve *G. parvulum*, *N. amphibia*, *N. phyllepta*, *N. Cuspidata* ve *S. dimorphus* gibi türler yaygın görülmüştür. Bu türlerin çoğu CCA ordinasyonunun merkezinde toplanmış ve çalışma boyunca fizikokimyasal değişkenlere karşı geniş tolerans göstermiştir. Çalışma bölgesinden örneklenen epifitik alg türleri CCA ordinasyonda iyi bir dağılım gösterdiği görülmüştür. İleri seleksiyonlu Monte Carlo Permütasyon Testi sonuçlarına göre epifitik alg türleri ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişki % 95,8 olarak yüksek bulunmuştur (Tablo 4.23). Çalışma süresince *Aulocoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Gomphonema parvulum*, *Lepocinclis ovum*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia palea* ve *Nitzschia umbonata* gibi türler PO_4^{-3} ve Ca değişkenleri ile ilişkili olmuştur. CCA göre çalışma bölgesine ait istasyonların fizikokimyasal değerleri epifitik türlerinin dağılımı üzerine etkileri Tablo 4.24’te gösterilmiştir.

Tablo 4.24. Çevresel faktörlerin epifitik alglerin dağılımı üzerinde etkileri

Değişken	λ	F	p
NO ₂	0,453	1,953	0,002
NO ₃	0,453	1,950	0,002
PO ₄	0,436	1,875	0,002
Bulanıklık	0,424	1,818	0,004
Ca	0,406	1,737	0,002
Na	0,397	1,694	0,002
İletkenlik	0,379	1,612	0,004
Pb	0,376	1,597	0,006
Cu	0,362	1,538	0,002

Epifitik alg türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı optimum ve tolerans düzeyleri Tablo 4.25'te verilmiştir. Ağırlıklı ortalama regresyon sonuçlarına göre, *A. granulata*, *C. meneghiniana*, *G. parvulum*, *L. ovum*, *N. linearis*, *N. palea* ve *N. umbonata* gibi türlerin PO₄⁻³, Na⁺, ve Ca⁺² gibi değişkenlerle yakın ilişkili olduğu görülmüştür. Aynı zamanda bu durum CCA sonuçları tarafından da desteklenmiştir. *Surirella ovalis*, *A granulata* ve *Spirogyra* türleri daha serin suları tercih ettiği görülmüştür.

Tablo 4.25. Epifitik alg türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri

			Ca		Cu		Mg		Na		NO ₂		NO ₃		Pb		PO ₄		Bul	
Kod	Maks	N2	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol	Opt	Tol
aug	8	4	98	12	0,05	0,02	15	1,3	64,9	18,3	1,9	1,6	6,5	5,6	0,0	0,0	58	20	6,2	5,8
cht	6	4	89	37	0,25	0,17	24	9,0	109,7	106,8	3,0	8,5	22,0	34,8	0,5	0,6	44	16	6,4	5,5
com	16	3	99	4	0,38	0,13	17	6,0	66	14,8	2,2	1,0	51,5	17,7	0,9	0,4	45	4	6,5	2
cop	50	10	61	29	0,22	0,14	17	6,6	43,8	68,8	0,6	2,5	6,2	13,0	0,2	0,4	37	18	5,4	10,5
cro	16	4	97	24	0,17	0,24	17	6,9	62,9	12,1	1,9	0,8	24,3	24,6	0,3	0,5	46	9	8,9	5,2
cya	27	10	64	32	0,21	0,16	19	9,2	48,5	67,5	0,3	0,8	5,5	9,3	0,5	0,5	32	15	3,7	6,3
cym	43	8	96	20	0,22	0,15	18	7,4	67,5	20,9	9,1	9,7	25,4	19,3	0,3	0,4	50	14	9,1	5,2
cymi	8	3	51	23	0,11	0,15	15	1,2	23,9	15,9	0,5	1,5	2,7	2,8	0,0	0,1	32	11	2,7	4,1
cys	14	5	95	23	0,11	0,18	15	6,5	32,8	29	1,4	1,7	16,1	25,9	0,2	0,5	37	10	8,5	7,5
dek	9	9	86	39	0,26	0,20	19	8,9	60,2	57,3	1,1	1,4	22,1	27,7	0,7	0,5	35	11	7	7,6
epg	14	6	49	16	0,21	0,15	18	6,8	27,9	17,7	0,3	0,6	2,4	1,5	0,1	0,3	33	9	2,9	1,5
fru	16	14	80	28	0,15	0,15	19	8,1	46,7	28,6	2,7	5,3	10,5	14,1	0,3	0,4	44	17	5,4	4,5
goa	9	4	107	18	0,24	0,17	23	14,0	119,2	106,8	0,6	1,4	10,3	12,8	0,7	0,6	42	16	7,2	4,4
goan	16	5	55	25	0,13	0,14	20	8,8	37	25,6	0,1	0,1	1,8	0,9	0,0	0,1	39	25	2	0,8
gop	57	11	96	35	0,23	0,15	16	2,7	77,1	84	3,0	4,7	25,3	29,0	0,3	0,4	53	25	15,8	17,2
got	5	4	52	18	0,18	0,16	16	1,8	19,9	1,1	0,1	0,1	3,0	2,4	0,3	0,5	28	3	2,6	0,5
leo	4	3	107	18	0,19	0,21	21	6,7	130,3	125,8	1,0	1,5	2,9	2,5	0,5	0,7	55	10	8,7	3,8
nac	5	5	94	14	0,03	0,01	14	3,3	45,8	27,2	2,0	1,6	7,7	4,8	0,0	0,0	42	9	8	5,5
nap	4	4	93	13	0,19	0,16	18	8,4	46,3	38,9	6,4	9,2	32,8	30,5	0,2	0,2	42	14	7,2	6,1
naph	17	3	105	47	0,35	0,17	18	9,5	55,5	28,6	1,6	1,5	37,6	33,1	0,9	0,5	34	7	12,4	10,3
nat	9	6	103	23	0,16	0,21	16	5,6	52,9	25,6	2,1	1,3	22,9	29,2	0,3	0,6	43	10	9,9	7,7
nia	5	4	86	34	0,10	0,15	15	0,4	56,3	23,6	2,3	1,8	17,3	27,2	0,1	0,3	46	15	9,1	13,5
nib	4	4	87	4	0,03	0,02	13	4,4	37,2	32,1	1,5	1,8	5,2	1,0	0,0	0,0	40	12	6,5	3,9
nil	12	4	106	19	0,16	0,19	15	3,5	118,2	106,5	0,9	1,2	5,6	6,2	0,4	0,6	51	16	8,4	5,4
nip	16	5	107	15	0,27	0,10	17	3,3	108	104,8	10,6	8,6	34,2	23,6	0,2	0,1	62	26	20,4	17,2
niu	13	4	116	27	0,36	0,14	16	1,2	121,5	92,7	1,7	2,8	30,3	34,7	0,8	0,5	52	18	12,7	9,1
oob	8	5	91	28	0,29	0,12	22	7,4	72,8	86	2,3	5,8	34,4	35,8	0,6	0,5	43	14	5,7	4,8
osl	4	6	92	27	0,13	0,17	19	5,3	87,7	104	0,9	1,5	3,6	2,6	0,3	0,6	45	15	7	4,3
ost	12	6	73	44	0,34	0,09	19	10,1	41,3	30,6	0,6	1,1	17,6	26,1	0,8	0,5	33	13	5,7	7,8
pam	10	3	72	33	0,18	0,18	28	8,8	44,4	20,7	3,2	8,3	33,6	40,2	0,1	0,2	36	13	3,6	4,7
scar	10	5	81	17	0,03	0,02	16	8,8	34,9	28,1	1,3	1,8	4,7	1,7	0,0	0,0	37	12	5,9	4,3
scc	23	8	97	22	0,30	0,16	18	7,4	68,8	50,7	2,6	4,7	35,6	26,8	0,7	0,5	43	11	7,4	5
scd	12	6	101	6	0,33	0,06	22	10,2	67,9	21,3	8,5	9,6	48,4	18,0	0,5	0,4	46	10	7,9	4,7
spr	3	5	80	21	0,03	0,01	19	6,2	30,9	19,3	0,9	1,3	4,6	2,4	0,0	0,0	40	15	4,7	3,2
spsp	5	4	88	9	0,03	0,01	21	6,1	29	17,8	1,1	1,6	5,6	1,4	0,0	0,0	41	14	5,9	4,4
sua	4	5	89	8	0,03	0,02	19	7,7	28,8	21	1,3	1,7	5,2	1,4	0,0	0,0	42	13	6,5	4,2
RMSE			12,6		0,1		3,3		33,8		2,0		9,0		0,1		8,2		2,8	
R2			0,85		0,89		0,81		0,81		0,88		0,87		0,92		0,86		0,94	

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Gaziantep ilinin Güney ve Güneydoğu bölümlerinden farklı noktalardaki sucul ekosistemlerde Kasım 2012-Ocak 2015 tarihleri arasında alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler, alg türlerinin ekolojik istekleri ve filamentli alglerin biyomarkır potansiyelleri çok yönlü istatistiksel teknikler kullanılarak araştırılmıştır. Ülkeler için can damarı niteliğinde olan lentik ve lotik sistemlerin birçoğu kirlenmiş ve halen de hızla kirlenmeye devam etmektedir. Bu durum küresel çapta doğal sucul ekosistemlerin büyük tehdit altında kalmasına neden olmuştur. Küresel boyutta hızla artan çevre kirliliği sonucunda birçok sağlık problemi de ortaya çıkmaktadır. Artan nüfus, hızlı kentleşme, sanayileşme ve küresel iklim değişimiyle beraber özellikle tatlı su ekosistemlerinin büyük tehdit altına girdiği görülmüştür.

Sucul ekosistemlerde besin zincirinin ilk basamağında algler yer almakta ve su kirliliği tayininde biyoindikatör olarak kullanılmaktadırlar. Dünyada şimdiye kadar tatlı su filamentli alglerin biyomarkır potansiyellerini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat birkaç çalışmada Li vd. (2005), Gorbi vd. (2006) ve Branco vd. (2010) labaratuvar koşullarında ağır metallere maruz bırakılan alglerin verdikleri cevaplar kontrol edilmiş ve Kovácik vd. (2010) MDA içeriği gözlendiği görülmüştür. Bu nedenle, bu çalışma ile sucul ekosistemlerin gerek biyolojik zenginliğinin ortaya konulması gerekse bu ekosistemlerin durumlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda farklı ekosistemlerdeki filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri belirlenmiş ve böylece biyomarkır potansiyelleri araştırılmıştır. Dolayısıyla bu alandaki literatür eksikliğini gidermekle kalmayıp aynı zamanda bu sistemlerin genel yapısı ortaya çıkarılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü istasyonlarda fizikokimyasal değişkenler bakımından önemli farklılıklar görüldüğü gibi aynı istasyonda dönemsel farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü süre içerisinde 2013 yılının 2014 yılına kıyasla çok daha kurak geçtiği belirlenmiştir. 2013 yılına göre 2014'te örnekleme istasyonlarının ortalama su sıcaklığı çalışma bölgesinde 3 °C artış tespit edilmiştir. İstasyonların bulundukları coğrafik konumları iklimsel farklılık göstermesinde etkili olmuştur (Marks ve Power, 2001; Çelekli vd., 2016a, b). Çalışma bölgesinde en yüksek ortalama iletkenlik 1404 ± 672 $\mu\text{S}/\text{cm}$ düzeyi ile Hancağz Barajında belirlenmiştir. En düşük elektriksel iletkenlik değeri Katu Deresi ilk iki istasyonu ve Fırat Nehri üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülmüştür. Fırat Nehri örnekleme istasyonlarının elektriksel iletkenlik düzeyi Dicle Nehrine göre daha düşük görülmüştür (Bekleyen vd., 2010). Kıratlı ve Yeniyazı derelerinin yoğun olarak kirletilmiş suları Nizip Çayı ile birleşerek Hancağz Barajı'na dökülmektedirler. Kıratlı Deresi yoğun ve koyu renkli su yapısına sahip olması nedeniyle kirlilik derecesi gözle görülebilmektedir. Kıratlı Deresi sularının ortalama tuzluluk düzeyi $0,98 \pm 0,30$ ppt olup, Hancağz Barajı ise $0,7 \pm 0,4$ ppt ile acı su özelliği göstermiştir. Kıratlı Deresinin kirlilik düzeyinin Hancağz Barajında önemli derecede etkilediği görülmüştür. Nizip Çayı ve Sacır Deresinin kirlilik dereceleri ile ilgili olarak Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) 06.01.2009 tarihli B:40 nolu tutanağında da konu ile ilgili bilgiler yer almıştır. Tutanağa göre Nizip Çayının akış yönü doğrultusunda 50 bin nüfusluk bölgeyi etkilerken Sacır Deresinin 85 bin dönüm araziye suladığı ve 1635 çiftçinin bu sulama suyunu kullandığı ifade edilmiştir. Yoğun olarak kirlenen bu iki akarsuyun ekonomik, toplumsal ve sağlık gibi sorunların ortaya çıkmasına neden olduğu ifade edilmiştir. Bölge ekonomisinin temel kaynağını oluşturan mısır, hububat, ayçiçeği, domates, biber, patlıcan, ceviz, nane otu, maydanoz ve pamuk gibi ürünler yetiştirilmektedir. Yoğun kirlilik nedeni ile tarımsal faaliyetlerin kirlendiği halk sağlığını etkileyen sıtma ve tifo gibi hastalıklar ile kanser vakalarında artış olduğundan söz edilmiştir (TBMM, 2009).

Örnekleme istasyonlarında toplam çözünmüş katı madde (TÇK) ve tuzluluk miktarları iletkenlik değerleri ile paralel olarak değişmiştir. Elektrik iletkenliği tuzluluk ve toplam çözünmüş madde miktarlarına bakıldığında Kayacık Barajı 3, 4 ve Sacır Deresinin tatlı su ve acı su arasında değerlere sahip olduğu görülmüştür. Sacır Deresinin yüksek TÇK ve tuzluluk oranlarına sahip olması beşeri kirlilik kaynağı olan yerel yönetim faaliyetleri sonucu oluşan kirlilik kaynakları ve endüstriyel atıkların Sacır suyuna verildiğini ortaya koymuştur. Sulama Kanalında yüksek

TÇK ve tuzluluk göstermesinde ise en önemli sebep tarımsal faaliyetler sonucu kirlendiğini göstermiştir (Bruvold ve Ongerth, 1969, EPA, 1980; FEPA, 1991; NAFDAC, 2001). Hancağz Barajı, Kayacak Barajı ve Sacır Deresi suların tarımsal sulamada kullanılması uygun görülmemiştir. Bu baraj suyunun tarımsal sulamada kullanılması, tarım ürünleri üzerinde olumsuz sonuçlar doğuracağı öngörülmüştür.

İlkbahar 2013 örnekleme zamanına göre ilkbahar 2014'te çalışma bölgesi istasyonlarının pH düzeyinde hafif artış görülmüştür. Besin tuzları (PO_4^{-3} , NO_3^- , NO_2^- vb.) çalışma bölgesinde yüksek olmuştur. En yüksek PO_4^{-3} değeri 117,2 $\mu\text{g/L}$ ve ortalama en yüksek PO_4^{-3} değeri $72,5 \pm 38,1$ $\mu\text{g/L}$ ile Hancağz Barajı'nda ölçülmüştür. Sırası ile Katu Deresi 3 istasyonu ve Kayacık Barajı istasyonları takip etmiştir. En yüksek NO_3^- ve NO_2^- değerleri Sacır Deresi ve Kayacık Barajında ölçülmüştür. Oligotrofik sucül ekosistemler için PO_4^{-3} miktarı 0,01 mg/L den az olurken azot içerikli bileşenlerin miktarı genellikle 2 mg/L den daha az olduğu bildirilmiştir (Hutchinson, 1967, Horne ve Goldman, 1994). Ötrofik sucül ekosistemler için ise PO_4^{-3} miktarının 0,3 mg/L ve azot içerikli bileşenler ise 5 mg/L üzerinde olduğu rapor edilmiştir (Schindler ve Fee, 1974; Olem ve Flocks, 1990). Yüksek besin tuzu içeriğine sahip sucül ekosistemler ötrofik kategoride yer alırlar ve özellikle PO_4^{-3} tatlı su ekosistemlerinin ötrofikasyon düzeylerini belirlemede çok önemli bir gösterge olduğu belirtilmiştir (Correl, 1998; Smith vd., 1999). Çalışma bölgesindeki lentik ekosistemler genellikle besin tuzları yüksek değerde olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda Hancağz ile Kayacık Barajları evsel ve tarımsal atıkların etkisi altında olup ötrofik özellik gösterdiği görülmüştür. Hancağz Barajı ekosistemi iletkenlik, TÇK, tuzluluk ve besin tuzları bakımından zengin olmakla kalmamış, metal içeriği de fazla olduğu görülmüştür.

Çalışma bölgesine ait örnekleme istasyonlarına ait çözünmüş ortalama oksijen (ÇO) miktarları 7,3 mg/L olup en yüksek çözünmüş oksijen ortalaması $9,7 \pm 5,6$ mg/L en düşük çözünmüş oksijen ortalaması $5,2 \pm 1,6$ mg/L aralığında değişmiştir. En düşük çözünmüş oksijen ortalamasına sahip olan Katu Deresi 3'üncü istasyonu civardaki yerleşim yerlerinin, tarımsal ve hayvansal üretimlerin etkisi altında olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla bu sucül ekosistem, yoğun kirlilik tehdidi altında olması nedeniyle, çözünmüş oksijen içeriğinin önemli düzeyde az olmasında rol oynamıştır. Hava sıcaklığının örnekleme istasyonlarındaki çözünmüş oksijen miktarını etkilediği

görülmüştür. Örnekleme istasyonlarına ait çözünmüş oksijen miktarı ile su sıcaklığı arasında negatif bir dağılım göstermiştir. Doğal su ekosistemlerinde sıcaklık ile çözünmüş oksijen miktarı arasında bu ilişki yaygın görüldüğü bildirilmiştir (Hutchinson, 1967, Horne ve Goldman, 1994). Çalışma bölgesine ait istasyonlarda ortalama 7,4 mg/L çözünmüş oksijen miktarı Alleben Göletinin ortalama çözünmüş oksijen değeri olan 8,26 mg/L'den düşük olduğu görülmüştür (Çelekli ve Öztürk, 2014).

Bölgede filamentli alglerle ilgili her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. *Spirogyra* cinsine ait türler içerisinde, *S. pulchrifigurata*, Anadolu'da nadiren bulunan bir tür olup Türkiye tatlı su alg listesinde yer almıştır (Aysel, 2005). Bu çalışma ile bölgeye ait filamentli alg türlerinin ekolojik özellikleri ilk defa çalışılmıştır. Çalışma bölgesine ait istasyonlarda bol miktarda bulunan filamentli alglerin biyokimyasal analizleri yapılmıştır.

Çalışma bölgesine ait istasyonlardan toplanan filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri türler arasında farklılık göstermiştir. Bu durum, her alg türünün kendine özgü bir biyokimyasal içeriğinin olduğunu göstermiştir. *Cladophora* ve *Spirogyra* cinslerine ait türlerin çevresel faktörlere biyokimyasal cevapları farklılık gösterdiği görülmüştür. *Cladophora*'nın pigment içeriği bulundukları ortamın yüksek metal içeriğinden etkilenirken, *Spirogyra* cinsine ait türler ise düşük metal seviyelerinden bile olumsuz etkilenmiştir. Yüksek metal stresinin fotosentezi etkilediği ve alglerin klorofil içeriğini düşürdüğü bildirilmiştir. Laboratuvar koşullarında metallerin *Cladophora* üzerindeki etkileri araştırmış ve klorofil-a ve b içeriğinin Cu^{+2} konsantrasyonunun artmasıyla azalttığı rapor edilmiştir (Cao vd., 2015). Machado vd. (2015) yüksek konsantrasyonlu metallerin *Pseudokirchneriella subcapitata* alg türünün klorofil-a içeriğini de azalttığı bildirmişlerdir. Ni^{+2} , Cr^{+2} , Cu^{+2} , Pb^{+2} gibi değişkenler filamentli alglerin klorofil pigmentleri miktarlarını olumsuz yönde etkilemiştir. Örneğin, çalışma bölgesinde *Cladophora* cinsine ait filamentli alg türlerinin pigment miktarı 0,15 ile 0,16 mg/L Ni^{+2} düzeyinde, *Spirogyra*'da ise 0,04 mg/L Ni^{+2} miktarında optimum olmuştur. Filamentli alg türlerinde metal birikimi sucul ekosistemdeki metal miktarlarındaki artış ile paralel olarak değişmiştir. Pigment miktarı ise daha düşük metal içeriklerinde artış göstermiştir. Pigment miktarı en fazla *C. crispata*'da, bunu *Spirogyra* türleri ve *C. glomerata* türü takip

etmiştir. En düşük pigment miktarı ise *Oedogonium* ve *Zygnema* cinslerine ait türlerde görülmüştür. Dere vd. (1998) çalışmalarında benzer şekilde *Cladophora* cinsinin diğer alg türlerinden daha fazla pigment içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Algler bulundukları ekolojik ortamın fizikokimyasal yapısı ve iklimsel durumundan etkilendiği bildirilmiştir. Özellikle gün ışığı miktarı, sıcaklık farklılıkları, PO_4^{-3} düzeyi, ağır metal konsantrasyonu ve besin tuzları düzeyleri pigment miktarı üzerinde önemli etkisi olduğu bildirilmiştir (Moss, 1968; Brown vd.,1993; Méjanelle vd., 1995; Kowalewska ve Szymczak, 2001; Valenzuela-Espinosa vd., 2002; Khuantrairong ve Traichaiyaporn, 2011; Lee vd., 2013).

Toplam protein, toplam karbohidrat ve prolin içeriği *Spirogyra* ve *Zygnema* cinsine ait filamentli alg türlerinde fazla bulunmuştur. Örneğin *Cladophora* cinsinde toplam protein miktarı %10-18, karbohidrat miktarı %24,6-44 arasında değişirken *Spirogyra* cinsinde ise protein miktarı %13-22, karbohidrat miktarı %34,2-76 arasında değişmiştir. *Cladophora* cinsi için rapor edilen protein değeri olan %10-18 değerine çok yakın değerdekten karbohidrat değeri olarak belirtilen %52-61 miktarından daha az olduğu görülmüştür (Boyd, 1968; Khuantrairong ve Traichaiyaporn, 2011). *Cladophora* cinsine ait filamentli alg türleri için prolin miktarı 6-18 $\mu\text{g/g}$ olarak *Spirogyra* cinsine ait filamentli alg türleri için ise 22-61 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Filamentli alglerin biyokimyasal içerikleri üzerinde besin tuzları da etkili olmuştur. Türlerin optimum gelişim için besin tuzlarına gereksinimleri farklı bulunmuştur. *Cladophora* ve *Spirogyra* türlerinin PO_4^{-3} gereksinimleri arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Birim filamentli alg başına optimum pigment elde etmek için en fazla PO_4^{-3} gereksinimi *Spirogyra* türlerinde görülürken, bunu *C. crispata* takip etmiştir. *Cladophora glomerata* türü ise daha düşük PO_4^{-3} düzeylerini tercih etmiştir. Örneğin; optimum pigment düzeyi *C. glomerata* için 33,8 $\mu\text{g/L}$ PO_4^{-3} civarında, *C. crispata* için 35,6 $\mu\text{g/L}$ PO_4^{-3} ve *Spirogyra* türleri için ortalama 47 $\mu\text{g/L}$ PO_4^{-3} düzeylerine gereksinim duyulmuştur. *C. crispata*'nın pigment içeriğinin *C. glomerata*'dan daha fazla olduğu görülmüştür. Aynı zamanda *C. crispata*'nın optimum PO_4^{-3} gereksinimininde *C. glomerata*'dan fazla olmuştur. Bu durum PO_4^{-3} ve NO_3^- gibi besin tuzlarının pigment miktarının artışında önemli rol oynadığını göstermiştir. Besin tuzlarının pigmentasyonu artırdığı ifade edilmiştir (Eng-Wilmont ve Martin, 1977; Falkowski ve Owens, 1980;

Menéndez vd., 2002; Çelekli ve Balcı, 2006; Çelekli vd., 2009, 2016a, b; Çelekli 2017).

C. crispata türü *Spirogyra* cinsine ait türler ve *C. glomerata* türüne göre daha serin suları tercih etmiştir. *Spirogyra* cinsine ait türler *Cladophora* cinsine ait türlere göre daha az akıntılı veya durgun ve sığ suları tercih etmiştir. *Cladophora crispata* ve *C. glomerata*'nın dallanmış bir yapıya sahip olmasının yanı sıra rizoid denen kök benzeri yapı taşımaları nedeni ile taş ve bitkilere tutunduğu görülmüştür. *Cladophora* cinsine ait türlerinin filament yapısı *Spirogyra* türlerine göre daha kalın daha dayanıklı olduğu için akıntılı sularda rekabette üstün oldukları bildirilmiştir (Lee vd., 2013).

Filamentli alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ile fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkiler CCA ve ağırlıklı ortalama analizleri ile değerlendirilmiştir. CCA sadece alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkileri açıklamakla kalmamış aynı zamanda biyokimyasal içerikler ile fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkileri iyi bir şekilde ortaya koymuştur. Çalışma sonuçlarının Çelekli vd. (2017) yapılan çalışma sonucundaki değerlere benzerlik gösterdiği görülmüştür. Filamentli alg türlerinin biyokimyasal kompozisyonu üzerinde etkin açıklayıcı rol oynayan fizikokimyasal değişkenler istasyonlara göre farklılık göstermiştir. Filamentli alglerin biyokimyasal değişkenlerin düzeyleri üzerinde özellikle ekosistemlerdeki metal içeriklerinin etkili olduğu görülmüştür (Çelekli vd., 2017). Örneğin, Zn^{+2} , Cu^{+2} ve Pb^{+2} gibi ağır metallerin artışında *Spirulina platensis* alg türünde prolin miktarının arttığı (Choudhary vd., 2007) ve aynı şekilde Cu^{+2} ağır metalinin atışına paralel olarak *Scenedesmus quadricauda* alg türün salisilik asit miktarının arttığı rapor edilmiştir (Kováčik vd., 2010). Çeşitli stres durumlarında prolin miktarının arttığı (Choudhary vd., 2007) aynı zamanda prolinin serbest radikalleri (Smirnoff ve Cumbes, 1989) ile reaktif oksijenleri (Mohanty ve Matysik, 2001) uzaklaştırılmasında ve enzimleri korumada önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Nikolopoulos ve Manetas, 1991).

Çalışma bölgesine ait istasyonlardan toplanan filamentli alg türlerine ait biyokimyasal değişkenlerin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri farklılık göstermiştir. Ayrıca, fizikokimyasal değişkenlere karşı *Cladophora* ile

Spirogyra cinslerine ait filamentli alg türlerinin biyokimyasal içeriklerinin optimum tolerans düzeyleri farklı olmuştur. Örneğin MDA miktarları *Cladophora* cinsine ait türlerde daha yüksek bulunmuştur. *Cladophora*, *Spirogyra*, *Ulothrix* ve *Oedogonium* türleri en yüksek MDA miktarı olarak *Cladophora* cinsine ait türlerde benzer şekilde görülmüştür (Çelekli vd., 2017). Tiyol grupları (-SH) ve hidrojenperoksit (H_2O_2) düzeylerinde ise birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Çelekli vd., 2017). *Cladophora* cinsine ait filamentli alg türlerinde Cr^{+2} , Cu^{+2} , Cd^{+2} ve Pb^{+2} birikimi *Spirogyra*'ya göre daha yüksek bulunmuştur. Ortamların metal stresi ile birlikte filamentli alg türlerinde reaktif oksijen türlerinin oluşumuna neden olduğunu göstermiştir (Pinto vd., 2003; Szivák vd., 2009). Ekosistemdeki çoğunlukla metal stresi filamentli alg hücrelerinde MDA, H_2O_2 , toplam fenolik bileşikler ve toplam tiyol grupları (-SH) düzeylerinin artışına, pigment ve toplam protein miktarının azalmasına neden olmuştur (Çelekli vd., 2017). Abeja-Pineda vd. (2015) metal stresi ve lipid peroksidasyonu arasındaki ilişki rapor etmişlerdir. Yüksek metal içerikleri MDA, H_2O_2 , toplam fenolik bileşikler ve toplam tiyol (-SH) miktarlarının artışında etkili olmuştur. *Spirogyra* cinsine ait türler *Cladophora* cinsine ait türlere göre genellikle daha düşük metal konsantrasyonlarında etkili olmuştur. Bu durum *Spirogyra* türlerinin değişen fizikokimyasal değişkenlere karşı daha hassas olduğunu göstermiştir (Çelekli vd., 2017). Çalışma süresince, alg türlerinin kendilerine özgü bir biyokimyasal içeriği olduğu görülmüş ve değişen çevre koşullarına farklı biyokimyasal cevap verdiği belirlenmiştir. Ayrıca, filamentli bir alg türü farklı ekosistemlerde veya aynı istasyonun farklı örnekleme zamanlarında biyokimyasal içeriğini değiştirmiştir. Dolayısıyla, filamentli alg türün biyokimyasal içeriğinin biyomarkır potansiyelinin olabileceği hakkında fikir vermiştir.

Çalışma bölgesine ait örnekleme istasyonlarından toplanan filamentli alg örneklerine ait FTIR-ATR sonuçları her filamentli alg türün kendine özgü yüzey yapısı olduğunu açıkça göstermiştir. FTIR analiz sonuçları her türün kendine özgü yüzey yapısını oluşturan organik madde kompozisyonu dolayısıyla fonksiyonel gruplarının farklı olduğunu göstermiştir (Arief vd., 2008; Çelekli vd., 2012; Çelekli vd., 2013; Çelekli vd., 2017). Ayrıca, aynı filamentli alg türü farklı ekosistemlerde veya aynı istasyonun farklı örnekleme zamanlarında yüzey yapısında farklılıklar görülmüştür. Bu değişimler filamentli alg türünün farklı ortamlardaki fiziko-kimyasal

değişkenlerin farklı olmasından ileri gelmiştir. Aynı türün FTIR bantlarındaki değişimler ortamdaki çevresel değişimler hakkında önemli bilgiler vermiştir (Giordano vd., 2001; Heraud vd., 2005; Çelekli vd., 2009; Çelekli vd., 2013; Çelekli vd., 2017). Filamentli alg türleri farklı çevresel değişimlere karşı farklı cevaplar vermeleri nedeni ile tür kompozisyonundaki farklılığa neden olduğu göstermiştir. Farklı çevre koşullarında yetiştirilen alglerin farklı yüzey özelliklerine sahip oldukları daha önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Çelekli vd., 2013). Farklı Cd^{+2} konsantrasyonlarına karşı *Synechocystis sp.* (Öztürk vd., 2010) ve *Scenedesmus quadricauda* var. *longispina* (Çelekli vd., 2013) alg türlerinin verdikleri cevaplarda yüzey yapılarının değiştiği görülmüştür. Farklı ekosistemlerin sahip olduğu farklı ekolojik özelliklerin filamentli alg türlerinin biyokimyasal yapıda değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Bu açıdan çevresel parametreler ile biyokimyasal reaksiyonlar arasında önemli ilişki ortaya koymuştur.

Sonuç olarak sucul ekosistemlerde yaşayan filamentli alglerin bu çevresel değişimler karşısında gösterdikleri biyokimyasal yapıların niteliklerinin önemli biyomarkırları işaret ettiği görülmüştür.

Çalışma bölgesinde çok sayıda farklı sucul ekosistemleri içermesinden dolayı ve örneklemelerin epilitik, epifitik, fitoplankton gibi yapılmış olması alg biyoçeşitliliğinin artmasına neden olmuştur. Örnekleme istasyonlarında yaygın görülen alg türleri kosmopolit türler olup hem ülkemizde hemde dünyada önemli yayılışa sahip olduğu bildirilmiştir (Çetin ve Şen, 1998; Gönülol ve Obalı, 1998; Akbay vd., 1999; Kılınç ve Sıvacı, 2001; Aysel vd., 2002; Dere vd., 2002; Obalı vd., 2002; John vd., 2002; Akbulut, 2003; Albay ve Akçaalan, 2003; Kılınç, 2003; Maraşlıoğlu vd., 2005; Çelekli, 2006; Şen vd., 2005; Çelekli ve Külköylüoğlu, 2007; Demir, 2007; Atıcı ve Obalı, 2010; Şahin vd., 2010; Sevindik vd., 2011; Çelekli ve Öztürk, 2013; Barinova ve Lali Kukhaleishvili, 2015). Çalışma bölgesi istasyonlarından Bacillariophyceae, Chlorophyceae ve Conjugatophyceae üyeleri yer almıştır. Özellikle Bacillariophyceae üyelerinin dominat olması ve Chlorophyceae üyelerinde ikinci sırada olması daha önceden yapılmış çalışmalar ile büyük benzerlik gösterdiği görülmüştür (Pabuççu, 2000; Akbulut, 2001; Çetin vd., 2002; Akbulut, 2003; Soininen, 2007; Pala, 2006; Pala, 2007). Alg türlerinin dağılışı üzerinde çevresel faktörlerin önemli rol oynadığı görülmüştür. Alg biyoçeşitliliği ve

yoğunluğu yaşadıkları habitatların fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerle sıkı ilişki içinde olduğu bildirilmiştir (Round, 1973; Goldman ve Horne, 1983; Round 1984; Charles 1985; Cirik vd., 1991; Cirik ve Gökpınar 1993; Horne ve Goldman 1994; Reynolds, 1998; Çevik, 1999; Aygün, 2000; Gürbüz, 2000; Tanyolaç 2000; Aktan ve Aykulu, 2001; Gürbüz ve Kıvrak, 2002; Açıkgöz, 2003; Çetin ve Şen, 2004; O’Sullivan ve Reynolds 2004; Kıvrak ve Gürbüz 2005a; Çelik ve Ongun, 2007).

Alglerin çevresel değişikliklere karşı hızlı cevap verdikleri bildirilmiştir (Reynolds, 1998). Alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede CCA analiz sonuçları değerlendirmede baz alınmıştır (ter Braak and Smilauer, 2002). Alg türleri ile çevresel parametreler arasındaki ilişkiyi CCA yüksek olduğunu göstermiştir. Epifitik, epilitik ve fitoplanktonik alglerden yaygın görülen türler CCA ordinasyonunun merkezine yakın bölgede toplanmış olup bu türlerin çalışma bölgesindeki ekolojik şartlarındaki değişimlere geniş toleransa sahip olduğunu göstermiştir. CCA örnekleme istasyonlarında teşhis edilen alg türleri ile fizikokimyasal değişkenler arasında ilişkisel olarak yüksek korelasyon belirlenmiştir. Alg türleri ile çevresel parametreler arasındaki önemli ilişki daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir. Örnek olarak Gölköy Gölünde yapılan çalışmada % 88,6 (Çelekli, 2006) ve Portekiz’de bulunan Vala Gölünde % 95,4 (Abrantes vd., 2006) oranında alg türleri ile çevresel özellikler arasında önemli düzeyde ilişki olduğu ifade edilmiştir. Dicle nehri üzerinde yer alan Kralkızı, Dicle ve Batman Barajlarında yapılmış çalışma sonuçlarında fitoplankton alg tür kompozisyonu ile çevresel özellikler arasında önemli düzeyde ilişki olduğu belirtilmiştir (Bekleyen vd., 2010). Ayrıca, Gaziantep il sınırlarında yer alan Alleben Göleti fitoplankton alg türleri ile çevresel parametreler arasındaki ilişki % 96,7 ve % 92,8 ile çok iyi açıklamıştır (Çelekli ve Öztürk, 2014). CCA ilk eksenindeki dağılıma bakıldığında alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Çin’deki 49 göl ve Yangtze Irmağında % 96 ile açıklanmıştır (Yang vd., 2005). İspanya’nın kuzey batısı bölgesi Galiçya ve İspanya’nın güney bölgesi Akdeniz’deki Balerya Adalarında da yüksek bulunmuştur (Delgado ve Pardo, 2014). Bu sonuçlar alg türlerinin farklı sucul habitatların su kalitesinin anlaşılmasında, kontrolünde ve yönetiminde çok önemli rol oynadığını göstermektedir. Tarım, sanayi, endüstriyel faaliyetler ve kentleşme gibi

antropojenik faaliyetlerin su kalitesi üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğu bazı çalışmalarda da bildirilmiştir (Van Dam vd., 1994; Mancini ve Arcà, 2000; Reynolds vd., 2002; Ács vd., 2004; Salomoni vd., 2006; Bellinger vd., 2006; Hlúbiková vd., 2007; Padisák vd., 2009; Delgado ve Pardo, 2014). Ekosistemlerin su kalitesi ve niteliğini biyolojik yolla belirlenmesi için alglerin kullanılması üzerine yapılan araştırmaların sayısı Dünya çapında artış göstermektedir (Charles 1985, Kwandrans vd., 1998, Soininen 2002).

Ağırlıklı ortalama regresyon sonuçlarına göre alg türleri farklı çevresel koşullar için kendilerine özgü ekolojik özellikleri tercih ettikleri görülmüştür. Gün ışığı yoğunluğu, sıcaklık, pH, sucul ekosistemlerin karışım dinamikleri, bulanıklık, besin tuzları miktarı, alkalinite, tuzluluk, iletkenlik ve diğer canlı gruplarının varlığı gibi biyotik-abiyotik faktörler alg kompozisyonunun farklılaşmasına neden olmaktadır (Reynolds, 1998). Alg türlerinin ekosistemdeki biyolojik çeşitliliği, dağılımı ve bolluğunun fizikokimyasal ve biyolojik faktörlerle yüksek ilişkili olması alg ekolojisini önemli kılmıştır (Round, 1973). Yaygın görülen türler olan kozmopolit alg türleri ise göreceli olarak yüksek tolerans ve geniş optimum aralığına sahiptirler. Çalışma süresi boyunca fitoplanktonik, epilitik ve epifitik alg türlerinden *Cladophora glomerata*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *Denticula kuetzingii*, *Fragilaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, *Oscillatoria tenuis* ve *Scenedesmus communis* en yaygın görülen türler olmuştur. Aynı zamanda bu türlerin Dünyanın birçok yerinde yapılan araştırmalarda yaygın görülen kozmopolit türler olduğu görülmüştür (Potapova ve Charles, 2004; Bellinger vd., 2006; Della Bella vd., 2012; O'Driscoll vd., 2012).

Fitoplankton türleri CCA ordinasyonunda iyi dağılım göstermiştir. Hancağz Barajı, Fırat Nehri istasyonları ve Kayacık Barajı istasyonlarında görülen *Coelastrum microporum*, *Cymbella affinis*, *Navicula phyllepta*, *Navicula trivialis* ve *Navicula tripunctata* gibi fitoplanktonik olarak örneklenen alg türleri pH faktörü ile yakın ilişkili olarak bulunmuştur. *Coelastrum* cinsine ait türler genellikle sığ, zengin göller, havuzlar ve nehirleri (Reynolds vd., 2002) *Navicula* cinsine ait türler hem organik bakımdan kirli alkali suları hemde organik kirlilik düzeyi düşük sucul ekosistemlerde (Khan, 1990; Acs vd., 2004; Salomoni vd., 2006) bulunduğu bildirilmiştir. Parsiyel CCA sonuçları, tespit edilen fitoplankton türlerinin alkalın suları tercih ettiğini

göstermiştir. Kayacık Barajı, Hancağz Barajını ve Fırat Nehri örnekleme istasyonlarından elde edilen *Cryptomonas erosa*, *Cymbella minuta*, *Scenedesmus communis* ve *Scenedesmus dimorphus* gibi fitoplankton türleri NO_3^- ile ilişkili bulunmuştur. *Cryptomonas erosa* besin tuzları yoğunlukları üzerinde sınırlayıcı olduğu bildirilmiştir (Klaveness, 1988). *Cymbella* cinsine ait birçok türler zengin oksijen indikatörü olarak belirtilmiştir (Van Dam vd., 1994). *Scenedesmus* türleri sığ, zengin göller, havuzlar, göletler ve nehirleri tercih ettikleri bildirilmiştir (Reynolds, 2006). Bu istasyonlar çoğunlukla besin tuzları, iletkenlik, tuzluluk, ÇO ve bulanıklık bu türler arasında ilişki belirlenmiştir. Aynı zamanda parsiyel CCA sonuçları bu durumu desteklemiştir.

Epilitik alg tür dağılımı CCA ordinasyonunda iyi bir dağılım göstermiştir. Çalışma süresince Hancağz Barajı, Sacır Deresi ve Kayacık Barajı örnekleme istasyonlarından *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cosmarium leave*, *Cyclotella meneghiniana*, *Denticula kuetzingii*, *Fragilaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptotenella*, *N. cryptocephala* ve *Nitzschia palea* gibi epilitik alg türleri örneklenmiştir. Bu alg türlerinin dağılımında PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^- , pH, NH_4^+ , Pb^{+2} , Ca^{+2} , Cl^- , Na^+ ve bulanıklık gibi çevresel faktörler önemli rol oynamıştır. *Amphora ovalis* yüksek organik kirlilik içerikli sularda bulunduğu bildirilmiştir (Patrick, 1948). *Cocconeis placentula* kozmopolit bir tür olup genellikle alkali suları tercih eder ve organik kirliliğin orta derecede, fakat şiddetli olmamasına toleranslı olarak nitelendirilmiştir (Anyam, 1990). *C. meneghiniana* su kirliliğine karşı toleranslı (Venkatachalapathy ve Karthikeyan, 2013) ve kirli sucul ekosistemlerin indikatör türü olarak bildirilmiştir (Sladeček, 1973; Kobayasi ve Mayama, 1989; Van Dam vd., 1994; Lobo vd., 1996; Salomoni vd., 2006). *Fragilaria* cinsine ait türler genellikle mezotrofik veya ötrofik sularda yaygın görülen türler olarak rapor edilmiştir (Reynolds, 1984; Soininen, 2002). *Gomphonema parvulum* ve *Nitzschia palea* türleri orta düzeyde kirli sucul ekosistemlerde baskın özelliği göstermişlerdir (Butcher, 1949). *Navicula* türleri genellikle organik kirli suları tercih etmiştir (Archibald, 1972). *N. cryptocephala*'nın yüksek besin tuzlarına toleranslı organik kirlilik ve ötrifikasyon göstergesi olarak bildirilmiştir (Àcs vd., 2004; Salomoni vd., 2006). Aynı zamanda parsiyel CCA sonuçları bu sonuçları desteklemiştir.

Epifitik alg türleri CCA ordinasyonunda iyi bir dağılım göstermiştir. Parsiyel CCA sonuçları Hancağz Barajı, Sacır Deresi, Bahra Deresi, Katu Deresi 2'nci ve 3'üncü istasyonları ve Kayacık Barajı istasyonlarının çoğunlukla besin tuzları, iletkenlik, tuzluluk ve bulanıklık gibi çevresel değişkenler ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bu istasyonlardan örneklenen türlerden *Aulocoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Gomphonema parvulum*, *Lepocinclis ovum*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia palea* ve *Nitzschia umbonata* gibi türler PO_4^{-3} ve Ca değişkenleri ile ilişkili olmuştur.

Aulocoseira granulata besince zengin suları tercih ettiği bildirilmiştir. (Gómez vd., 1995; Bicudo vd., 2016; Heinonen, 2008). *Lepocinclis* cinsine ait türler genellikle ötrifikasyon düzeyi yüksek ekosistemlerde bulundukları ifade edilmiştir (Valadez vd., 2010). *Nitzschia* cinsine ait türler genellikle sığ zengin nehirlerde bulanık sularda orta derecede kirli sularda dominat olup organik kirlilik göstergesi oldukları rapor edilmiştir (Butcher, 1949; Palmer, 1980; Reynolds vd., 2002; Padisák vd., 2009). Bu durum CCA sonuçları tarafından da desteklenmiştir. Aynı zamanda *Surirella ovalis*, *Aulacoseira granulata* ve *Spirogyra* türleri daha serin suları tercih ettiği görülmüştür. CCA sonuçları ile ağırlıklı ortalama regresyon sonuçlarının birbirini desteklediği ve alg türleri ile ekolojik özellikler arasındaki ilişki açık şekilde görülmüştür. Alg türlerinin optimum tolerans düzeyleri ve çevresel koşullara verdikleri cevapların belirlenmesi gelecek yıllarda yapılacak çalışmalarda ülkemize özgü indeks oluşturulmasının konusunda yardımcı olacaktır.

ÖNERİLER

Gaziantep, tatlı su kaynakları bakımından sınırlı potansiyele sahip bir ilimizdir. Bunun yanı sıra bölgedeki sucul ekosistemler endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetler nedeni ile yoğun olarak kirletilmektedir. Kayacık Barajı, Sacır Deresi, Hancağz Barajı ve Fırat Nehri istasyonlarının yüksek ağır metal içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Bu sucul ekosistemlerin suyunun tarım sulamasında ve balıkçılık faaliyetlerinde kullanılması uygun görülmemiştir. Özellikle bu sucul ekosistemlerin kirlilik kaynağı olan atık su girdi sistemlerinin arıtılması ve aynı zamanda bu sucul ekosistemlerin ıslah çalışmalarının başlatılıp temizlenmesi büyük önem taşımaktadır. Fırat Nehrinin yüksek ağır metal içeriğine sahip olması bölgede çalışmaları yürütülen alabalık çiftliği faaliyetlerini ve balık sağlığını olumsuz yönde etkilediğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Abeja-Pineda, O., Lopez-Lopez, E., Favari, L., ve Sedeño-Díaz, J. E. (2015). Algal growth potential and oxidative stress in *Ankistrodesmus falcatus* exposed to waters from Xochimilco Lake system, México. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **18**(2), 221-231.
- Abrantes, N., Antunes, SC., Pereira, MJ., Gonçalves, F. (2006). Seasonal succession of cladocerans and phytoplankton and their interactions in a shallow eutrophic lake (Lake Vela, Portugal). *Acta Oecologica*. **29**, 54-64.
- Ács É., Szabó K., Tóth B. ve Kiss K.T., (2004). Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian streams in connection with reference conditions of the Water Framework Directives. *Acta Botanica Hungarica*. **46**, 255–277.
- Açıkgöz, İ. (2003). Uyuz Gölü alglerinin kalitatif ve kantitatif olarak incelenmesi. Doktora tezi (basılmamış). Gazi Üniversitesi, 110 s., Ankara.
- Akbal N., Anul N., Yerli S., Soyupak S., Yurteri C. (1999). Seasonal distribution of large phytoplankton in Keban dam reservoir. *Journal of Plankton Research*. **21**, 771-787.
- Akbulut, A. (2001). Tuz gölü havzasındaki bazı göllerin (Tuz gölü, Çöl gölü, Tersakan gölü, Hirfanlı barajı gölü) planktonik Bacillariophyceae (Diyatom) üyelerinin sistematik olarak incelenmesi. Doktora tezi (basılmamış). Hacettepe Üniversitesi, 213 s., Ankara.
- Akbulut, A. (2003). Planktonic diatom (Bacillariophyceae) flora of Sultan Sazlığı Marshes, *Turkish Journal of Botany*, Kayseri, **27**, 285-301. Akbulut, A., ve Akbulut, N. (2000). Planktonic organisms of the Manyas Lake. *Hacettepe Bulletin of Natural Sciences And Engineering*. **28**, 19-22.
- Akköz, C., ve Yılmaz, B. (2009). Suğla Gölü (Seydişehir/Konya) Bentik Algleri Üzerine Araştırmalar. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*. **2**(33), 51-60.
- Aktan, Y., ve Aykulu, G. (2001). İznik Gölü'nün kıyı bölgesi sedimanları üzerinde yaşayan alg toplulukları. *İstanbul Üniversitesi Su ürünleri Dergisi*. **12**, 31-48.
- Albay, M., Akçaalan R. (2003). Factors influencing the phytoplankton steady state assemblages in a drinking-water reservoir (Ömerli Reservoir, Istanbul), *Hydrobiologia*. **502**, 85–95.
- Anyam, R. W. (1990). Distribution of epilithic diatoms in the River Ithon UK *Nigerian journal of botany*. **3**, 119-131.
- APHA, AWWA, WPCF, 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th ed., American Public Health Association, Washington, D.C.

- Archibald, R. E. M. (1972). Diversity in some South African diatom associations and its relation to water quality. *Water Research*. **6(10)**, 1229-1238.
- Arief, V. O., Trilestari, K., Sunarso, J., Indraswati, N., Ismadji, S. (2008). Recent progress on biosorption of heavy metals from liquids using low cost biosorbents: characterization, Biosorption Parameters and Mechanism Studies. *Clean*. **36 (12)**. 937
- Atıcı, T., ve Obalı, O. (2002). Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) Fitoplankton'unun Mevsimsel Değişimi ve Klorofil-a Değerlerinin Karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. **19(3-4)**, 381-389.
- Atıcı, T., ve Obalı, E. O. (2010). The diatoms of Asartepe Dam Lake (Ankara), with environmental and some physicochemical properties. *Turkish Journal of Botany*. **34(6)**, 541-548.
- Aygün, S. 2000. Seyhan Nehri Adana İç Bölümünün Fiziksel, Kimyasal ve Plankton Kalitesi Özellikleri ve Mevsimsel Değişimleri. Doktora tezi (basılmamış). Çukurova Üniversitesi, 84 s., Adana
- Aysel V., Gezerler-Şipal U., Aysel F., Erdoğan H., Türker E. (2002). Barutçu Gölü'nün (Selçuk, İzmir, Türkiye) Mikro ve Makro-algleri. *Ege University. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **19**, 1-11.
- Aysel, V. (2005). Check-List Of The Freshwater Algae of Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*. **11 (1)**, 5-128.
- Barinova, S., Gabyshev, V., Boboev, M., Kukhaleishvili, L., ve Bilous, O. (2015). Algal Indication of Climatic Gradients. *American Journal of Environmental Protection*. **4(3-1)**, 72-77.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., Teare, D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. **9**, 205-297.
- Bekleyen, A., Şen, B., Varol, M., Gökot, B. (2010). Dicle Nehri ile Kralkızı, Dicle ve Batman Baraj Göllerinin fiziko-kimyasal özellikleri, fito ve zooplanktonu üzerine bir araştırma. Diyarbakır. TÜBİTAK Proje no: 107Y216. 153 s.
- Bellinger B.J., Christine C. ve Catherine M.O., (2006). Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. *Hydrobiologia*. **573**, 75-87.
- Bellinger, E. G., Sigeo, D.C. 2010. Freshwater Algae. Identification and use as bioindicators. The first edition. John Wiley and Sons, Ltd. UK. 271 pp.
- Belore, M., Winter, J., Duthie, H., (2002). Use of diatoms and macroinvertebrates as bioindicators of water quality in Southern Ontario rivers. *Canada Water Resources. Journal*. **27**, 457-484.
- Bicudo, D. C., Tremarin, P. I., Almeida, P. D., Zorzal-Almeida, S., Wengrat, S., Faustino, S. B. and Morales, E. A. (2016). Ecology and distribution of Aulacoseira species (Bacillariophyta) in tropical reservoirs from Brazil. *Diatom Research*. **31(3)**, 199-215.
- Boyd, C. E. 1968. Evaluation of some common aquatic weeds as possible feedstuffs.
- Branco, D., Lima, A., Almeida, S. F., ve Figueira, E. (2010). Sensitivity of biochemical markers to evaluate cadmium stress in the freshwater diatom Nitzschia palea (Kützinger) W. Smith. *Aquatic toxicology*. **99(2)**, 109-117.

- Brettum, P. 1989. Alger som indikator pa vannkvalitet. Planteplankton. Norsk institutt for vannforskning.
- Brown, M. R., Garland, C. D., Jeffrey, S. W., Jameson, I. D., ve Leroi, J. M. (1993). The gross and amino acid compositions of batch and semi-continuous cultures of *Isochrysis* sp.(clone T. ISO), *Pavlova lutheri* and *Nannochloropsis oculata*. *Journal of Applied Phycology*. **5(3)**, 285-296.
- Bruvold, W. H., ve Ongerth, H. J. (1969). Tasti quality of mineralized water. *Journal American Water Works Association*. **61(4)**, 170-174.
- Butcher, R. W. 1949. Pollution and re-purification as indicated by the algae. In *Fourth Internat. Congress for Microbiology* (pp. 149-150).
- Cakmak, I., Marschner, H. (1992). "Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves", *Plant Physiology*. **98**, 1222-1227.
- Cao, D. J., Shi, X. D., Li, H., Xie, P. P., Zhang, H. M., Deng, J. W., ve Liang, Y. G. (2015). Effects of lead on tolerance, bioaccumulation, and antioxidative defense system of green algae, *Cladophora*. *Ecotoxicology and environmental safety*. **112**, 231-237.
- Charles DF (1985) Relationship between surface sediment diatom assemblages and lakewater characteristics in Adirondack Lakes. *Ecology*. **66(3)**, 994-1011.
- Chen, Y., Qin, B., Teubner, K. 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(4)**, 445-453.
- Chojnacka, K., Chojnacki, A., Gorecka, H. (2004). Trace element removal by *Spirulina* sp. from copper smelter and refinery effluents. *Hydrometallurgy*. **73**, 147-153.
- Choo, K. S., Snoeijs, P., ve Pedersén, M. (2004). Oxidative stress tolerance in the filamentous green algae *Cladophora glomerata* and *Enteromorpha ahlneriana*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **298(1)**, 111-123.
- Choudhary, M., Jetley, U. K., Khan, M. A., Zutshi, S., ve Fatma, T. (2007). Effect of heavy metal stress on proline, malondialdehyde, and superoxide dismutase activity in the cyanobacterium *Spirulina platensis*-S5. *Ecotoxicology and environmental safety*. **66(2)**, 204-209.
- Cirik, S., Cirik, S. ve Benli, H. A. (1991). Beysehir gölü su florası ve mevsimsel degisimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Dergisi*. **8(31-32)**, 155-174.
- Cirik, S., ve Gökpınar, Ş. (1993). Plankton bilgisi ve kültürü. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*. **47**, 131-133.
- Clay, J. (2011). Freeze the footprint of food. *Nature*. **475(7356)**, 287-289.
- Collén, J., Ekdahl, A., Abrahamsson, K., ve Pedersén, M. (1994). The involvement of hydrogen peroxide in the production of volatile halogenated compounds by *Meristiella gelidium*. *Phytochemistry*. **36(5)**, 1197-1202.
- Coppock, R. W., ve Nation, P. N. 2007. Aquatic Toxicology. p: 709-713. Ramsh C. Gupta [eds.], Veterinary Toxicology: Basic and Critical Principles.

- Correll, D. L. (1998). The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review. *Journal of Environmental Quality*. **27(2)**, 261-266.
- Çelekli A., 2006. Comparative Analysis of Seasonal Water Quality Changes and Algae Potential between Lake Abant and Lake Gök  y. Ph.D., University of Abant İzzet Baysal, Institute of Science, 395 p.
- Çelekli, A. ve Öztürk, B. (2014). Determination of ecological status and ecological preferences of phytoplankton using multivariate approach in a Mediterranean reservoir. *Hydrobiologia*. **740**,115–135.
- Çelekli, A., Albay M., D  gel, M. (2007). “Phytoplankton (Exclusive of the Diatoms) Flora of Lake G  lk  y (Bolu)”, *Turkish Journal of Botany*. **31**, 49-65.
- Çelekli, A., Arslanargun^a, H., Soysal^b,   ., G  ltekin^a, E., Bozkurt^b, H. (2016a). Biochemical responses of filamentous algae in different aquatic ecosystems in South East Turkey and associated water quality parameters. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **133**, 403–412.
- Çelekli, A., Gültekin, E., Bozkurt, H. (2016b). Morphological and biochemical responses of *Spirogyra setiformis* exposed to cadmium. *Clean*. **44**, 256–262
- Çelekli, A., İlg  n, G., Bozkurt, H. (2012). Sorption equilibrium, kinetic, thermodynamic, and desorption studies of Reactive Red 120 on *Chara contraria*. *Chemical Engineering Journal*. **191**, 228–235.
- Çelekli, A., Kapı, E., Soysal,   ., Arslanargun, H., ve Bozkurt, H. (2017). Evaluating biochemical response of filamentous algae integrated with different water bodies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **142**, 171-180.
- Çelekli, A., Kapı, M., ve Bozkurt, H. (2013). Effect of cadmium on biomass, pigmentation, malondialdehyde, and proline of *Scenedesmus quadricauda* var. *longispina*. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. **91(5)**, 571-576.
- Çelekli, A., K  lk  yl  o  lu, O. (2006). Net planktonic diatom (Bacillariophyceae) composition of Lake Abant (Bolu)”, *Turkish Journal of Botany*. **30**, 331-347.
- Çelekli, A., Öztürk, B., & Kapı, M. (2014). Relationship between phytoplankton composition and environmental variables in an artificial pond. *Algal Research*, **5**, 37-41.
- Çelekli, A., ve Balcı, M. (2006). Effects of pH, nitrate, and phosphate concentrations on the growth, production of protein, chlorophyll-a, and biomass of *Scenedesmus obliquus* species. In Fourth Balkan Botanical Congress, Sofia/Bulgaria/20–26 June.
- Çelekli, A., ve K  lk  yl  o  lu, O. (2006). Net planktonic diatom (Bacillariophyceae) composition of Lake Abant (Bolu). *Turkish Journal of Botany*. **30(5)**, 331-347.
- Çelekli, A., Yavuzatmaca, M., ve Bozkurt, H. (2009). Modeling of biomass production by *Spirulina platensis* as function of phosphate concentrations and pH regimes. *Bioresource Technology*. **100(14)**, 3625-3629.
-   elik, K., ve 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. *Turkish Journal of Botany*. **31(6)**, 485-493.

- Çetin, A. K. ve Sen, B. (2004). Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu dam lake (Malatya, Turkey). *Turkish Journal of Botany*. **28(3)**, 279-285.
- Çetin, A. K., Sen, B., and Yildirim, V. (2002). Seasonal variations of epipellic diatoms in Gölbaşı lake with relation to physical-chemical variables. *Fresenius Environmental Bulletin*. **11(6)**, 306-311.
- Çetin, A. K., Şen, B. (1998). Diatoms (Bacillariophyta) in the phytoplankton of Keban Reservoir and their seasonal variations, *Turkish Journal of Botany*. **22**, 25-33
- Çetingül, V. (2015). *Cladophora glomerata* (L.) Kütz.(Chlorophyta)'nın Amino Asit İçeriklerinin Saptanması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. **(1-2)**, 107-109
- Çevik, F. (1999). Seyhan Baraj Gölü alg toplulukları ve bazı su kalitesi özellikleri. Doktora tezi (basılmamış). Ç. Üniversitesi, 114 s., Adana.
- Delgado C. ve Pardo I., (2014). Comparison of benthic diatoms from Mediterranean and Atlantic Spanish streams: Community changes in relation to environmental factors. *Aquatic Botany Journal*. **120**, 304–314.
- Della Bella V., Pace G., Barile M., Zedde A., Puccinelli C., Ciadamidaro S., Danieli P.P., Andreani P., Aulicino F.A., Belfiore C. ve Mancini L., (2012). Benthic diatom assemblages and their response to human stress in small-sized volcanic-siliceous streams of central Italy (Mediterranean eco-region). *Hydrobiologia*. **695**, 207–222.
- Demir, N. (2007). Changes in the phytoplankton community of a coastal, hyposaline lake in western Anatolia, Turkey, *Limnology*. **8**, 337–342.
- Dere, Ş., Güneş, T., ve Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*. **22(1)**, 13-18.
- Dere, Ş., Karacaoğlu, D., ve Dalkıran, N. (2002). A study on the epiphytic algae of the Nilüfer Stream (Bursa). *Turkish Journal of Botany*. **26(4)**, 219-234.
- Dewez, D., Geoffroy, L., Vernet, G., ve Popovic, R. (2005). Determination of photosynthetic and enzymatic biomarkers sensitivity used to evaluate toxic effects of copper and fludioxonil in alga *Scenedesmus obliquus*. *Aquatic toxicology*. **74(2)**, 150-159.
- Dolédec, S., ve Statzner, B. (2010). Responses of freshwater biota to human disturbances: contribution of J-NABS to developments in ecological integrity assessments. *Journal of the North American Benthological Society*. **29(1)**, 286-311.
- DuBois, M. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. **28**, 350-356.
- El-Hady, HH Abd. (2014). Alternations in biochemical structures of phytoplankton in Aswan Reservoir and River Nile, Egypt, *Journal of Biodiversity and Environmental Science*. **4**, 68-80.
- Elmacı, A., Yonar, T., Özengin, N., Türkoğlu, H. (2005). Zn^{+2} , Cd^{+2} , Co^{+2} ve Remazol Turkish Blue-G boyar maddesinin sulu çözeltilerinde kurutulmuş *Chara* sp., *Cladophora* sp. ve *Chlorella* sp. türleri ile biyosorpsiyonun araştırılması. *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü*. 16059 Görükle-Bursa.

- Eng-Wilmont, D.L. ve Martin, D. F. (1977). Growth response of the marine blue-green alga, *Gomphosphaeria aponina*, to inorganic nutrients and significance to management. *Microbios*. **19**, 167-179.
- EPA (Environmental Protection Agency). (1980). Interim Primary Drinking Water Regulations Amendments. *Federal Register*. **45(68)**, 57332-57357.
- Ersanlı, E. ve Gönülol, A. 2003. Study on the phytoplankton and seasonal variation of Lake Simenit (Terme-Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **3**, 29-39.
- Ertan Ö. O. ve Morkoyunlu A. 1998. The algae flora of Aksu Stream (Isparta-Turkey). *Turkish Journal of Biology*. **22**, 239–255.
- Ettl H. 1983. Chlorophyta I Phytomonadina. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 6 Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 743 pp.
- Falkowski, P. G., ve Owens, T. G. (1980). Light—shade adaptation two strategies in marine phytoplankton. *Plant Physiology*. **66(4)**, 592-595.
- Farasat, M., Khavari-Nejad, R. A., Nabavi, S. M. B., ve Namjooyan, F. (2013). Antioxidant properties of some filamentous green algae (*Chaetomorpha* Genus). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **56(6)**, 921-927.
- FEPA (Federal Environmental Protection Agency). (1991). Guidelines and Standards for Environmental Pollution Control in Nigeria.
- Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., ve Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*. **281(5374)**, 237-240.
- Geret, F., Serafim, A., Bebianno, M.J., (2003). Antioxidant enzyme activities, metallothioneins and lipid peroxidation as biomarkers in *ruditapes decussatus*? *Ecotoxicology*. **12(5)**, 417–426
- Giordano, M., Kansiz, M., Heraud, P., Beardall, J., Wood, B., ve McNaughton, D. (2001). Fourier transform infrared spectroscopy as a novel tool to investigate changes in intracellular macromolecular pools in the marine microalga *Chaetoceros muellerii* (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology*. **37(2)**, 271-279.
- Goldman, C. R. ve Horne, A. J. 1983. Limnology. McGraw-Hill Int. Book Comp., 464 p., New York.
- Gómez, N., Riera, J. L., ve Sabater, S. (1995). Ecology and morphological variability of *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae) in Spanish reservoirs. *Journal of Plankton Research*. **17(1)**, 1-16.
- Gorbi, G., Torricelli, E., Pawlik-Skowrońska, B., di Toppi, L. S., Zanni, C., ve Corradi, M. G. (2006). Differential responses to Cr (VI)-induced oxidative stress between Cr-tolerant and wild-type strains of *Scenedesmus acutus* (Chlorophyceae). *Aquatic toxicology*. **79(2)**, 132-139.
- Gönülol A ve Obalı O (1998). A study on the phytoplankton of Hasan Uğurlu Dam Lake (Samsun-Turkey). *Turkish Journal of Biology*. **22**, 447-461.
- Graham L.E., Wilcox L.W. 2000. Algae. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. London. 640 pp.

- Gündoğan, Y., Ali, G. Ü. L., ARICA, Ş. Ç., ve Çavuşoğlu, K. (2008). *Cladophora Glomerata* (Chlorophyce)'Da Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. **8(1)**, 181-194.
- Gürbüz, H. (2000). Palandöken Göleti bentik alg florası üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma. *Doğa Türk Biyoloji Dergisi*. **24**, 31-48.
- Gürbüz, H., Kıvrak, E., ve Sülün, A. (2002). Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) bentik alg florası üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. **19(1-2)**, 41-52.
- Hall R.I., Smol J.P. (1992). A weighted-averaging regression ve calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canada) lakes. *Freshwater Biology*. **27**, 417-434.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., 2007. Free Radicals in Biology and Medicine, 4th Ed. Oxford University Press, New York, 704 pp.
- Heinonen, P. (1980). Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Publ. *Water Resources Research Institute*. **37**, 1-91.
- Heinonen, P., Ziglio, G., ve Van der Beken, A. (Eds.). 2008. Hydrological and limnological aspects of lake monitoring (Vol. 15). John Wiley and Sons.
- Heraud, P., Wood, B. R., Tobin, M. J., Beardall, J., ve McNaughton, D. (2005). Mapping of nutrient-induced biochemical changes in living algal cells using synchrotron infrared microspectroscopy. *FEMS Microbiology Letters*. **249(2)**, 219-225.
- Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Polingher, D., Zohary, T. (1999). "Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae", *Journal Phycology*. **35**, 403-424.
- Hlubíková D., Hindáková A., Matúš H. ve Miettinen J., (2007). Application of diatom water quality indices in influenced and non-influenced sites of Slovak rivers (Central Europe). *Arch Hydrobiol Suppl Journal*. **161 (3-4)**, 444-460.
- Honti, M., Istvánovics, V. ve Osztoics, A. (2007). Stability and change of phytoplankton communities in a highly dynamic environment-the case of large, shallow Lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia*. **581**, 225-240.
- Horne, A.J., Goldman, C.R. 1994. Limnology, McGraw-Hill, Newyork.
- Huber-Pestalozzi G, Komirek J., Fott B. (1983). Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnudg: Chlorococcales 7.Teil, 1.Hälfte. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1043 pp.
- Hutchinson, G. E. 1967. A Treatise on Limnology. Volume II Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. John Wiley and Sons Inc New York. 1048 pp
- Iwama, G. K., Vijayan, M. M., Forsyth, R. B. ve Ackerman, P. A. (1999). Heat shock proteins and physiological stress in fish. *American Zoologist*. **39**, 901-909.
- Ji, L., Xie, S., Feng, J., Li, Y., ve Chen, L. (2012). Heavy metal uptake capacities by the common freshwater green alga *Cladophora fracta*. *Journal of applied phycology*. **24(4)**, 979-983.

- John DM, Whitton BA, Brook JA, 2002. The Freshwater algal flora of the British Isles. First edition. Cambridge University Press, Cambridge, 702 p.
- Juggins S., ter Braak C.J.F. 1992. CALIBRATE-Program for species-environment calibration by (weighted averaging) partial least squares regression. Environmental Change Res Cent University College London.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö. O., Gülboy, H., (2004). Ağlasun Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Alglere Göre Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*. **12**, 7-14.
- Karacaoğlu, D., Dere, Ş., ve Dalkıran, N. (2004). A taxonomic study on the phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). *Turkish Journal of Botany*. **28(5)**, 473-485.
- Kasaka, E. (2015). Büyük Lota Gölü (Hafik/SİVAS)'nın Fitoplankton Toplulukları ve Su Kalitesi. *Cumhuriyet Science Journal*. **36(2)**, 51-62.
- Khan, I. N. (1990). The mineralogy and trace element constituents of suspended stream sediments of the Linggi River Basin, Malaysia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*. **4(2)**, 133-139.
- Khuantrairong, T., ve Traichaiyaporn, S. (2011). The nutritional value of edible freshwater alga *Cladophora* sp.(Chlorophyta) grown under different phosphorus concentrations. *International Journal of Agriculture and Biology*. **13(2)**, 297-300.
- Kılınç, S. (2003). The phytoplankton community of Yeniçağa Lake (Bolu, Turkey), *Nova Hedwigia*. **76**, 429-442.
- Kılınç, S., Sıvacı E (2001). A study on the past and present diatom flora of two alkaline lakes. *Turkish journal of Botany*. **25**, 373-378.
- Kıvrak, E. ve Gürbüz, H. (2005a). Seasonal variations in phytoplankton composition and physical-chemical features of Demirdöven Dam Reservoir, Erzurum, Turkey, *Biologia, Bratislava*. **60(1)**, 1-8.
- Kıvrak, E. (2006). Seasonal and long term changes of the phytoplankton in the Lake Tortum in relation to environmental factors, Erzurum, Turkey. *Biologia*. **61(4)**, 339-345.
- Kıvrak, E., ve Gürbüz, H. (2005b). The benthic algal flora of demirdöven dam reservoir (Erzurum, Turkey). *Turkish Journal of Botany*. **29(1)**, 1-10.
- Klaveness, D. 1988. Ecology of the Cryptomonadida: a first review. *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, 105-133.
- Kobayasi H. ve Mayama S., (1989). Evaluation of riverwater quality by diatoms. *Korean Journal of Phycology*. **4**, 121-133.
- Komárek, J., Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota Chroococcales In: *Susswasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fisher Jena, 548 pp.
- Komárek, J., Fott, B. 1983. 1043 pp. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales In: Huber-Pestalozzi-Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie 7 Teil, 1 Hälfte E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- Kováčik, J., Klejdus, B., Hedbavny, J., ve Bačkor, M. (2010). Effect of copper and salicylic acid on phenolic metabolites and free amino acids in *Scenedesmus quadricauda* (Chlorophyceae). *Plant Science*. **178**(3), 307-311.
- Kowalewska, G. (1999). Phytoplankton-the main factor responsible for transport of polynuclear aromatic hydrocarbons from water to sediments in the Southern Baltic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*. **(56)**, 219-222.
- Kowalewska, G., ve Szymczak, M. (2001). Influence of selected abiotic factors on the decomposition of chlorophylls. *Oceanologia*. **43**(3), 315-328.
- Krammer K, Lange–Bertalot H 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band. 2. Fischer Verlag, Stuttgart. 576 p.
- Krammer K, Lange–Bertalot H, 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula (Lineolatae)* und *Gomphonema*. In: Ettl, H., Gartner, G., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band. 2. Fischer Verlag, Stuttgart. 437 p.
- Krammer K, Lange–Bertalot H, 1999a. *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae* In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band. 2. Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin. 876 p.
- Krammer K, Lange–Bertalot H, 1999b. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsgb.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band. 2. Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin. 611 p.
- Kruk, G., Mazzeo, N, Lacerot, G., Reynolds, S. (2002). Classification schemes for phytoplankton: a local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. *Journal of Plankton Research*. **24**(9), 901-912.
- Kumar, J. N., ve Oommen, C. (2012). Removal of heavy metals by biosorption using freshwater alga *Spirogyra hyalina*. *Journal of Environmental Biology*. **33**(1), 27.
- Küpper, H., Küpper, F., Spiller, M. (1996). Environmental relevance of heavy metal-substituted chlorophylls using the example of water plants. *Journal of Environmental Botany*. **295**, 259–266.
- Kwandrans J, Eloranta P, Kawecka B, Wojtan K (1998) Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. *Journal of Applied Phycology*. **10**, 193-201.
- Lavoie, I., Vincent, W. F., Pienitz, R., ve Painchaud, J. (2004). Benthic algae as bioindicators of agricultural pollution in the streams and rivers of southern Québec (Canada). *Aquatic ecosystem health and Management*. **7**(1), 43-58.
- Lee, Y. C., Chang, S. P., Lee, C. S., ve Kao, N. H. (2013). Influence of pigment extraction on Pb (II) biosorption of *Cladophora* and *Spirogyra* algae powder. In *Advanced Materials Research Trans Tech Publications*. **610**, 3591-3598.
- Lehner, B. Henrichs, T. Döll, P. Alcamo, J, (2001). Eurowasser-Model based assessment of European water resources and hydrology in the face of global change, *World agricultural production Cairo*. **1993**, 9-22

- Leps J., Smilauer P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO Cambridge University Press.
- Li, X., Ping, X., Xiumei, S., Zhenbin, W., Liqiang, X. (2005). Toxicity of cypermethrin on growth, pigments, and superoxide dismutase of *Scenedesmus obliquus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **60** 188–192.
- Lichtenthaler, H. K., Wellburn, A. R. (1985). “Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B or leaf in dissolved solvents”, *Biochemical Society Transactions*. **11**, 591-592.
- Lobo E.A., Callegaro V.L.M., Oliveira M.A., Salomoni S.E., Schuler S. and Asai K. (1996). Pollution Tolerant Diatoms from lotic Systems in the Jacuí Basin, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*. **47**, 45–72.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. **193(1)**, 265-275.
- Machado, M. D., Lopes, A. R., ve Soares, E. V. (2015). Responses of the alga *Pseudokirchneriella subcapitata* to long-term exposure to metal stress. *Journal of hazardous materials*. **296**, 82-92.
- Maharana, D., Jena, K., Pise, N. M., ve Jagtap, T. G. (2010). Assessment of oxidative stress indices in a marine macro brown alga *Padina tetrastrum* (Hauck) from comparable polluted coastal regions of the Arabian Sea, west coast of India. *Journal of Environmental Sciences*. **22(9)**, 1413-1417.
- Mancini L. ve Arcá G., 2000. Carta della Qualità Biologica dei Corsi d'Acqua della Regione Lazio. Regione Lazio. Assessorato Ambiente. Dipartimento Ambiente e Protezione Civile, 156 p.
- Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. M., Gönülol, A. 2005. “Seasonal variation of the phytoplankton of Lake Ladik Samsun, Turkey”, *Journal of Freshwater Ecology*. **20(3)**, 549-553.
- Marks, J. C., ve Power, M. E. (2001). Nutrient induced changes in the species composition of epiphytes on *Cladophora glomerata* Kütz.(Chlorophyta). *Hydrobiologia*. **450(1-3)**, 187-196
- McCormick, P., Stevenson, R., 1998. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. *Journal of Phycology*. **34**, 726–733.
- Méjanelle, L., Laureillard, J., Fillaux, J., Saliot, A., ve Lambert, C. (1995). Winter distribution of algal pigments in small-and large-size particles in the northeastern Atlantic. Deep Sea Research Part I: *Oceanographic Research Papers*. **42(1)**, 117-133.
- Menéndez, M., Herrera-Silveira, J., ve Comín, F. A. (2002). Effect of nitrogen and phosphorus supply on growth, chlorophyll content and tissue composition of the macroalga *Chaetomorpha linum* (OF Mull), Kutz, in a Mediterranean Coastal Lagoon. *Scientia Marina*. **66(4)**, 355-364.
- Moe, S. J., Dudley, B., ve Ptacnik, R. (2008). REBECCA databases: experiences from compilation and analyses of monitoring data from 5,000 lakes in 20 European countries. *Aquatic Ecology*. **42(2)**, 183-201.

- Mohanty, P., ve Matysik, J. (2001). Effect of proline on the production of singlet oxygen. *Amino acids*. **21(2)**, 195-200.
- Moss, B. (1968). Studies on the degradation of chlorophyll a and carotenoids in freshwaters. *New Phytologist*. **67(1)**, 49-59.
- Munir, N., Sharif, N., Naz, S., ve Manzoor, F. (2013). Algae: a potent antioxidant source. *Sky Journal of Microbiology Research*. **1(3)**, 22-31.
- Murugan, K., ve Harish, S. R. (2007). Antioxidant modulation in response to heavy metal induced oxidative stress in *Cladophora glomerata*. *Indian journal of experimental biology*. **45(11)**, 980.
- NAFDAC (National Agency for Food, Drug Administration and Control). 2001. National Primary Drinking Water Regulation. Consumer Bulletin, Oct-Dec. (1): 9.
- Nikolopoulos, D., ve Manetas, Y. (1991). Compatible solutes and in vitro stability of *Salsola soda* enzymes: proline incompatibility. *Phytochemistry*. **30(2)**, 411-413.
- O'Driscoll C., de Eyto E., Rodgers M., O'Connor M., Asam Z. Z. ve Xiao L. (2012). Diatom assemblages and their associated environmental factors in upland peat forest rivers. *Ecological Indicators*. **18**, 443-451.
- O'sullivan, P. E., ve Reynolds, C. S. (2004). The lakes handbook. Volume 1. Limnology and limnetic ecology. *Limnology*. **5**, 125-126.
- Obalı, O., Atıcı, T., ve Elmacı, A. (2002). Abant Gölü (Bolu) fitoplanktonu üzerine taksonomik bir çalışma. *OT Sistematik Botanik Dergisi*. **9**, 143-151.
- Okay, O. S., Donkin, P., Peters, L. D., ve Livingstone, D. R. (2000). The role of algae (*Isochrysis galbana*) enrichment on the bioaccumulation of benzo [a] pyrene and its effects on the blue mussel *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution*. **110(1)**, 103-113.
- Olem, H., ve Flock, G. (1990). Lake and reservoir restoration guidance manual (No. PB-93-207926/XAB; EPA--440/4-90/006). North American Lake Management Society, Merrifield, VA (United States).
- Öztürk, S., Aslim, B., ve Suludere, Z. (2010). Cadmium (II) sequestration characteristics by two isolates of *Synechocystis* sp. in terms of exopolysaccharide (EPS) production and monomer composition. *Bioresource technology*. **101(24)**, 9742-9748.
- Öztürk, T. (2013). Parasites of juvenile golden grey mullet *Liza aurata* Risso, 1810 in Sarikum Lagoon Lake at Sinop, Turkey. *Acta Parasitologica*. **58**, 531-540.
- Özyalın, S. ve Ustaoglu, M.R. 2008. Kemer Baraj Gölü (Aydın) Net Fitoplankton Kompozisyonunun İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. **4**, 275-282.
- Padisák, J., Borics, G., Grigorszky, I., ve Soróczki-Pintér, É. (2006). Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia*. **553(1)**, 1-14.
- Padisák, J., Crossetti, L. O., ve Naselli-Flores, L. (2009). Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*. **621(1)**, 1-19.

- Pala, G. (2007). Keban Baraj Gölü Gülüskür kesimindeki planktonik algler ve mevsimsel degisimleri II-Bacillariophyta. *Fırat Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Bilgisi Dergisi*. **19(1)**, 23-32.
- Pala, G., Çağlar, M., (2006). Keban Baraj Gölü Epilitik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri *Fırat Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Bilgisi Dergisi*. **18(3)**, 323-329.
- Palmer, C. M. 1980. Algae and Water Pollution Castle House Publications Ltd. p110
- Patrick, R. (1948). Factors effecting the distribution of diatoms. *The Botanical Review*. **14(8)**, 473-524.
- Peakall, D. B. (1994). The role of biomarkers in environmental assessment (1). *Introduction. Ecotoxicology*. **3(3)**, 157-160.
- Pienitz, R., Smol, J., Birks, H. (1995). Assessment of freshwater diatoms as quantitative indicators of pas climate change in the Yukon and Northwest Territories, Canada. *J. Paleolim*. **13**, 21– 49.
- Pinto, E., Sigaud-kutner, T., Leitao, M. A., Okamoto, O. K., Morse, D., ve Colepicolo, P. (2003). Heavy metal–induced oxidative stress in algae. *Journal of Phycology*. **39(6)**, 1008-1018.
- Pipp, E. ve Rott, E. (1995). A phytoplankton compartment model for a small meromictic lake with special reference to species–specific niches and long–term changes. *Ecological Modelling*. **78**, 129–148.
- Plafkin, J.L.M.T., Barbour, K.D., Porter, S.K., Gross. R.M. ve Hughes 1989: Rapid Assessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macro invertebrates and Fish. EPA:Washington, D.C. Rosenberg, D.M., V.H.Resh(eds). 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall: New York, NY.
- Popovsky J., Pfiester L.A. 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida) In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 6 Gustav Fischer Verlag Jena, 272 pp.
- Postel, S. 1997.Last oasis: facing water scarcity. WW Norton and Company.
- Potapova M., Charles D.F., Ponade. K.C. ve Winter D.M., (2004). Quantifying speciesindicator values for trophic diatom indices: comparison of approaches. *Hydrobiologia*. **517**, 25–41.
- Poulopoulos, S. G., ve Inglezakis, V. J. 2006. Adsorption, Ion Exchange and Catalysis: Design of Operations and Environmental Applications. Elsevier.
- Prescott G.W. 1982. Algae of the western great lakes area with an illustrated key to the genera of desmids and freshwater diatoms. 1-977, Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein. 977 pp.
- Přibyl, P., Cepák, V., ve Zachleder, V. (2005). Cytoskeletal alterations in interphase cells of the green alga *Spirogyra decimina* in response to heavy metals exposure: I. The effect of cadmium. *Protoplasma*. **226(3-4)**, 231-240.
- Rakocevic, J., Hollert, H. (2005). Phytoplankton community and chlorophyll-a as trophic state indices of Lake Skadar (Montenegro, Balkan). *Environmental Science and Pollution Research*. **12(3)**,146-152.

- Ratkevicius, N., Correa, J. A., Moenne, A. (2003). "Copper accumulation, synthesis of ascorbate and activation of ascorbate peroxidase in *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. (Chlorophyta) from heavy metal-enriched environments in northern Chile", *Plant, Cell and Environment*. **26**, 1599–1608.
- Reynolds C.S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L. ve Melo S., (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton, review. *Journal of Plankton Research*. **24(5)**, 417-428.
- Reynolds CS. 1984 The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge.
- Reynolds, C. S. 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status?. In *Phytoplankton and Trophic Gradients*. Springer Netherlands.
- Reynolds, C.S., 2006. *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Pres. Cambridge, 535 pp.
- Rinku, N. H., Patel, V., ve Jasrai, R. T. (2012). Removal of cadmium, chromium and lead from filamentous alga of *Pithophora* sp. of industrial wastewater. *International Journal of Environmental Sciences*. **3(1)**, 408-411.
- Rolland, A., Bertrand, F., Maumy, M., Jacquet S. (2009). Assessing phytoplankton structure and spatio-temporal dynamics in a freshwater ecosystem using a powerful multiway statistical analysis. *Water Research*. **43**, 3155-3168.
- Rott E. (1981). Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie*. **43**, 34–62.
- Rott E., Pipp E. ve Peister P., (2003). Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. *Algological Studies*. **110**, 91-115.
- Rott, E. (1984). Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*. **22**, 1078–1085.
- Round F.E., (1991). Diatoms in river water-monitoring studies. *Journal of Applied Phycology*. **3**, 129–145.
- Round, F. E. 1973. *The Biology of Algae*. 2nd edi., St. E. Arnold, London.
- Round, F. E., 1984. *The Ecology of Algae*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- Round, F. E., Crawford, R. M., Mann, D. G. 1990. *The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera*. 1-747. Cambridge University Press.
- Salmaso, N. ve Padisák, J. (2007). Morpho-functional groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). *Hidrobiologia*. **578**, 97–112.
- Salomoni S.E., Rocha O., Callegaro V.L. ve Lobo E.A., (2006). Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*. **559**, 233–246.

- Sergieiev, I., Alexieiva, V., Karanov, E. (1997). Effect of spermine, atrazine and combination between them on some endogenous protective systems and stress markers in plants. *CR. Academie bulgare des Sciences*. **51**, 121–124.
- Schindler, D. W., ve Fee, E. J. (1974). Experimental lakes area: whole-lake experiments in eutrophication. *Journal of the Fisheries Board of Canada*. **31(5)**, 937-953.
- Seçer, S., Bozkurt, Y. (2001). The Effect of Heavy Metals Toxicity of mercury to fish, (in Turkish). *EKİN Dergisi*. **18**, 83-87.
- Sevindik, T. O. (2010). Phytoplankton Composition of Çaygören Reservoir, Balıkesir-Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **10(3)**.
- Sevindik, T.O., Çelik, K., Gönülol, A. (2011). “Twenty New Records for Turkish Freshwater Algal Flora from Çaygören and İkizcetepeler Reservoirs (Balıkesir, Turkey)”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **11**, 399-406.
- Sladeček V., (1973). System of water quality from the biological point of view. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft*. **7**, 1–218.
- Smirnoff, N., & Cumbes, Q. J. (1989). Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry*. **28(4)**, 1057-1060.
- Smith, V. H., Tilman, G. D., ve Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental pollution*. **100(1)**, 179-196.
- Sobiechowska, M., Bridoux, M., Ferreira, A. H. F., Perez-Fuentetaja, A., ve Alben, K. T. (2010). Biomarkers of algal populations in phytoplankton, filamentous algae, and sediments from the eastern basin of Lake Erie 2003–2005. *Journal of Great Lakes Research*. **36(2)**, 298-311.
- Soininen J (2002) Responses of epilithic diatom communities to environmental gradients in some Finnish Rivers. *International Review of Hydrobiology*. **87**, 11-24
- Soininen, J. (2007). Environmental and spatial control of freshwater diatoms - a review. *Diatom Research*. **22(2)**, 473–90.
- Sommer, U., Gliwicz, Z.M., Lampert, W., Duncan, A. (1986). The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters, *Archives Hydrobiology*. **106**, 433–471.
- Soylu, E.N. ve Gönülol, A. (2010). Functional Classification and Composition of Phytoplankton in Liman Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. **10**, 53-60.
- Sun J., Liu D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research*. **25**, 1331-1346.
- Szivák, I., Behra, R., ve Sigg, L. (2009). Metal-induced reactive oxygen species production in *chlamydomonas reinhardtii* (Chlorophyceae). *Journal of phycology*. **45(2)**, 427-435.
- Şahin, B., Akar, B., Bahçeci, İ. (2010). Species composition and diversity of epipellic algae in Balık Lake (Şavşat-Artvin, Turkey), *Turkish Journal Botany*. **34**, 441-448.
- Tanyolaç, J. 2000. Limnoloji. Hatiboglu Yayınevi, 145 s., Ankara

- Tasneem, F., Zutshi, S., Khan, M. A., Jetley, U. K., Choudhary, M. (2007). Effect of heavy metal stress on proline, malondialdehyde, and superoxide dismutase activity in the cyanobacterium *Spirulina platensis*-S5. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **(66)**, 204–209.
- Taylor, JC, Harding WR, Archibald CGM, (2007). A Methods Manual for the Collection, Preparation and Analysis of Diatom Samples Version 1.0, *Water Research Commission WRC Report TT 281/07*, 60 p.
- TBMM, Tutanak Dergisi. "Dönem: 23, Cilt: 37, Yasama Yılı: 3 40'ıncı Birleşim 6 Ocak 2009 Salı, Meclis Tutanakları: s. 577-577.
- Ter Braak C.J.F. ve Šmilauer P., 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca: Microcomputer Power Press.
- Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for windows (version 4). Center for biometry, Wageningen New York.
- Thakur, H. A., ve Behere, K. H. 2008. Study of filamentous algal biodiversity at Gangapur Dam Nasik dist.(MS), India. In *Proceedings of Taal 2007: The World Lake Conference* (pp. 456-461).
- Thronsen, J. 1978. Preservation and storage. Phytoplankton manual. UNESCO, Paris, 69, 74.
- Tolotti, M., Thies, H., Cantonati, M., Hansen, C. M. E. ve Thaler, B. (2003). Flagellate algae (Chrysophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae) in 48 high mountain lakes of the Northern and Southern slope of the Eastern Alps: biodiversity, taxa distribution and their driving variables. *Hydrobiologia*. **502**, 331–348.
- Torres, M. A., Barros, M. P., Campos, S. C., Pinto, E., Rajamani, S., Sayre, R. T., and Colepicolo, P. (2008). Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*. **71(1)**, 1-15.
- Tripathi, B. N., Gaur, J. P., Mehta, S. K., Amar, A. (2006). Oxidative stress in *Scenedesmus* sp. during short- and long-term exposure to Cu^{+2} and Zn^{+2} . *Chemosphere*. **62**, 538–544.
- Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommenung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische und angewandte Limnologie. **9**, 1-38.
- Valadez, F., Rosiles-Gonzalez, G., ve Carmona, J. (2010). Euglenophytes from lake chignahuapan, mexico. *Cryptogamie, Algologie*. **31(3)**, 305-319.
- Valavanidis A, Vlahogianni T, Dassenakis M, Scoullas M (2006). Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicol Environ Safety*. **64(2)**, 178–189.
- Valenzuela-Espinoza, E., Millán-Núñez, R., ve Núñez-Cabrero, F. (2002). Protein, carbohydrate, lipid and chlorophyll a content in *Isochrysis* aff. *galbana* (clone T-Iso) cultured with a low cost alternative to the f/2 medium. *Aquacultural Engineering*. **25(4)**, 207-216.

- Van Dam, H., Mertens, A., ve Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Aquatic Ecology*. **28**(1), 117-133
- Venkatachalapathy, R., ve Karthikeyan, P. (2013). Benthic diatoms in river influenced by urban pollution, Bhavani region, Cauvery river, South India. *International Journal of Innovative technology and exploring engineering*. **2**(3), 206-210.
- Verhougstraete, M. P., Byappanahalli, M. N., Rose, J. B., ve Whitman, R. L. (2010). Cladophora in the Great Lakes: impacts on beach water quality and human health. *Water Science and Technology*. **62**(1), 68-76.
- Wehr, J. D., Sheath, R. G. 2003. Freshwater algae of North America: Ecology and Classification. Academic Press California.
- Wetzel, R. G., Likens, G. E. 2000. Limnological Analyses“, 3rd edition. Springer, Berlin, Germany, 429 pp.
- Whitton, B. A., John, D. M., ve Brook, A. J. 2002. The freshwater algal flora of the British isles. *Cambridge, The Natural History Museum*.
- WHO-World Health Organization, 1993. International Programme on Chemical safety (IPCS) Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles. World Health Organization, Geneva, 57 pp.
- Winter, J. G., ve Duthie, H. C. (2000). Epilithic diatoms as indicators of stream total N and total P concentration. *Journal of the North American Benthological Society*. **19**(1), 32-49.
- Yang, X., Dong, X., Gao, G., Pan, H., ve Wu, J. (2005). Relationship between surface sediment diatoms and summer water quality in shallow lakes of the middle and lower reaches of the Yangtze River. *Journal of Integrative Plant Biology*. **47**(2), 153- 164.
- Yap, C. K., Ismail, A., Omar, H., Tan, S. G. (2004). Toxicities and tolerances of Cd⁺², Cu⁺², Pb⁺² and Zn⁺² in a primary producer (*Isochrysis galbana*) and in a primary consumer (*Perna viridis*). *Environment International*. **(29)**, 1097–1104.
- Zhou, Q. (2001). The measurement of malondialdehyde in plants. In: Zhou Q (Ed.): Methods in Plant Physiology. *China Agricultural Press Beijing*.
- Żbikowski, R., Szefer, P., ve Latała, A. (2007). Comparison of green algae *Cladophora* sp. and *Enteromorpha* sp. as potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic. *Science of the total environment*. **387**(1), 320-332.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Hamdullah Arslanargun
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Tarihi : 01.01.1986
Medeni Durum : Bekâr
Telefon : 0553-161-68-21
Email : hamdullaharslanargun@gmail.com



EĞİTİM BİLGİLERİ

	Mezun olduğu okul	Mezuniyet yılı
Doktora	Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Biyoloji ABD / Genel Biyoloji Bilim Dalı	2017
Yüksek Lisans	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD / Hidrobiyoloji Bilim Dalı	2011
Lisans	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü	2008
Lise	Bitlis Anadolu Lisesi	2003

YAYINLAR

Dergi/Kitap :Ecotoxicology and Environmental Safety

Sayı :133(2016)403–412

Yazarlar :Abuzer Çelekli, **Hamdullah Arslanargun**, Çiğdem Soysal, Emine Gültekin, Hüseyin Bozkurt

Yayının Adı :Biochemical responses of filamentous algae in different aquatic ecosystems in South East Turkey and associated water quality parameters

Dergi/Kitap :Ecotoxicology and Environmental Safety

Sayı :133(2016)403–412

Yazarlar : Abuzer Çelekli, Emine Kapı, Çiğdem Soysal, **Hamdullah Arslanargun**, Hüseyin Bozkurt

Yayının Adı : Evaluating biochemical response of filamentous algae integrated with different water bodies

Bilimsel toplantılarda yapılan sunu, bildiri ve çalışmalar

- Abuzer Çelekli, H. Ömer Lekesiz, E. Yonca Gümüş, Seda Kayhan, **Hamdullah Arslanargun**, Yakup Karaaslan, Tolga Çetin (2016). Kuzey Ege Havzası Akarsularının Diyatome Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri. 23. Ulusal Biyoloji Kongresi, 5-9 Eylül 2016, Gaziantep.
- Abuzer Çelekli, Emine Gültekin, **Hamdullah Arslanargun**, (2015). İslahiye-Nurdağı Bölgesi Alg Kompozisyonu. XII. Ekoloji ve Çevre Kongresi, 14-17 Eylül 2015, Muğla.
- Abuzer Çelekli, Seda Kayhan, Emine Gültekin, **Hamdullah Arslanargun**, Ömer Lekesiz (2015). Aras Havzasındaki Bazı Göllerin Fitoplankton Kompozisyonu. XII. Ekoloji ve Çevre Kongresi, 14-17 Eylül 2015, Muğla.
- Abuzer Çelekli, **Hamdullah Arslanargun**, Emine Gültekin, (2015). Yavuzeli-Araban Bölgesi Alg Kompozisyonu. XII. Ekoloji ve Çevre Kongresi, 14-17 Eylül 2015, Muğla.
- Abuzer Çelekli, Emine Gültekin, **Hamdullah Arslanargun**, Ali Topyürek, Hüseyin Bozkurt (2014). İslahiye ve Nurdağı (Gaziantep) Bölgesi Filamentli Alglerin Biyomarkır Potansiyellerinin Belirlenmesi. VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos 2014.

- **Hamdullah Arslanargun**, Abuzer Çelekli, Ali Topyürek, Emine Gültekin, Hüseyin Bozkurt, Çiğdem A. Soysal (2014) Gaziantep İli Karkamış-Nızip Bölgesi Filamentli Alglerin Ekolojik Özellikleri ve Biyomarkır Potansiyelleri. VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos 2014.
- Abuzer Çelekli, Ali Topyürek, Emine Gültekin, **Hamdullah Arslanargun**, Hüseyin Bozkurt, Çiğdem A. Soysal Gaziantep Merkez Bölgesindeki Bentik Alglerin Ekolojik Özellikleri. VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos 2014.

