

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**YUKARI SAKARYA HAVZASI'NDA EKOLOJİK DURUMUN TAHMİNİNDE
FİTOBENTOZUN KULLANIMI**

Tolga ÇETİN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2017**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Tolga ÇETİN tarafından hazırlanan “**Yukarı Sakarya Havzası’nda Ekolojik Durumun Tahmininde Fitobentozun Kullanımı**” adlı tez çalışması 03/02/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. A. Nilsun DEMİR
Ankara Üniversitesi Su Ürünleri A.B.D.



Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Cumali KINACI
İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Teknolojisi A.B.D.



Üye: Prof. Dr. A. Nilsun DEMİR
Ankara Üniversitesi Su Ürünleri A.B.D.



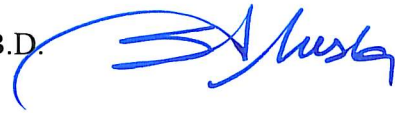
Üye: Prof. Dr. Meriç ALBAY
İstanbul Üniversitesi İç Sular Biyolojisi A.B.D.



Üye: Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ
Ankara Üniversitesi Su Ürünleri A.B.D.



Üye: Doç. Dr. Seyhan AKISKA
Ankara Üniversitesi Biyoloji A.B.D.



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

Enstitü Müdürü

ETİK

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

03.02.2017



Tolga ÇETİN

ÖZET

Doktora Tezi

YUKARI SAKARYA HAVZASI'NDA EKOLOJİK DURUMUN TAHMİNİNDE FİTOBENTOZUN KULLANIMI

Tolga ÇETİN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Nilsun DEMİR

Bu çalışmada, Yukarı Sakarya Havzası'nda ekolojik durumun tahmininde fitobentozun temsilcisi olan diyatomelerin kullanılması amaçlanmıştır. Örnekler, Nisan 2015-Aralık 2015 tarihleri arasında 10 istasyondan mevsimsel olarak alınmıştır. 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7. istasyonlar nehirlerde, 8. ve 9. istasyonlar Sakaryabaşı Kaynaklarını oluşturan göletlerde, 10. istasyon ise Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Çiftliği çıkışında seçilmiştir. Diyatomeler teşhis edilmiş, sayılmış ve yirmi diyatome indeksi hesaplanmıştır. Ayrıca su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik yerinde ölçülmüş ve toplam azot, ortofosfat, toplam fosfor, alkalinite analizleri gerçekleştirilmiştir. Biyolojik durum, kimyasal durum ve hidromorfolojik durum “biri kötüyse hepsi kötü” prensibine göre değerlendirilerek nihai ekolojik durum tahmin edilmiştir.

Örneklerde toplamda 96 diyatome türü teşhis edilmiş, *Achnantheidium minutissimum*, *Cymbella excisa*, *Craticula subminuscula* ve *Fragilaria brevistriata* dominant türler olmuştur. Diyatome indeksleri arasında toplam azot ile yüksek korelasyon gösteren IDP İndeksi, sonuçların değerlendirilmesinde kullanılmıştır. IDP İndeksi'ne göre biyolojik durum 2. ve 4. istasyonlarda I. sınıf, 1, 5, 7, 8, 9. ve 10. istasyonlarda II. sınıf, 3. ve 6. istasyonlarda III. sınıf olarak belirlenmiştir. Kimyasal durum ise Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre 1. ve 2. istasyonlarda I. sınıf, 3, 4, 7, 8, 9. ve 10. istasyonlarda II. sınıf, 5. ve 6. istasyonlarda III. sınıf olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda ekolojik durum 2. istasyon için çok iyi (I. Sınıf) olarak değerlendirilirken 1, 4, 7, 8, 9 ve 10. istasyonlar için iyi (II. sınıf) ve 3, 5, 6. istasyonlar için ise orta (III. sınıf) olarak tahmin edilmiştir. 2. istasyon baskılardan uzak olması ve ekolojik kalite açısından çok iyi durumda olması nedeniyle referans alan olarak kullanılabilir.

Şubat 2017, 136 sayfa

Anahtar Kelimeler: Diyatome, ekolojik durum, fitobentoz, Su Çerçeve Direktifi, su kalitesi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE USE OF PHYTOBENTHOS FOR THE ECOLOGICAL STATUS ASSESSMENT IN UPPER SAKARYA BASIN

Tolga ÇETİN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. A. Nilsun DEMİR

In this study, it is aimed to use diatoms which are the representatives of phytobenthos in estimating the ecological status in Upper Sakarya Basin. Samples were taken seasonally from 10 stations from April 2015 to December 2015. Stations 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 were selected from rivers, stations 8 and 9 were selected from ponds which form Sakaryabaşı Springs, and station 10 was selected on the outlet of Çifteler Aquaculture and Research Station. Diatoms were identified, counted and twenty diatom indices were calculated. Moreover, water temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity were measured in situ, and total nitrogen, orthophosphate, total phosphorus and alkalinity analyses were carried out. Final ecological status was estimated by evaluating the biological, chemical and hydromorphological status according to one-out-all-out principle.

In total 96 diatom species were identified from the samples and *Achnantheidium minutissimum*, *Cymbella excisa*, *Craticula subminuscula* and *Fragilaria brevistriata* were dominant species. Among diatoms indices, IDP Index which shows a high correlation with total nitrogen was used for the assessment of the results. According to IDP Index stations 2 and 4 are in Class I; stations 1, 5, 7, 8, 9, 10 are in Class II; and stations 3 and 6 are in Class III in terms of biological status. Chemical status was identified as Class I in stations 1 and 2, Class II in stations 3, 4, 7, 8, 9 and 10; and Class III in stations 5 and 6 according to the Surface Water Quality By-law.

As a result of the study, ecological status classification of the station 2 was estimated as high (Class I), the status of stations 1, 4, 7, 8, 9 and 10 was estimated as good (Class II), and the status of stations 3, 5, 6 was estimated as moderate (Class III). Station 2 can be used as a reference site since it is far away from pressures and it is in high status in terms of ecological quality.

February 2017, 136 pages

Key Words: Diatom, ecological status, phytobenthos, Water Framework Directive, water quality

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarını benden esirgemeyen tez danışmanı hocam Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Nilsun DEMİR'e, Bakanlığımız bünyesinde akademik çalışmalarımızı her zaman destekleyen ve bu çalışmanın gerçekleşmesine fırsat tanıyan T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürü Sayın Prof. Dr. Cumali KINACI'ya, tez izleme komitesinde fikir ve önerileriyle beni yönlendiren Sayın Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ (Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve Sayın Doç. Dr. Seyhan AKISKA'ya (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), arazi çalışmalarımda bana her zaman destek olan kayınpederim Ahmet DURAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Sonsuz manevi desteği ile her zaman arkamda olan ve tezimde kullandığım literatürü Türkçe'ye çeviren sevgili eşim Leyla DURAN ÇETİN'e, ailemizin yeni üyesi biricik kızım Ela ÇETİN'e, hayatım boyunca desteklerini benden eksik etmeyen ve varlıklarından güç aldığım değerli insanlar; annem Aysel ÇETİN, babam Aziz ÇETİN ve kardeşim Tuğçe ÇETİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Tolga ÇETİN

Ankara, Şubat 2017

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Dünya’da ve Avrupa’da Yapılan Çalışmalar	5
2.2 Ülkemizde Gerçekleştirilen Çalışmalar	10
2.3 Sakarya Havzası’nda Gerçekleştirilen Çalışmalar	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1 Materyal	20
3.1.1 Araştırma yeri	20
3.2 Yöntem	28
3.2.1 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler	28
3.2.2 Suyun fizikokimyasal analizleri	29
3.2.2.1 Çözünmüş oksijen	29
3.2.2.2 pH	29
3.2.2.3 Elektriksel iletkenlik	29
3.2.2.4 Su sıcaklığı	30
3.2.2.5 Toplam azot	30
3.2.2.6 Ortofosfat	30
3.2.2.7 Alkalinite	30
3.2.2.8 Toplam fosfor	30
3.2.2.9 Fizikokimyasal durumun değerlendirilmesi.....	30
3.2.3 Diyatome örneklerinin alınması.....	31
3.2.4 Diyatome örneklerinin muhafazası	32
3.2.5 Diyatome örneklerinin teşhisi ve sayımı.....	32
3.2.6 Diyatome türlerine ait bolluk ve dominantlık durumunun değerlendirilmesi	32
3.2.7 Diyatome indekslerinin hesaplanması.....	33
3.2.8 İstatistiksel analizler	36
3.2.9 Biyolojik durumun değerlendirilmesinde kullanılan diyatome indeksi.....	37
3.2.10 Hidromorfolojik durumun belirlenmesi	38
3.2.11 Ekolojik durumun belirlenmesi	38
4. BULGULAR	40
4.1 Fizikokimyasal Bulgular.....	40
4.1.1 Su sıcaklığı	40
4.1.2 Çözünmüş oksijen derişimi	40
4.1.3 pH	40
4.1.4 Elektriksel iletkenlik	40
4.1.5 Toplam azot	41
4.1.6 Ortofosfat	41
4.1.7 Alkalinite	41

4.1.8 Toplam fosfor	41
4.2 Biyolojik Bulgular	42
4.2.1 Diyatomelere ait tür kompozisyonu	42
4.2.1.1 Nisan dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu	49
4.2.1.2 Temmuz dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu	53
4.2.1.3 Eylül dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu	57
4.2.1.4 Aralık dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu	61
4.2.2 Diyatomelere ait indeks sonuçları	65
4.3 İstatistiksel Bulgular	69
4.3.1 Fizikokimyasal parametreler ve diyatome türleri arasındaki ilişkiler	69
4.3.2 Fizikokimyasal parametreler ve diyatome indeksleri arasındaki ilişkiler	72
4.3.3 En uygun diyatome indeksinin seçilmesi	73
4.4 Hidromorfolojik Durumun Değerlendirilmesi	77
4.5 Nihai Ekolojik Durumun Değerlendirilmesi	78
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	80
5.1 Diyatome Tür Dağılımı	80
5.2 Fizikokimyasal Parametreler ve Diyatome Bolluk Değerleri	81
5.3 Diyatome İndeksleri	89
5.4 Ekolojik Durum.....	91
KAYNAKLAR	97
EKLER.....	113
EK 1 Bacillariales Takımına İlişkin Türler	114
EK 2 Cocconeidales Takımına İlişkin Türler	116
EK 3 Cymbellales Takımına İlişkin Türler	117
EK 4 Eunotiales Takımına İlişkin Türler	120
EK 5 Fragilariales Takımına İlişkin Türler	121
EK 6 Licmophorales Takımına İlişkin Türler	122
EK 7 Mastogloiales Takımına İlişkin Türler.....	123
EK 8 Naviculales Takımına İlişkin Türler	124
EK 9 Rhopalodiales Takımına İlişkin Türler.....	127
EK 10 Surirellales Takımına İlişkin Türler.....	128
EK 11 Tabellariales Takımına İlişkin Türler.....	129
EK 12 Thalassiophysales Takımına İlişkin Türler	130
EK 13 Aulacoseirales Takımına İlişkin Türler	131
EK 14 Coscinodiscales Takımına İlişkin Türler	132
EK 15 Melosirales Takımına İlişkin Türler.....	133
EK 16 Stephanodiscales Takımına İlişkin Türler	134
ÖZGEÇMİŞ.....	135

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde oran
>	Büyüktür
<	Küçüktür
≤	Küçüktür veya eşittir
°C	Santigrat
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
cm/s	Saniyede 1 santimetre
Cr	Krom
C ₂ H ₅ OH	Etanol
ha	Hektar
Hg	Civa
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
HCl	Hidroklorik asit
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
l	Litre
lt/s	Saniyede 1 litre
m	Metre
m ³	Metreküp
mg/l	Litrede 1 miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
m ³ /sn	Saniyede 1 metreküp
μS/cm	Santimetrede 1 mikrosimens
NH ₄ -N	Amonyum azotu
NO ₂ -N	Nitrit azotu
NO ₃ -N	Nitrat azotu

O ₂	Oksijen
Pb	Kurşun
pH	H iyonu derişiminin 10 tabanında (-) logaritması
PO ₄ -P	Ortofosfat fosforu

Kısaltmalar

BOİ ₅	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CCA	Canonical Correspondence Analysis
DARLEQ2	Diatoms for Assessing River and Lake Ecological Quality
DCA	Detrended Correspondence Analysis
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektrik İletkenliği
EKO	Ekolojik Kalite Oranı
EPI-D	Eutrophication Pollution Index - Diatoms
GDI	Generic Diatom Index
IBD	I'Indice Biologique Diatomées
ICM	Intercalibration Common Metric
IDP	Pampean Diatom Index
IPS	Indice de Polluosensibilite Specifique
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
LTDI	Lake Trophic Diatom Index
SÇD	Su Çerçeve Direktifi
SI	Saprobic Index
TÇM	Toplam Çözünmüş Madde
TDI	Trophic Diatom Index
TDIL	Trophic Diatom Index for Lakes
TDS	Total Dissolved Solid
TI	Trophic Index
WISER	Water Bodies in Europe: Integrative Systems to Assess Ecological Status

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Yukarı Sakarya Havzası ve örnek alınan istasyonlar.....	22
Şekil 3.2 Seydisuyu.....	23
Şekil 3.3 Akin Deresi	24
Şekil 3.4 Kıyır Deresi.....	24
Şekil 3.5 Bardakçı Deresi.....	25
Şekil 3.6 Sarısu Deresi	25
Şekil 3.7 Ilıcabaşı Deresi.....	26
Şekil 3.8 Sakarya Nehri.....	26
Şekil 3.9 Doğu Göleti.....	27
Şekil 3.10 Batı Göleti.....	27
Şekil 3.11 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu çıkışı	28
Şekil 3.12 Ekolojik durumun belirlenmesi.....	39
Şekil 4.1 Diyatome türleri ve fizikokimyasal parametrelere ait CCA analizi grafiği.....	70
Şekil 4.2 İstasyonlara göre IDP indeksi ve logTN arasındaki ilişki	75
Şekil 4.3 Örnekleme istasyonları, çevresel değişkenler ve diyatome türlerinin dağılımına ilişkin CCA analizi grafiği	76
Şekil 4.4 İstasyonlara göre (2. istasyon haricinde) IDP indeksi ve logTN arasındaki ilişki	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Avrupa’da kullanılan en yaygın diyatome değerlendirme indeksleri	7
Çizelge 3.1 Yukarı Sakarya Havzası’nda örnek alınan istasyonların koordinatları.....	23
Çizelge 3.2 OMNIDIA programında hesaplanan indeksler, kısaltmalar ve değer aralıkları	34
Çizelge 3.3 Nehirler için ekolojik kalite oranı sınır değerleri.....	35
Çizelge 3.4 Göller için referans TDI skorları.....	35
Çizelge 3.5 Göller için ekolojik kalite oranı sınır değerleri.....	35
Çizelge 3.6 IDP indeksinin yorumlanması.....	37
Çizelge 3.7 Nehirler için kullanılan hidromorfolojik durum sınıflandırması	38
Çizelge 3.8 Göller için kullanılan hidromorfolojik durum sınıflandırması	38
Çizelge 4.1 1. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	43
Çizelge 4.2 2. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	43
Çizelge 4.3 3. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	44
Çizelge 4.4 4. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	44
Çizelge 4.5 5. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	45
Çizelge 4.6 6. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	45
Çizelge 4.7 7. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	46
Çizelge 4.8 8. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	46
Çizelge 4.9 9. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	47
Çizelge 4.10 10. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları	47
Çizelge 4.11 Yukarı Sakarya Havzası’nda teşhis edilen diyatome türleri	48
Çizelge 4.12 Yukarı Sakarya Havzası’nda Nisan ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)	50
Çizelge 4.13 Yukarı Sakarya Havzası’nda Temmuz ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)	54
Çizelge 4.14 Yukarı Sakarya Havzası’nda Eylül ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)	58
Çizelge 4.15 Yukarı Sakarya Havzası’nda Aralık ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)	62
Çizelge 4.16 Yukarı Sakarya Havzası’nda hesaplanan Nisan ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri	66
Çizelge 4.17 Yukarı Sakarya Havzası’nda hesaplanan Temmuz ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri	66
Çizelge 4.18 Yukarı Sakarya Havzası’nda hesaplanan Eylül ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri	67

Çizelge 4.19 Yukarı Sakarya Havzası'nda hesaplanan Aralık ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri	67
Çizelge 4.20 Yukarı Sakarya Havzası'nda yer alan istasyonlarda TDI diyatome indeksine göre hesaplanan ortalama ekolojik durum tahmini	68
Çizelge 4.21 Diyatome indekslerinde teşhis edilen türlerin ortalama kullanma yüzdeleri.....	69
Çizelge 4.22 DCA analizi sonucunda hesaplanan eksenlere ait eğim uzunlukları	70
Çizelge 4.23 CCA analizinde kullanılan diyatome türleri ve kısaltmaları.....	71
Çizelge 4.24 Yukarı Sakarya Havzası'na ait CCA analiz özeti	71
Çizelge 4.25 Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatome indeks skorları ve ekolojik kalite oranları ile çevresel değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.....	74
Çizelge 4.26 Çalışma yapılan istasyonlardaki hidromorfolojik durum	77
Çizelge 4.27 Yukarı Sakarya Havzası'nda çalışma yapılan istasyonlarda ekolojik durum	79

1. GİRİŞ

Su, yaşamın temel bileşenidir ve canlılar açısından vazgeçilemez bir gereksinimdir. Yoğun nüfus artışı, hızlı kentleşme, sanayi faaliyetleri ve tarım uygulamaları ile birlikte her geçen gün su kaynaklarımız kirlenmekte ve su kalitesi kötüye gitmektedir. Küresel ısınma sonucunda yağış oranlarındaki değişimler ise su miktarını etkilemektedir. Bu yüzden suyun kalitesi ve miktarı günümüzde giderek önem kazanan konular arasında yer almaktadır. Ülkeler, söz konusu tehditler karşısında önlem almak için çalışmalar yürütmekte ve suyun etkin bir şekilde yönetimini amaçlamaktadır.

Su Çerçeve Direktifi (SÇD) (Anonymous 2000a), nehir havzalarında bulunan yüzey suyu ve yeraltı su kaynakları ile kıyı ve geçiş sularını yönetmek, korumak, kullanmak ve iyileştirmek için Avrupa Birliği'nde yeni bir yasal çerçeve oluşturmuştur. SÇD, yüzey suları ve yeraltı sularının iyi ekolojik kaliteye ulaşmasını, kalitenin kötüye gidişinin önlenmesini ve sucul ekosistemlerin sürdürülebilir işleyişini sağlamak için su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini hedeflemektedir. SÇD'ye göre yüzey sularının ekolojik durumu fitoplankton, balık, bentik flora ve fauna gibi biyolojik kalite unsurları kullanılarak değerlendirilmelidir. Dolayısıyla, insan faaliyetlerinden kaynaklanan bozulmalara yanıt gösteren biyolojik kalite unsurlarının teşhis edilmesinin yanı sıra baskı ile indikatör arasındaki ilişkiye bağlı olan ekolojik durumun belirlenmesi gerekmektedir (Solimini vd. 2006).

Ekolojik durumun belirlenmesi ve değerlendirilmesi için en merkezi terim referans koşuldur. Bu terim sanayileşme, şehirleşme veya yoğun tarımın etkileri olmaksızın kimya, hidromorfoloji ve biyolojide sadece çok küçük baskıya tekabül eden mevcut veya geçmişteki bir duruma atıfta bulunmaktadır. Değerlendirme boyunca su kütleleri, referanstan sapma derecesinin değerlendirilmesi için karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle referans koşul baskılar sonucu gözlemlenen çevresel etkiler ile ilişkilidir (Meissner 2014).

Algler, sucul habitatlarda önemli işlevleri olan oldukça çeşitli bir organizma grubudur. Algler, klorofil *a* içeren ve evrimsel açıdan geniş bir grup oluşturan fototrofik organizmalardır. Bentik algler bir substrat üzerinde yaşayan ya da substrat ile ilişkisi içinde olan alglerdir. Çeşitli taksonomik şemalarda 24 sınıf ve yaklaşık 2600 tür bulunmaktadır. Bilinen türlerin sayısı çok büyük olasılıkla gerçek tür sayısının çok daha altındadır. Çünkü çok sayıda habitat ve bölge kapsamlı bir şekilde örneklenmemiştir ve alglerin çoğu da çok küçük olup birbirinden ayırt edilmesi zordur (Stevenson vd. 1996).

Round (1965)'a göre fitobentoz terimi (bentik ekosistemlerin fotosentetik bileşeni) aslında suda serbest bir şekilde yüzmeyen tüm alg topluluklarını kapsayan bir topluluk adı olarak kullanıldığında anlamlıdır. Fitobentozda üç alg topluluğu yer almaktadır. Üç topluluktan ikisi bir yüzeye yapışık halde bulunan, hareketsiz, makroskopik bitkiler üzerinde büyüyen epifitik ve kaya yüzeylerinde ve inorganik substrat üzerinde yaşayan epilitiklerden oluşur. Diğer topluluk ise hareketli türlerden oluşur ve tatlı su sedimentleri üzerinde bulunur (epipelik topluluklar). Ancak kumlu tabanlar alglerin tutunması için elverişli değildir ve kumlu nehirler bentik alg açısından fakir olma eğilimindedir (Blum 1956). Fitobentoz lotik besin zincirinde temel bir rol oynamaktadır. Fitobentozun en önemli alg üyeleri genellikle Bacillariophyta (diyatome), Chlorophyta (yeşil algler) ve Cyanobacteria (mavi-yeşil algler) divizyonlarından birisi olmaktadır (Lowe 1979). Fitobentoz terimini etimolojik olarak doğru kullanmak gerekirse, bu terim tüm fototrofik organizmaları içerir ancak bunun içine mikroskopik tek hücreli canlılardan 2 m'den uzun makrofitlere kadar bütün organizmalar girer (Anonymous 2010a).

Avrupa Birliği'ndeki 27 devlette su yönetiminin yasal temelini oluşturan Su Çerçeve Direktifi bilim, bürokrasi ve hukuk arasında gri bir alanda bulunmaktadır. SÇD'ye göre Üye Devletler, aralarında fitobentozun da olduğu bir dizi parametre kullanarak göllerin ve nehirlerin durumlarını değerlendirmek zorunda oldukları için direktifin yürürlüğe girmesinden bu yana pek çok yeni araştırma yayınlanmıştır. SÇD'nin amacı, iç suları ve kıyı sularını korumak ve hedefe ulaşmak için kaydedilen ilerlemenin değerlendirildiği bir kriter olarak kullanılan "ekolojik durum" aracılığıyla Avrupa çapında sürdürülebilir su kullanımını geliştirmektir. Ekolojik durum bütüncül bir kavramdır ve tek bir organizma

grubu ile (ya da SCD terminolojisine göre biyolojik kalite unsurları ile) sınırlandırılmaz. Nehirler ve göller için belirlenen biyolojik kalite unsurlarından bir tanesi de “makrofit ve fitobentoz” olmakla birlikte Üye Devletlerin çoğu diyatomeleleri fitobentozun temsilcileri olarak düşünerek “makrofit ve fitobentoz”u iki ayrı alt unsur olarak kabul etmiştir (Kelly 2013).

Üye Devletlerin çoğu makrofit ve fitobentozu iki ayrı alt unsur olarak görmekte ve birçoğu yalnızca diyatomelelerin taksonomik kompozisyonunu ve nisbi bolluğunu ölçerek fitobentozu değerlendirmektedir (Kelly 2013). WISER Projesi kapsamında hazırlanmış olan veri tabanında Su Çerçeve Direktifi’ne göre Avrupa Birliği Üye Devletlerinin ulusal fitobentoz değerlendirme yöntemlerine bakıldığında sadece 3 ülkenin (Avusturya, Almanya ve Çek Cumhuriyeti) nehirlerinde diyatome olmayan fitobentoz türlerine, sadece 2 ülkenin (Almanya ve İspanya) ise göllerinde diyatome olmayan fitobentoz türlerine göre değerlendirme yaptıkları görülmektedir (Anonymous 2015a).

Örneğin temizlenmesi ve daimi preparatların hazırlanması diyatomelelerin analizini oldukça basit bir hale getirmektedir. Örnekler kolaylıkla muhafaza edilebilir (daha sonraki taksonomik problemleri çözmek için) ve tekrar analiz edilebilir. Bu yöntem genellikle diğer alg gruplarına uygulanamaz. Bentik diyatomelelerin teşhisi için çok sayıda yayın olmasına rağmen diğer alg gruplarına yönelik taksonomik literatür daha azdır. Oldukça kapsamlı bir taksonomik literatür mevcut olsa da pek çok filamentöz form ancak üreme yapıları incelenerek tür seviyesinde teşhis edilebilir. Üreme yapıları doğal örneklerde çok nadiren bulunur. Dolayısıyla da teşhis için bu türlerin kültürleri gereklidir. Bu da çok zaman alır ve örneklerin arazide korunması gerektiği durumlarda ya da söz konusu alglerin çok az miktarlarda bulunduğu durumlarda imkânsız hale gelir. Ayrıca diğer alg gruplarına kıyasla ekolojik sonuçların değerlendirilmesine yönelik birçok indeksin mevcudiyetinden dolayı diyatomeleler, fitobentoz altında yer alan en bol ve en kapsamlı alg grubudur ve izleme amaçları için çok yaygın bir şekilde kullanılır (Kelly vd. 2008a).

Sakarya Havzası, Fırat-Dicle Havzası ve Kızılırmak Havzası'ndan sonra Türkiye'nin üçüncü büyük havzasıdır ve Yukarı Sakarya Havzası bu havzanın membasında yer almaktadır. Çifteler İlçesi'nden doğan Sakaryabaşı kaynakları ise Sakarya Nehri'nin kaynağını oluşturmaktadır.

Çifteler Sakaryabaşı Kaynaklarından Batı Göleti'nde Şubat 2001-Ocak 2002 tarihlerinde fito/zooplankton kompozisyonu, klorofil *a* ve bazı su kalitesi parametrelerinin incelendiği çalışmada Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae ve Dinophyceae sınıflarına ait toplam 49 tür teşhis edilmiş olup Bacillariophyceae sınıfının dominant fitoplankton grubu olduğu tespit edilmiştir (Demir ve Kırkağaç 2005). Batı Göleti'nde Mart-Kasım 2004 tarihleri arasında su kalitesi, plankton, makrofit ve bentik makroomurgasızların incelendiği çalışmada ise toplam 56 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Bacillariophyceae sınıfı en yüksek bolluk ve tür zenginliği ile dominant olmuştur (Kırkağaç ve Demir 2006).

Yukarı Sakarya Havzası, SÇD'ye göre ekolojik durumun belirlenmesinde rol oynayan referans alanlar açısından önemli bir havzadır. Kaynak bölgesinde yer alması dolayısıyla kirlilikten etkilenme durumu daha düşüktür. Türkiye'de bugüne kadar diyatomelere dayalı su kalitesi belirleme çalışmalarında hesaplanan indeks sonuçları referans alanlar ile kıyaslanmamıştır. Bu çalışmada ilk kez ekolojik durumun belirlenmesinde referans alanların kullanımına yönelik bir yaklaşım getirilmeye çalışılmıştır.

Fitobentoz, makroalgler gibi birçok canlı grubundan oluşmaktadır ancak güvenilir metotlar sadece diyatomeler için geliştirilmiştir. Makroalgler üzerinde teşhis ve indeks çalışmaları devam etmekle birlikte SÇD kapsamında en çok diyatomeler kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında, fitobentoz kalite unsurunun izlenmesi çalışmaları çerçevesinde Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatomelerin kompozisyon ve bolluklarının mevsimsel değişiminin incelenmesi ve bazı fizikokimyasal ve kimyasal parametreler ile birlikte ekolojik durumun tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Dünya’da ve Avrupa’da Yapılan Çalışmalar

1703 yılında bir İngiliz, kendi basit mikroskopuyla su mercimeği *Lemna* köklerine bakarken köklere yapışık halde bulunan, dikdörtgene benzeyen ve kare şekillerde pek çok uzantısı olduğunu fark etmiştir. Bugün muhtemelen *Tabellaria flocculosa* olarak adlandırılan türe ilişkin tanımlamalar ve çizimler (Anonymous 1703) diyatomelerin ilk kesin kanıtlarıdır. Bu kişi tarafından bildirilen diyatomenin *Tabellaria* olduğu, bu türün genellikle *Lemna* kökleriyle ilişkili olan bir diyatome olmadığından dolayı şüphelidir. Leeuwenhoek de çok büyük olasılıkla diyatomeleri görmüştür (Leeuwenhoek 1703). Muhtemelen bir sonraki kesin kayıt 1753 yılında Baker’in “*Employment for the Microscope*” isimli kitabında karşımıza çıkmaktadır. Baker burada şüphesiz *Craticula cuspidata* türünü tanımlamaktadır (Round vd. 1990).

18. yüzyılın ikinci yarısında çeşitli diyatomeler tanımlanmış ve Latince isimleri verilmiştir. Müller (1786)’in çalışması bahse değer bir çalışmadır. Çünkü ilk diyatome cinsi *Bacillaria* Gmelin (1791) olarak tanınan *Vibrio paxillifer* onun türlerinden biridir. Diyatomelerin özellikleri 19. yüzyılın neredeyse yarısına kadar bir tartışma konusu olmuştur. Hareketli, tek hücreli formlar hayvan olarak görülmüş ve Bory (1822) tarafından hayvanlar âlemi altında sınıflandırılmıştır. 1844 ve 1900 yılları arasında diyatomelerin sınıflandırılması yalnızca mikroskopun gelişimi kadar ilerlemiştir. Uzun yıllar boyunca diyatomeler mikroskop lensleri için tercih edilen test objeleri olduğu için bir dereceye kadar diyatomeler ve mikroskoplar birbirini tamamlayıcı unsurlar olmuştur. Bu dönem ayrıca keşiflerin ve toplama çalışmalarının altın çağı olduğundan Grunow ve Cleve gibi araştırmacıların pek çok diyatome cinsini tüm dünyadan toplamalarına imkân vermiştir (Round vd. 1990).

Tatlı su habitatlarında ilk kez bentik diyatomelerin kullanılmasıyla su kalitesi koşullarının değerlendirilmesi ve sucul ortamlarda kirlilik göstergesi olarak diyatomelerin kullanması 20. yüzyılın başlarına dayanmaktadır (Kolkwitz ve Marsson

1908). Kolkwitz ve Marsson, daha sonraları Pantle ve Buck (1955) ve Liebmann (1962) tarafından değiştirilen ve kirlilik seviyesiyle ilişkili olarak incelenen sistemde bulunan türlere değerler veren Saprobik Sistem'i (Saprobik İndeks) geliştirmiştir. Yaptıkları araştırmalar sonradan biyolojik izleme konusunda diyatomeelerin kullanılmasına ilişkin araştırmaların da temelini oluşturmuş (Zelinka ve Marvan 1961, Sladeczek 1973) ve su kalitesini değerlendirmek için indeks kullanılması denenmiştir (Bere ve Tundisi 2010).

1980'lerdeki en önemli gelişme Zelinka ve Marvan (1961)'ın organik kirlilik, ötrofikasyon, tuzluluk ve toksik maddeler de dâhil olmak üzere bir dizi su kalitesi değişkeninin bütünleşik bir değerlendirmesine göre ağırlıklı ortalama denklemine dayanan bir indeks olan Kirlilik Hassasiyet İndeksi (IPS)'nin geliştirilmesidir (Cemagref 1982). Bu konuyla alakalı bazı çalışmalar Almanya'da (Steinberg ve Schiefele 1988), Birleşik Krallık'ta Trofik Diyatome İndeksi (TDI) (Kelly ve Whitton 1995) ve Avusturya'da Trofik İndeks (TI) (Rott vd. 1999) yapılmıştır. Saprobik İndeks (SI) olarak adlandırılan ve organik kirliliğin (saprobik) etkilerini değerlendiren başka bir indeks (Rott vd. 1997) de geliştirilmiştir. Yaklaşık olarak aynı zamanlarda Biyolojik Diyatome İndeksi (IBD) (Lenoir ve Coste 1996) Fransa'da geliştirilmiştir (Solak ve Acs 2011).

Bu indeksler hâlihazırda pek çok Avrupa ülkesinde kullanılmaktadır. Çizelge 2.1 bu uygulamaları özetlemektedir. Fransa'daki IBD, İspanya'daki IPS ya da İngiltere'deki TDI gibi bazı indeksler nehirlerin biyolojik kalitesini değerlendirmek için ulusal seviyede rutin olarak kullanılmaktadır.

Şu ana kadar kullanılan teknikler Su Çerçeve Direktifi'nin gerektirdiği şekilde referans koşullarla bir karşılaştırma yapmamaktadır. Bu gereklilikleri yerine getirmek için, mevcut durumu aynı eko bölge ve aynı nehir tipindeki referansı ile karşılaştıran araçların kullanılması gerekmektedir. Direktifin gerekliliklerine yanıt verecek başka bir yaklaşım ise mevcut indekslerin her bir eko bölgeye adapte edilmesidir (Lek vd. 2005).

Çizelge 2.1 Avrupa’da kullanılan en yaygın diyatome değerlendirme indeksleri (Lek vd. 2005)

Değerlendirme Sistemi	Kullanıldığı Ülke	Kaynak
Zelinka ve Marvan indeksi	A: Rott ve Pipp 1999	Zelinka ve Marvan 1961
Ayırt edici tür sistemi	CH: Hürlimann vd. 1999	Lange-Bertalot 1979
	D: Coring 1999	
	PL: Bogaczewicz-Adamczak vd. 2004	
Descy indeksi, DES	B, L: Descy ve Ector 1999	Descy 1979
Spesifik kirlilik indeksi, IPS	F: Cemagref 1982	Cemagref 1982
	PL: Kawecka vd. 1999	
	L: Descy ve Ector 1999, Rimet vd. 2004	
	FIN: Eloranta 1999	
	GR: Montesanto vd. 1999, Ziller ve Montesanto 2004	
	HU: Szabo vd. 2004	
	E: Sabater vd. 1996, Goma vd. 2004	
	P: Almeida vd. 1999	
Sladeczek indeksi, SLA	HU: Szabo vd. 2004	Sladeczek 1986
	P: Almeida vd. 1999	
Leclercq ve Maquet indeksi, ILM	B, L: Descy ve Ector 1999	Leclercq ve Maquet 1987
	HU: Szabo vd. 2004	
	P: Almeida vd. 1999	
Organik kirlenme için diyatome topluluk indeksi, DAİpo	MK: Krstic vd. 1999	Watanabe vd. 1988
Steinberg ve Schiefele indeksi, SHE	D: Schiefele ve Schreiner 1991	Schiefele ve Schreiner 1991
Cins diyatome indeksi, GDI	PL: Kawecka vd. 1999	Coste ve Ayphassorho 1991
	FIN: Eloranta 1999	
CEE indeksi	F: Descy ve Coste 1991	Descy ve Coste 1991
	B, L: Descy ve Ector 1999	
	AND: Merino vd. 1995	
	E: Sabater vd. 1996	
	GR: Ziller ve Montesanto 2004	
	HU: Szabo vd. 2004	
	P: Almeida vd. 1999	

Çizelge 2.1 Avrupa’da kullanılan en yaygın diyatome değerlendirme indeksleri (Lek vd. 2005) (devam)

Değerlendirme Sistemi	Kullanıldığı Ülke	Kaynak
Trofik diyatome indeksi, TDI	D: Coring 1999 FIN: Eloranta 1999	Schiefele and Kohmann 1993
Diyatome ötrofikasyon kirlilik indeksi, EPI-D	HU: Szabo vd. 2004 I: Dell’Uomo 1999, Torrisi 2003, Ciutti 2000;2001	Dell’Uomo 1996;2004
Artois Picardie diyatome indeksi, IDAP	F: Prygiel vd. 1996 FIN: Eloranta 1999	Prygiel vd. 1996
Saprobik Rott indeksi, ROTT	CH: Hürlimann vd. 1999 A: Rott ve Pipp 1999, Rott vd. 2003	Rott vd. 1997
Biyolojik diyatome indeksi, IBD	F: Lenoir ve Coste 1996, Prygiel ve Coste 1998, Anonymous 2000b L: Descy ve Ector 1999 HU: Szabo vd. 2004 P: Almeida vd. 1999	Lenoir ve Coste 1996 Prygiel ve Coste 2000
Trofik diyatome indeksi, TDI	GB: Kelly 1998, Harding ve Kelly 1999	Kelly 1998
Trofik Rott indeksi	A: Rott vd. 2003	Rott vd. 1999
DI-CH indeksi	CH: Hürlimann ve Niederhauser 2002	Hürlimann ve Niederhauser 2002

A: Avusturya; AND: Andora; B: Belçika; CH: İsviçre; D: Almanya; E: İspanya; F: Fransa; FIN: Finlandiya; GB: Büyük Britanya; GR: Yunanistan; HU: Macaristan; I: İtalya; L: Lüksemburg; MK: Makedonya; P: Portekiz; PL: Polonya

Farklı tiplere ait Finlandiya nehirleri için diyatomelere dayalı su kalitesi belirleme yöntemlerinin uygulanabilirliğinin karşılaştırıldığı çalışmada, Finlandiya için TDI, IPS ve GDI İndeksleri için sınıf sınır değerleri önerilmiş ve diyatome indekslerinin SÇD’ye göre ekolojik durumun belirlenmesinde en etkili yöntemlerden birisi olduğu belirtilmiştir (Eloranta ve Soininen 2002).

Macaristan’da bulunan farklı nehir tiplerinde referans alanların belirlenmesi amacıyla bentik diyatome sonuçları ve kimyasal sonuçlar değerlendirilmiştir. Yüksek rakımlı ve silisli nehir tipinde olan Kemence Nehri referans alan olarak belirlenmiştir. Çok sayıda baskıya maruz kalan düşük rakımlı nehir tiplerinde ise referans alanların belirlenmesi için daha fazla araştırma yapılmasının gerektiği belirtilmiştir. EPI-D, IPS ve IBD

indekslerinin kullanıldığı çalışmada, farklı nehir ve substrat tipleri için uygun indekslerin araştırılması gerektiği ifade edilmiştir (Acs vd. 2004).

İngiltere nehirlerinde bentik diyatomelere dayalı referans alanların ve çok iyi, iyi, orta, zayıf ve kötü sınıf sınır değerlerinin belirlenmesi amacıyla 1051 diyatome örneği ve çevresel değişkenler birlikte incelenmiştir. Ekolojik kalite oranının belirlenmesi için TDI İndeksi'ne dayalı alana özgü referans değerlerin tahmin edildiği çalışmada ayrıca ekolojik kalite sınıflarına ait diyatome türleri belirlenmiştir (Kelly vd. 2008b).

Kuzey İtalya'nın Adige/Südtirol Bölgesi'nde 2006-2009 yılları arasında yürütülen çalışmada yedi nehir tipine ait referans alandan epilitik diyatome örnekleri toplanmıştır. Referans alanların seçilmesi için indikatör türlerin belirlendiği çalışmada diyatome topluluklarının nehir tiplerine göre dağılımları istatistiksel analizler ile incelenmiştir. Rakım ve jeolojinin diyatome topluluklarının dağılımını etkileyen en önemli kriterler olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ICM (İnterkalibrasyon Ortak Metriği) İndeksi'nin uygulanabilirliği ilk kez IPS, EPI-D ve TI indeksleri hesaplanarak test edilmiş ve su kütlelerinin ekolojik durumları değerlendirilmiştir (Beltrami vd. 2012).

İngiltere'de göller için SÇD'ye göre diyatomelere dayalı ekolojik sınıflandırma sisteminin kurulması amacıyla 228 gölden örneklenen 1079 epilitik ve epifitik örnekler ile birlikte kimyasal sonuçlar değerlendirilmiştir. Göller düşük, orta ve yüksek alkalinite tiplerine göre ayrılmış ve LTDI indeksine göre ekolojik kalite oranları hesaplanmıştır. Çok iyi ve iyi sınıf sınır değeri referans alanlara ait ekolojik kalite oranlarının 25. persentiline göre belirlenmiştir. İyi ve orta sınıf değerleri ise nutriende karşı hassas ve toleranslı türlerin mevcut bolluklarına göre değerlendirilmiştir. Orta ve zayıf ile zayıf ve kötü sınıf sınırları ise ekolojik kalite oranlarının gradyanına göre eşit olarak bölünerek belirlenmiştir. Referans alan olarak belirlenen su kütlelerinin % 68'inin durumu çok iyi, % 32'si ise iyi olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda LTDI İndeksi'nin güvenilir değerlendirme sonuçları verdiği ve litoral diyatomelerin SÇD'ye göre durgun suların sınıflandırılmasında etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Bennion vd. 2014).

2.2 Ülkemizde Gerçekleştirilen Çalışmalar

Ehrenberg, Murat (Fırat) ve Aras Havzalarından toplanmış örneklerle dayalı olarak 1844 yılında Türkiye'deki diyatomelelere ilişkin ilk çalışmaları yayınlamıştır (Solak vd. 2012a). Hustedt'in Diyatome Koleksiyonu Veri Tabanı'na göre Türkiye'den toplanmış 1920 ve 1926 yıllarına ait örnekler bulunmaktadır (Anonymous 2015b). Türkiye'de tatlı su algleri üzerine yapılan ilk çalışmalar 1980'lere dayanmaktadır (Gönüloğlu vd. 1996). Türkiye'deki tatlı su alglerine ilişkin bilgi birikimi geçtiğimiz yıllarda artmıştır (Aysel 2005). Ancak hazırlanmış olan alg listelerine (Gönüloğlu vd. 1996, Aysel 2005, Solak vd. 2012a) bakıldığında mevcut diyatome türlerinin çoğunlukla planktonik diyatomelerden oluştuğu görülmektedir. Ayrıca nehir ekosistemlerinde yapılan çalışmaların sayısı göllere nazaran daha azdır. Diyatome indekslerine dayanan su kalitesi izlemesi Türkiye'de özellikle 2000'li yıllardan sonra yeni bir konu olarak gündeme gelmiştir. Türkiye'de ilk olarak Gürbüz ve Kıvrak (2002) tarafından TDI, SI ve GDI indeksleri Karasu Nehri'nde su kalitesi belirlemede kullanılmıştır (Solak ve Acs 2011).

Tortum Gölü'nün epifitik ve epilimnetik alglerinin kompozisyonu üzerine Eylül 1979-Ekim 1981 tarihleri arasında yapılan bir araştırmada toplamda 97 bentik alg türü tespit edilmiş olup gölün epilimnetik ve epifitik alg topluluklarında Bacillariophyta diviziyosuna ait türler dominant olarak bulunmuştur. Diyatomeleler dışında rastlanan Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Dinophyta ve Euglenophyta üyeleri ise birkaç tür ile temsil edilmişlerdir (Altuner 1984).

Konya yakınlarındaki Meram Çayı üzerinde seçilen dört örnek alma istasyonunda sediment üzerinde yaşayan algler Haziran 1978-Eylül 1979 tarihleri arasında 16 aylık süre içinde nitel ve nicel olarak incelenmiş olup Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta ve Dinophyta divizyolarına ait 93 takson saptanmıştır. Bacillariophyta diviziyosundan *Navicula pupula*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea* dominant, *Navicula pupula*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea* ve *Amphora ovalis* en yaygın diyatomeleler olarak belirlenmiştir. Bacillariophyta dışındaki divizyolara ait algler genellikle az sayılarda ve az tür ile temsil edilmiştir (Yıldız 1985).

Aras Nehri'nin diyatome florasını araştırmaya yönelik bir çalışmada Nisan-Haziran 1985 tarihleri arasında beş örnekleme noktasında planktonik, epifitik, epilitik ve epipelik alg topluluklarına ait toplamda 113 tür teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türler, Ehrenberg'in 1845 yılında Murat (Fırat) ve Aras Nehrinden teşhis etmiş olduğu 20 tür ile karşılaştırıldığında *Hantzschia spectabilis*, *Navicula dilatata* ve *Surirella myodon* dışındaki tüm türlere rastlandığı belirtilmiştir (Altuner 1988).

Fırat Nehri'nin önemli kollarından biri olan Karasu Nehri'nin epilitik diyatomeeleri 1988 yılı ilkbahar döneminde alınan örneklerde incelenmiş ve *Ceratoneis*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Gomphonema*, *Achnanthes* ve *Nitzschia* cinsleri dominant olarak tespit edilmiştir (Altuner ve Gürbüz 1988).

Karasu (Fırat) Nehri epipelik alg florası üzerine Mart 1988-Ocak 1989 tarihleri arasında seçilen 6 istasyonda yapılan araştırma sonucunda Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait 145 takson bulunmuştur. Bacillariophyta florada hâkim alg divizyosu olup *Navicula cryptocephala*, *Cymbella affinis*, *Cymbella ventricose*, *Amphora ovalis*, *Nitzschia palea* ve *Synedra ulna* dominant türler olarak gözlenmiştir (Altuner ve Gürbüz 1991).

Trabzon yöresi tatlı su diyatome florası üzerine 6 dere (Söğütlü, Değirmendere, Kalafa, Karadere, Sürmene, Solaklı) ve 1 gölden (Uzungöl) 1989 yılının Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında toplanan alg örnekleri sonuçlarına göre Bacillariophyta divizyosuna ait 40 takson tespit edilmiş olup bunlardan *Navicula*, *Cymbella* ve *Gomphonema* cinslerinin daha fazla takson içerdiği, *Ceratoneis arcus* türünün bütün istasyonlarda, *Meridion circulare* türünün ise yalnızca Uzungöl'de epifitik olarak bulundukları tespit edilmiştir (Şahin 1992).

Türkiye'nin önemli sulak alanlarından biri olan Karamuk Gölü'nde Kasım 1991-Eylül 1992 tarihleri arasında fitoplanktonik diyatomeelere ait örneklerin incelenmesi sonucunda *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* ve *Synedra* cinslerine ait türlerin bol oldukları gözlemlenmiştir (Şen vd. 1994).

Göksu Deresi'nin planktonik alglerinin ve dere suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin Nisan 1990-Haziran 1991 tarihleri arasında incelendiği çalışmada, besin tuzu yoğunlukları ile BOI_5 ve KOI değerleri çok yüksek bulunmuştur. Bazı dönemlerde bölgesel anaerobik şartların olduğu gözlenmiştir. Bacillariophyta diviziyosuna ait algler ise plankton içerisinde dominant ve subdominant olarak bulunmuştur. Göksu Deresi fiziksel ve kimyasal özellikler ile planktonik alglerin kompozisyon yoğunluğu göz önüne alındığında ileri derecede ötrofik, içme ve kullanma suyu olarak kullanılamaz özellikte bir akarsu olarak tanımlanmıştır (Albay ve Aykulu 1994).

Gümüşhane'de yer alan Çakırgöl'ün Haziran 1997-Eylül 1997 tarihleri arasında epipelik ve epilitik alg florasının incelenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda 24 tanesi Bacillariophyta, 10 tanesi Chlorophyta ve 3 tanesi Cyanophyta diviziyosuna ait toplamda 37 tür tespit edilmiş olup *Surirella robusta* var. *splendida* türünün en baskın epipelik diyatome türü, *Cymbella cistula* türünün ise en baskın epilitik diyatome türü olduğu belirtilmiştir (Şahin 1998).

Keban Baraj Gölü'nün İçme ve Keban kesimlerinde fitoplanktonda ortaya çıkan diyatomeler Ocak 1991-Aralık 1992 tarihleri arasında incelenmiş olup planktonik diyatomelere ait 104 takson tespit edilmiştir. Sentrik diyatomelerden *Cyclotella ocellata* ve *Cyclotella kützingiana*, Pennat diyatomelerden ise *Asterionella formosa* ve *Fragilaria crotonensis* örneklerde bulunuş sıklıkları ve birey sayıları bakımından fitoplanktonda en önemli diyatomeler olmuşlardır (Çetin ve Şen 1998).

Çoruh Nehri yukarı bölgesi diyatomeleri üzerine Kasım 1994-Ağustos 1996 tarihleri arasında seçilen 4 istasyondaki farklı habitatlardan (epipelik, epifitik, epilitik, plankton) alınan örneklerin incelenmesi sonucunda 106 takson tespit edilmiş ve *Nitzschia* 16 türle ve *Navicula* 14 türle nehrin dominant cinsleri arasında yer almıştır (Atıcı ve Obalı 1999).

Hafik Gölü'nden (Nisan 1986-Haziran 1987 ve Aralık 1999-Temmuz 2000 tarihleri arasında) ve Tödürge Gölü'nden (Ağustos 1990-Ekim 1990 ve Aralık 1999 ile Temmuz

2000 tarihleri arasında) alınan örneklerle iki alkali gölün geçmiş ve şimdiki diyatome floralarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Hafik Gölü'nde 25 cinse ait 94 takson ve Tödürge Gölü'nde ise 21 cinse ait 53 takson tespit edilmiştir. Her iki gölde de *Cymbella*, *Navicula* ve *Nitzschia* en zengin cinsler olarak belirlenmiştir (Kılınç ve Sıvacı 2001).

İznik Gölü'nün litoral bölgesinden toplanan *Potamogeton pectinatus* ve *Potamogeton perfoliatus* perifitonunda bulunan epifitik alglerle omurgasız hayvanlar arasındaki ilişkilerin Mayıs 1993-Kasım 1994 tarihleri arasında incelendiği çalışmada, perifitonda yer alan bazı omurgasızlar ile epifitik algler arasında yakın bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında su sıcaklığı, yüksek pH, ışık ve su kalitesinin yanı sıra makrofitlerin yapısı epifitik alg kolonizasyonu ve bunların omurgasızlar tarafından tüketilmesini etkilediği belirtilmiştir (Albay ve Aykulu 2002).

Çıldır Gölü'nün planktonik diyatome florasının tanımlanması amacıyla Mayıs 1991-Eylül 1993 tarihleri arasında aylık periyotla 3 ayrı istasyondan toplanan örneklerde 94 takson tespit edilmiştir. *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseria granulata*, *Melosira varians* ve *Navicula* spp. taksonları bol ve baskın olarak bulunmuştur. Gölün diyatome florası tür çeşitliliği bakımından zengin ve Türkiye'nin diğer bölgelerindeki çalışmalarla benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Akbulut ve Yıldız 2002).

Kayseri'de bulunan Sultan Sazlığı'nın planktonik diyatome florasının tanımlandığı çalışmada, örnekler 1.5 yıldan fazla bir süre ile üç ayrı istasyondan sistematik olarak toplanmıştır. Sultan Sazlığı'nın diyatome florasının tür ve varyete düzeyinde zengin olduğu ve Türkiye'nin birçok bölgesi ile benzerlik gösterdiği belirtilmiştir. Toplam olarak 75 diyatome taksonu teşhis edilen çalışmada tatlısu istasyonlarındaki tür sayısının fazla olduğu, acısu istasyonunun ise takson çeşitliliğinin az olduğu bildirilmiştir (Akbulut 2003).

Hazar Gölü'ne dökülen en önemli akarsulardan biri olan Kürk Çayı'nın epipelik diyatomelerinin bir yıl boyunca incelenmesi sonucunda toplamda 42 takson belirlenmiş

ve *Cyclotella meneghiniana* çayda belirlenen tek sentrik diyatome türü olmuştur. Pennat diyatomeler arasında *Navicula* ve *Nitzschia* tür sayısı bakımından en zengin cinsler olarak belirlenmiştir. *Meridion circulare*, *Synedra ulna*, *Surirella ovata* var. *pinnata*, *Nitzschia palea* ve *Gomphonema olivaceum* örneklerde bulunuş sıklığı bakımından en önemli diyatomeler olmuştur. Sonbaharda *Cymbella affinis*, kış aylarında *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, ilkbaharda *Synedra ulna*, *Navicula trivialis*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia palea*, *Cymbella affinis*, yaz aylarında alınan örneklerde ise *Synedra ulna*, *Cymbella ventricosa* ve *Gomphonema olivaceum* nispi yoğunlukları bakımından en dikkat çekici diyatomeler olmuşlardır (Yıldırım vd. 2003).

Ağlasun Deresi üzerinde Nisan 1995-Mart 1996 tarihleri arasında seçilen 3 istasyonda epilitik alg örnekleri toplanmış ve su numuneleri alınmış olup incelemeler sonucunda epilitik alglerden 75 takson tespit edilmiştir. Her istasyon için epilitik algere göre su kalitesi tayini yapılmış ve istasyonlarda belirlenen taksonların sıklık ve baskınlıkları belirlenmiştir. Epilitik algere uygulanan Saprobik İndeks sonuçları fizikokimyasal verilere göre iyi yönde yarım su kalitesi basamağı sapma göstermiş ve ayrıca çeşitlilik değerlerinin su kalitesi ile bağlantılı olduğu ve kirlilik arttıkça çeşitliliğin azaldığı belirtilmiştir (Kalyoncu vd. 2004).

Karacaören-I Baraj Gölü'nü besleyen en önemli kaynaklardan biri olan Isparta Deresi'nin su kalite değişimlerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ve epilitik diyatomelere göre belirlenmesi amacıyla 1995-1996 ve 2000-2001 tarihleri arasında yapılan çalışmada 1995-1996 periyodunda epilitik diyatomelere ait 44 takson, 2000-2001 periyodunda ise 43 takson belirlenmiştir. I. istasyonda en baskın tür *Achnanthes lanceolata* II. ve III. İstasyonlarda *Nitzschia palea* olmuştur. İki periyot arasında geçen zaman sürecinde akarsuda kirliliğin Saprobik İndeksi'ne göre yarım basamak negatif yönde değiştiği belirlenmiştir. Saprobik İndeksi'ne göre yapılan su kalitesi tayini fizikokimyasal değişkenlere göre yapılan su kalitesi tayinine göre yarım saprobi basamağı pozitif yönde sapma göstermiş, her iki indeks sonuçları birbirini desteklemiştir. Çalışma sonucuna göre Saprobik İndeksi'nin ülkemiz akarsularında kullanılabilir ve güvenilir sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Kalyoncu 2006).

Türkiye'nin güneybatısında yer alan önemli akarsulardan biri olan ve Akdeniz'e dökülen Aksu Çayı'nda Şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında yapılan çalışmalar sonunda Bacillariophyta divizyosuna ait 80 takson belirlenmiştir. Aksu Çayı'nda seçilen 6 istasyonda diyatomelelere göre 7 (DI-CH, TI, TDI, $TI_{(DIA)}$, SI, EPI-D ve IDP) indeks kullanılarak akarsuyun su kalitesi ortaya konmuştur. Ayrıca fizikokimyasal parametrelere göre de su kalite tayini yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda 1. istasyon çok az kirlenmiş, 2. ve 3. istasyonlar aşırı derecede kirli, 4. istasyon az kirli, 5. ve 6. istasyonlar ise orta derecede kirli olarak belirlenmiştir. İndekslerin tamamı su kalitesindeki değişimi yansıtsa da en fazla sapma $TI_{(DIA)}$ 'da gözlenmiştir. Diğer indeksler hemen hemen birbirine yakın değerlerde seyretse de kirli olan bölümler SI (Rott vd. 1997) ve SI (Sladeczek 1973) indeksleri tarafından daha iyi yansıtılmıştır (Kalyoncu vd. 2009).

Tuz Gölü Havzası'nda farklı tuzluluğa sahip beş farklı sulak alandaki diyatomelerin dağılımının analiz edildiği çalışmada, tuzluluğun diyatomelerin mevcudiyetini belirleme açısından önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki diyatome türleri tuzluluğa bağlı olarak altı gruba ayrılmış ve bunlardan tatlısu formuna ait 40 takson, tatlısu-acısu formlarına ait 19 takson, acısu formu olarak 21 takson, acısu-tuzlusu formu olarak 9 takson, tuzlusu formu olarak 16 takson ve ayrıca tüm tuzluluk değerlerinde tespit edilen takson sayısı ise 45 olarak belirlenmiştir (Akbulut 2010).

Akarçay'ın bentik diyatomeleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri Mart-Aralık 2008 tarihleri arasında 4 istasyondan aylık olarak alınan örneklerde incelenmiş ve çayın memba kısmında *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Encyonema minutum*, *Sellaphora pupula*, *Nitzschia tubicola*, *Cymatopleura solea*, *Amphora veneta*, *Amphora pediculus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema angustatum* ve *Navicula cryptocephala* bentik diyatome topluluğunda dominant türler olmuşlardır. Çayın mansap kısmında ise, *Nitzschia palea* bentik diyatome topluluğunda dominant olmuştur. Diyatome indeksleri ile TÇM, NH_4-N , NO_2-N , PO_4-P , BOI_5 ve KOI arasında kuvvetli pozitif ve çözünmüş oksijen ile kuvvetli negatif korelasyon göstermiştir. Diyatome indeksleri ve fiziko-kimyasal analiz sonuçları çayın başlangıç kısımlarının

orta derecede kirlenmiş, çayın son kısımlarının ise aşırı derecede kirlenmiş olduğunu göstermiştir (Kıvrak vd. 2012).

Akarçay Nehri'nde Mart-Aralık 2008 tarihleri arasında aylık olarak 4 istasyondan alınan epipelik diyatome örneklerinde 107 takson teşhis edilmiş olup, *Amphora veneta*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cymatopleura solea*, *Cyclotella meneghiniana*, *Encyonema minutum*, *Nitzschia tubicola*, *Ulnaria ulna*, ve *Sellaphora pupula* türleri nehrin membasında baskınken *Nitzschia palea* % 65'lik oranla nehrin mansabında dominant tür olarak gözlemlenmiştir. CCA analizi sonucuna göre BOİ₅, KOİ, TDS, pH, nutrientler ve iletkenlik diyatome kompozisyonuna etki eden en önemli parametreler olarak tespit edilmiştir. *Nitzschia palea* türü BOİ₅, KOİ, TDS ve nutrientler ile kuvvetli ve pozitif olarak korelasyon sağlarken, *Amphora pediculus*, *Navicula cryptocephala* ve *Sellaphora pupula* türleri pH, EC, TDS ve NO₃-N parametreleri ile pozitif korelasyon sergilemiştir (Kıvrak ve Uygun 2012).

2.3 Sakarya Havzası'nda Gerçekleştirilen Çalışmalar

Beytepe ve Alap Göletleri'nde bentik alglerin mevsimsel değişimini incelemek amacıyla Haziran 1978-Aralık 1979 tarihleri arasında yapılan çalışmada her iki göletin bentik algleri başlıca Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarından oluşmuştur. Bentik algler iki göletin kıyı sedimanları üzerinde çok zengin olarak bulunmuşlardır. Bacillariophyta divizyosunun Pennales takımı mensupları bentik alglerde hâkim organizma grubu olmuştur (Ünal 1985).

Bayındır Baraj Gölü'nün bentik alglerinin kompozisyon ve mevsimsel değişimini incelemek üzere Mayıs 1981-Temmuz 1983 tarihleri arasında yürütülen çalışmada, kıyı bölgesi alg popülasyonlarında Bacillariophyta dominant olarak tespit edilmiştir. Epipelik algler tür sayısı ve yoğunlukları bakımından epilitik türlere göre daha zengin olarak gözlemlenmiştir (Gönüloğlu 1987).

Porsuk Çayı diyatomeleleri Ekim 1984-Mart 1986 tarihleri arasında farklı habitatlardan alınan örneklerde (plankton, epipelik, epifitik, epilitik) araştırılmış olup toplamda 98 tür teşhis edilmiştir (Yıldız 1987).

Çubuk Çayı diyatomeleleri Mayıs 1989-Mayıs 1990 tarihleri arasında farklı habitatlardan (epipelik, epifitik, epilitik, plankton) alınan örneklerde araştırılmış ve toplamda 111 takson teşhis edilerek türlerin hepsi Çubuk Çayı için yeni kayıt olarak belirtilmiştir (Yıldız ve Özkıran 1994).

Ankara Çayı diyatomeleleri Ekim 1994-Ekim 1995 tarihleri arasında farklı habitatlardan (epipelik, epifitik, epilitik, plankton) alınan örneklerde incelenmiş ve toplamda 85 takson teşhis edilmiştir (Yıldız ve Atıcı 1996).

Sakarya Nehri diyatomeleleri Nisan 1993-Ağustos 1994 tarihleri arasında seçilen 6 araştırma istasyonunda farklı habitatlardan (epipelik, epifitik, epilitik, plankton) alınan örneklerde incelenmiştir. Nehirde toplam 103 takson tespit edilmiş, bunlardan 15 tanesi *Navicula*, 13 tanesi *Nitzschia*, 8 tanesi *Gomphonema*, 8 tanesi *Cymbella*, 6 tanesi *Pinnularia* ve 6 tanesi de *Synedra* cinslerine ait olup bu cinslere ait türler toplam tür sayısının % 54.3'ünü oluşturmuştur. Epipelik, epifitik ve epilitik habitatlarda genellikle aynı türler bulunmasına rağmen, bolluklarının farklı olduğu gözlemlenmiştir (Atıcı ve Yıldız 1996).

Türkiye'nin en önemli su potansiyellerinden biri olan Sakarya Nehri'nde, Ankara Çayı ve Porsuk Çayı gibi kirlenmiş suların nehre karıştığı bölgeden alınan örneklerde bulunan ve sayıca fazla olan alg türleri tespit edilmiştir. Bu türlerin suyun fiziksel ve kimyasal özellikleriyle aralarındaki bağ oluşturulmaya çalışılarak Sakarya Nehri'nde kirliliğe toleranslı indikatör alg türleri belirlenmiştir (Atıcı 1997).

İkizce-Haymana Göleti'nin bentik alg florası üzerine Temmuz 1993-Haziran 1994 tarihleri arasında gerçekleştirilen çalışma sonucunda Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait 74 tür teşhis edilmiş olup

İkizce Göleti bentik alg florasının tür çeşitliliği ve miktar bakımından çok zengin olmadığı tespit edilmiştir (Demiryürek ve Obalı 2000).

Ankara Çayı'nda kirliliğe adapte olmuş türleri belirlemek amacıyla Ankara Çayı'nın kollarının karıştığı bölgelerdeki farklı habitatlardan (epipelon, epifiton, epilitor, plankton) alınan örneklerin incelenmesi sonucunda Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait toplam 151 takson tespit edilmiştir. Bunlardan 86 tanesi Bacillariophyta, 31 tanesi Chlorophyta, 25 tanesi Cyanophyta ve 9 tanesi Euglenophyta divizyosuna aittir. Aynı zamanda Ankara Çayı'nın bu tarihlerdeki fiziksel ve kimyasal parametreleri saptanarak türlerin genel bolluk düzeyleri ve mevcudiyetleri ile ilişkileri incelenmiştir (Atıcı ve Ahıska 2005).

Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) epilitik diyatomelerinin araştırılması amacıyla Aralık 2004-Ağustos 2005 tarihleri arasında 3 istasyondan aylık olarak alınan numunelerde 58 diyatome taksonu teşhis edilmiş ve en çok *Nitzschia*, *Navicula* ve *Cymbella* üyelerine rastlanmıştır. Bunlar arasından *Nitzschia palea* (% 17), *Achnanthes minutissimum* (% 9), *Diatoma tenue* (% 7), *Cymbella affinis* (% 7) ve *Achnanthes lanceolata* (% 5) en baskın taksonlar olarak tespit edilmiştir (Bingöl vd. 2007).

Sarıyar Baraj Gölü'nde suda ve planktonda biriken ağır metallerin (Cd, Pb, Hg, Cr) Nisan 2000-Aralık 2004 tarihleri arasında mevsimsel olarak izlendiği çalışmada, Bacillariophyta divizyosuna ait *Achnanthes*, *Amphora*, *Anomoneis*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Diploneis*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Rhoicosphenia*, *Surirella* ve *Synedra* cinsleri dominant olarak belirlenmiş ve planktonda yüksek ağır metal derişimi tespit edilmiştir (Atıcı vd. 2008).

Murat Nehri'nde epilitik diyatomelerin kullanılarak su kalitesinin belirlenmesi için Eylül 2007-Nisan 2008 tarihleri arasında 5 istasyondan alınan numunelerde toplam 75 takson teşhis edilmiş olup 1. istasyonda *Cymbella affinis*, 2. istasyonda *Gomphonema truncatum*, 3. istasyonda *Diatoma moniliformis*, 4. istasyonda *Gomphonema olivaceum* ve 5. istasyonda ise *Fragilaria ulna* en baskın türler olarak belirlenmiştir. Ayrıca

Hakansson, Lange-Bertalot, Hoffman, Van Dam İndeksleri kullanılarak su kalitesi değerlendirilmesi yapılmıştır. Hakansson'a göre türlerin çoğunun alkali karakterde olduğu, Lange-Bertalot'a göre indikatör türlerin ötrofik özellik gösterdiği, Hoffman'a göre indikatör türlerin çoğu alfa-betamesosaprob aralığında olduğu ve Van Dam İndeksi'ne göre indikatör türlerin çoğunun beta-alfamesosaprob olduğu belirlenmiştir (Tokatlı ve Dayıoğlu 2011).

Felent Çayı diyatomelerinin çeşitliliği ve ekolojisi üzerine yapılan bir araştırmada Haziran 2006-Şubat 2007 tarihleri arasında 5 istasyondan alınan 41 epilitik numune incelenerek toplamda 117 takson teşhis edilmiştir. Felent Çayı'ndaki çevresel şartlar diyatomelere bağlı olarak incelenmiş ve organik kirlilik Watanabe İndeksi'ne (81/117 takson, toplam türlerin % 69,2'si) göre değerlendirilmiştir. Sladeczek İndeksi 1.36 ile 2.08 arasında yani oligo ile betamesosaprobik arasında çıkmıştır. Sonuç olarak, Felent Çayı'nın yaz döneminde alkali özellikte, orta seviyede sıcak, düşük tuzlu ve organik kirlilik yüküne maruz kalmakta olduğu belirlenmiştir (Solak vd. 2012b).

Gürleyik Çayı Yukarı Havzası'ndan 2010 yılı ilkbahar mevsiminde epipelik diyatomeler toplanmış ve çalışma sonucunda 19 cinse ait 45 tür teşhis edilmiş ve su kalitesinin TDI İndeksi'ne göre mezotrofik-ötrofik, BDI indeksine göre ise mezotrofik seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tokatlı 2012).

Murat Çayı su kalitesinin biyolojik indeksler kullanılarak değerlendirilmesi için Eylül 2007-Nisan 2008 tarihleri arasında 5 istasyondan alınan örnekler sonucunda 75 diyatome türü teşhis edilmiş olup bunların 66 tanesi trofik durumun belirlenebilmesi için BDI indeksinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Nehrin memba kısmı oligomezotrofik seviyede bulunurken mansap kısmının mezotrofik seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tokatlı ve Dayıoğlu 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yeri

Yukarı Sakarya Havzası, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzanan birtakım küçük sıradağlar ile bunlar arasındaki uzun çukur alanlarını içine alan, çeşitli jeoloji devri tabaka ve kültlerinden meydana gelmiş bulunmaktadır. Porsuk Vadisi'nin kuzeyinde Sündiken, güneyinde Sivrihisar Dağları, daha güneybatıda ise Emir Dağlarının bir devamı gibi görünen Türkmen Dağı ve kuzeybatıda Uludağ'a doğru yaklaşır bir durum gösterir ve bunlar arasında Alpu-Eskişehir ovası adını alan Porsuk Vadisi düzlükleriyle Sakarya'nın en yukarı parçasının vadisi uzanır. Her ikisi arasında da, yer yer geniş veya dar platolar yer alır (İzbırak 1945). Eskişehir Ovası'nın güneyinde, söz konusu ovanın genel seviyesinden (790-800 m) 150-200 metre yükseklikteki sırtlarla ayrılmış olan bir bölge mevcuttur ve buranın suları Yukarı Sakarya ve kolları (Seydisuyu, Sarısu) tarafından akıtılmaktadır (Ardel 1955). Sakarya'nın büyük kaynakları Eskişehir İli sınırları içerisinde ve bu kaynaklardan biri de Çifteler İlçesi'ndeki Sakaryabaşı kaynaklarıdır (Erençin 1978).

Yukarı Sakarya Havzası, Eskişehir İli'nin güneydoğusunda 38°45' - 39°45' enlemleri ile 30°15' - 31°50' boylamları arasında yer almaktadır. Sahanın röliefi yüksek bir plato karakterindedir. Havza içinde bulunan muhtelif yağış istasyonlarına göre yıllık yağışlar, 332-392 mm arasında değişir. En fazla yağış alan bölgeler güney ve kuzey şerididir. En az yağış alanları ise vadilerdir (Anonim 1978).

Havzanın en önemli akarsuyu 5816000 ha alan, 6.4×10^9 m³ yıllık su potansiyeli ve 824 km uzunluğa sahip olan Sakarya Nehri'dir (Munsuz ve Ünver 1999). Bu nehir, Çifteler İlçesi'nin 4 km güneyinden Sakaryabaşı kaynaklarından doğar. Kuzeydoğu yönünde bir müddet aktıktan sonra Bardakçı suyunu, Körhasan Köyü civarında Seydisuyu'nu aldıktan sonra Körhasan Köyü ile Nasriye Köyü arasında Sarısu deresi ile birleşir.

Sonradan güneydoğuya doğru geniş bir kavis çizer ve güneye doğru akmaya başlar. Buzluca Köyü'nün güneydoğusunda Pınarbaşı Deresi'ni de aldıktan sonra yön değiştirerek doğuya doğru akarak İlyaspaşa'nın doğu kesminde ovayı terk eder (Anonim 1978). Sakarya Nehri'nin önemli kaynakları Seydisuyu, Sarısu, Bardakçı Deresi, Ilıcabaşı Deresi ve Sakaryabaşı Kaynaklarıdır.

Seydisuyu, Seyitgazi İlçesi'nin Kırka Bucağı civarında çeşitli yönlerden derelerin toplanması ile meydana gelir ve Kumarcı Adası civarında Sakarya Nehri'ne karışır. Toplam uzunluğu 107 km, debisi 38 m³/sn'dir. Feyezanı Mart ayı civarında görülmekte ve kar sularını toplamada büyük rol oynamaktadır. Yaz aylarında sulamaların da etkisi ile akışı tamamen durmaktadır (Anonim 2011). Bor atıklarıyla kirlenmektedir (Dumlu 1980).

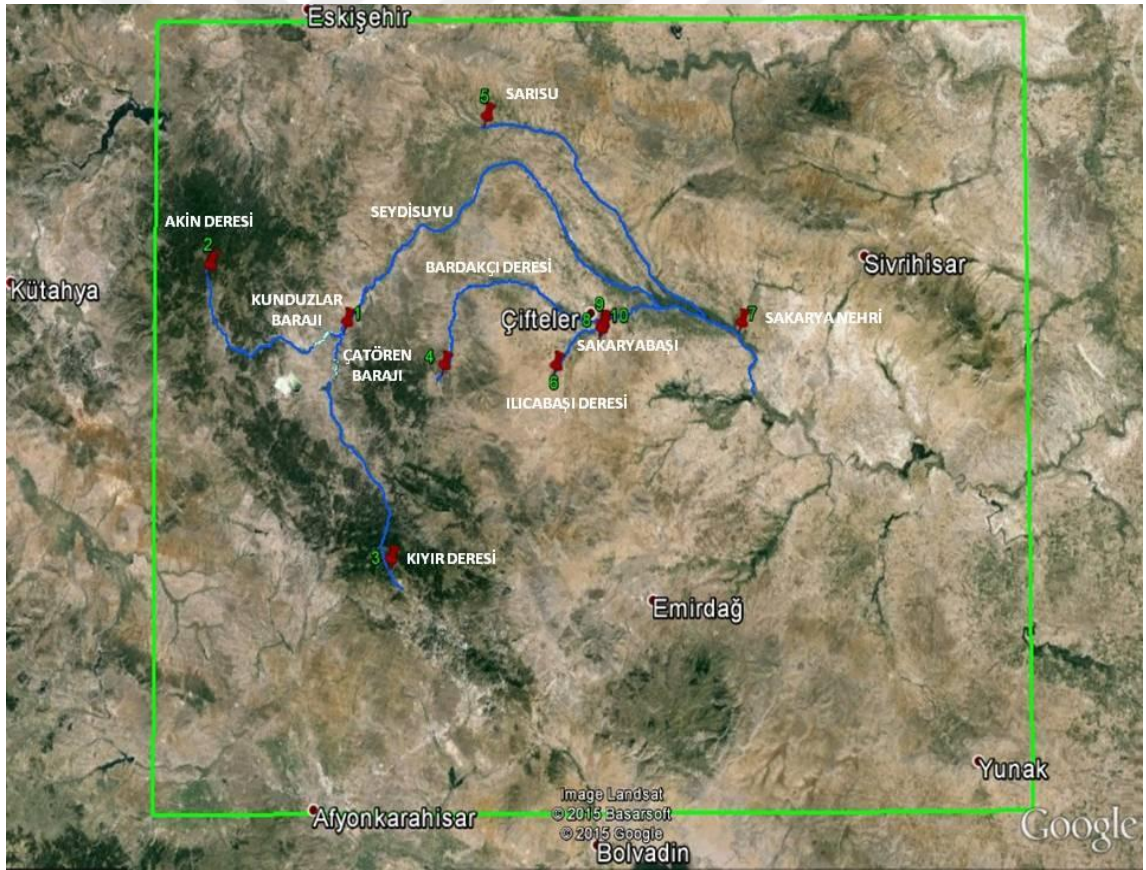
Sarısu, Yukarı Sakarya Havzası'nın kuzeydoğusunda yer alan Hayriye, Tokatmecidiye ve Yenikapan köyleri arasında kalan alandan doğmaktadır. Sarısu üzerinde sulama mevsiminde motopomplar ile sulama yapılmaktadır ve nehrin ortalama debisi 529 lt/sn'dir (Anonim 1978). Çifteler İlçesi'nin Saithalimpaşa Köyü'nün güney doğusunda Sakarya Nehri ile birleşmektedir (Anonim 2011).

Bardakçı Deresi, Yazılıkaya tarafından gelen Eşen Çayı kuzeydoğu yönünde ilerleyerek Keçiçayırı Mevkii denilen hafif engebeli ovalık alanı geçtikten sonra Bardakçı Köyü'ne kadar olan 4.5 km'lik kısımda bir vadi içinden akmakta (Efe ve Türkteki 2007) ve Bardakçı Deresi'ni oluşturmaktadır. Sakarya Nehrine ulaşmadan önce Çifteler İlçe merkezinin doğusunda Ilıcabaşı Deresi ile birleşmektedir (Anonim 2011).

Ilıcabaşı Deresi, Ilıcabaşı Köyü'nün 1.5 km kuzey doğusundan yüzeye çıkar ve kaynak noktasında suyun sıcaklığının 22.5°C ve debisinin 100 lt/sn olduğu tahmin edilmektedir. Sakaryabaşı Kınalıtepe köprüsünde ise debisi 15 lt/sn olarak ölçülmüştür. Bu kayıp özellikle aşırı sulamaların neticesidir. Bardakçı Deresi ve Ilıcabaşı Deresi'ni toplayan drenaj alanı 1200 km² ve toplam boyları 42 km'dir (Anonim 2011).

Sakaryabaşı Kaynakları, deniz seviyesinden yüksekliği 800 m olup 39°21'15" - 39° 21'37" kuzey enlemleri ile 31°02'22" - 31°02'53" doğu boylamları arasındadır. Sakaryabaşı, Eskişehir'in Çifteler İlçesi Erbab Mahallesi sınırları içerisinde olup ilçe merkezine 2 km uzaklıkta Eskişehir-Afyon karayolu üzerinde bulunmaktadır. Sakaryabaşı'nın toplam debisi 2.10 m³/sn ve 0.41 m³/sn olan Doğu ve Batı kaynakları oluşturmaktadır. Bu iki kaynak değişik amaçlarda kullanılmak üzere, su toplamak için önlerine set çekilerek birer gölete dönüştürülmüştür (Ölmez 1992).

Yukarı Sakarya Havzası ve örnek alınan istasyonlar şekil 3.1'de, istasyonlara ait koordinat bilgileri ise çizelge 3.1'de belirtilmiştir. Yukarı Sakarya Havzası'nda çalışılan istasyonlara ilişkin resimler şekil 3.2 – 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Yukarı Sakarya Havzası ve örnek alınan istasyonlar

Çizelge 3.1 Yukarı Sakarya Havzası'nda örnek alınan istasyonların koordinatları

İstasyonlar	Açıklama	Koordinatlar
1.İstasyon	Seydisuyu	39°21.447' K - 30°35.627' D
2.İstasyon	Akin Deresi	39°25.794' K - 30°20.741' D
3.İstasyon	Kıyır Deresi	39°03.584' K - 30°40.435' D
4.İstasyon	Bardakçı Deresi	39°18.209' K - 30°46.183' D
5.İstasyon	Sarısü Deresi	39°36.959' K - 30°50.732' D
6.İstasyon	Ilıcabaşı Deresi	39°18.155' K - 30°58.342' D
7.İstasyon	Sakarya Nehri	39°21.359' K - 31°18.531' D
8.İstasyon	Doğu Göleti (Sakaryabaşı)	39°21.051' K - 31°03.412' D
9.İstasyon	Batı Göleti (Sakaryabaşı)	39°21.282' K - 31°03.424' D
10.İstasyon	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu Çıkışı	39°21.233' K - 31°03.562' D



Şekil 3.2 Seydisuyu



Şekil 3.3 Akin Deresi



Şekil 3.4 Kıyır Deresi



Şekil 3.5 Bardakçı Deresi



Şekil 3.6 Sarısu Deresi



Şekil 3.7 Ilıcabaşı Deresi



Şekil 3.8 Sakarya Nehri



Şekil 3.9 Doğu Göleti



Şekil 3.10 Batı Göleti



Şekil 3.11 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu çıkışı

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

Araştırma alanında aşağıda belirtilen araç ve gereçler kullanılmıştır:

- Kasık çizmesi
- Diş fırçası
- 20x30 cm ya da daha büyük plastik tepsi
- Kapağı sıkıca kapanabilen örnekleme şişeleri
- Silinmez kalem ya da sudan etkilenmeyecek etiketler
- % 70'lik etanol (C_2H_5OH)
- Çeker ocak
- Hot plate

- Beher ya da kaynatma tüpleri
- Damlalıklar
- Santrifüj
- Santrifüj tüpleri
- % 30'luk hidrojen peroksit (H_2O_2)
- Naphrax
- Seyreltilmiş (1 mol/l) hidroklorik asit (HCl)
- GPS (Garmin 62s)
- Oksijen, pH, iletkenlik, sıcaklık ölçümleri için multiparametre ölçüm cihazı (WTW Multi 3430 Set G)
- Trinoküler mikroskop (Leica DM750)
- Kamera (Leica DFC295) ve kameralı görüntüleme sistemi (Leica Application Suite)
- Binoküler mikroskop (Leica), 100x, 200x, 400x, 1000x büyütme yapabilen

3.2.2 Suyun fizikokimyasal analizleri

3.2.2.1 Çözünmüş oksijen

Çözünmüş oksijen, multiparametre ölçüm cihazı (WTW Multi 3430 Set G) ile yerinde ölçülmüştür.

3.2.2.2 pH

pH, multiparametre ölçüm cihazı (WTW Multi 3430 Set G) ile yerinde ölçülmüştür.

3.2.2.3 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik, multiparametre ölçüm cihazı (WTW Multi 3430 Set G) ile yerinde ölçülmüştür.

3.2.2.4 Su sıcaklığı

Su sıcaklığı, multiparametre ölçüm cihazı (WTW Multi 3430 Set G) ile yerinde ölçülmüştür.

3.2.2.5 Toplam azot

Toplam azot derişimi, Anonymous (2003)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2.6 Ortofosfat

Ortofosfat derişimi, Anonymous (2012)'ye göre belirlenmiştir.

3.2.2.7 Alkalinite

Alkalinite derişimi, Anonymous (2012)'ye göre belirlenmiştir.

3.2.2.8 Toplam fosfor

Toplam fosfor derişimi, Anonymous (2012)'ye göre belirlenmiştir.

3.2.2.9 Fizikokimyasal durumun değerlendirilmesi

Yukarı Sakarya Havzası'nın Nisan, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği EK-5 Tablo 2'de yer alan su kalite sınıflarına göre değerlendirilmiştir (Anonim 2016a). Su kalitesi çok iyiden çok kötüye kadar değişen değerler maviden kırmızıya kadar değişen renklerle ifade edilmiştir. 8. ve 9. istasyonlarda yer alan göletler suyun bekleme süresinin çok kısa olması dolayısıyla nehir istasyonları ile aynı statüde değerlendirilmiştir. Alkalinite

parametresi su kalitesi belirleme çalışmalarında kullanılmamış olup, DARLEQ2 programı aracılığıyla su kütlesi tiplerine ait referans koşul değerlerinin oluşturulması amacıyla analiz edilmiştir. Ayrıca 8. ve 9. istasyonlar için Aralık ayında toplam fosfor analizi gerçekleştirilmiştir.

3.2.3 Diyatome örneklerinin alınması

Bu araştırma Yukarı Sakarya Havzası'nda belirlenen 10 istasyondan Nisan 2015-Aralık 2015 tarihleri arasında mevsimsel olmak üzere yılda dört kez örnek alınarak sürdürülmüştür.

Örnekleme için öncelikli olarak doğal halde bulunan ve hareket edebilen sert substratların bulunduğu kesitler seçilmiştir ve genel bir kural olarak bu kesit yaklaşık olarak 10 m olarak alınmıştır. Doğal sert yüzeyler çeşitlilik göstermekle birlikte öncelikli olarak taşlık bölgeler tercih edilmiştir.

Epilitik diyatomelerin örneklenmesi için en az 5 tane iri taş ($\text{çapı} > 64 \text{ mm}$ ve $\leq 256 \text{ mm}$) tercih edilmiş ve her bir taş için yaklaşık olarak 10 cm^2 alan fırçalanarak örnekler toplanmıştır. Yoğun gölgelerin olduğu yerlerden kaçınılmıştır. Yüzeylerin havayla maruz kalmamasına ve derinlik olarak öfotik bölgede kalmasına dikkat edilmiştir.

Akışın çok yavaş olduğu bölgelerden ($\leq 20 \text{ cm/s}$) kaçınılmıştır çünkü bu bölgeler yüzeye yapışık olmayan diyatomelerin, siltin ve diğer kalıntıların birikmesine neden olmaktadır. Yüzeyde bulunması muhtemel kontaminasyonu (organik kalıntı vs.) ortadan kaldırmak için substrat akan suda yıkanmış ve içinde 50 ml nehir suyu bulunan plastik tepsiye konmuştur. Sert bir diş fırçası ile substratın üst kısmı kuvvetli bir şekilde fırçalanmış ve yüzeyden diyatome filmi çıkartılmıştır.

Belirli bir kısmı tamamen su altında bulunan ancak dip sedimenti ile kontamine olmamış makrofitlerden epifitik diyatomelerin örneklenmesi için ise su seviyesindeki

bitki gövdesi kesilerek örnekleme şişesi su altında kalan kısmın üzerine kapatılmıştır. Şişenin ağzının altında kalan gövde kesilip şişe tekrar düz çevrilerek ağzı kapatılmıştır. Diyatomeleleri çıkarmak için bitki gövdeleri fırçalanmıştır (Anonymous 2014a).

3.2.4 Diyatome örneklerinin muhafazası

Diyatome örneklerinin muhafazası için % 70'lik etanol (C_2H_5OH) nihai derişim % 20 olacak şekilde kullanılmıştır (Anonymous 2014a).

3.2.5 Diyatomelelerin teşhisi ve sayımı

Toplanan örnekler laboratuvara getirilmiş, diyatomelelerin üzerindeki organik maddeyi uzaklaştırmak için sıcak hidrojen peroksit yöntemi uygulanmış ve Naphrax kullanılarak daimi preparatlar hazırlanmıştır (Anonymous 2014a). Diyatome teşhisleri, Leica DM750 trinoküler mikroskop, Leica DFC295 kamera ve LAS programının kullanıldığı görüntüleme sistemi ile diyatome ölçüleri alınarak ilgili taksonomik literatüre göre yapılmıştır (Cox 1996, Krammer ve Lange-Bertalot 1985, 1986, 1988, 1991a, 1991b, Hofmann vd. 2013). Diyatomelelerin sayımında binoküler ve trinoküler kullanılarak her örnekte yaklaşık 400 hücre sayılmıştır (Anonymous 2014b).

3.2.6 Diyatome türlerine ait bolluk ve dominantlık durumunun değerlendirilmesi

Türlere ait bolluk ve dominantlık durumu Lobo ve Leighton (1986)'a göre değerlendirilmiştir. Bu yaklaşıma göre bir istasyonda yer alan türlerin bolluğu o istasyondaki ortalama bolluk üzerinde yer alıyorsa bolluk oranı diğer türlere göre daha yüksek, eğer bu bolluk % 50'nin de üzerinde yer alıyorsa dominant olarak belirlenmiştir.

3.2.7 Diyatome indekslerinin hesaplanması

Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatomelere dayalı su kalitesinin belirlenmesi amacıyla teşhis edilen ve sayılan türler OMNIDIA yazılım programına ait 6.0.2 sürümüne girilerek diyatome indeks sonuçları hesaplanmıştır (Lecointe vd. 1993). Programın içerisinde nehirler için 18 adet ve göller için 1 adet (TDIL) olmak üzere toplam 19 adet diyatome indeksi bulunmaktadır. İndekslere ait bilgiler çizelge 3.2'de yer almaktadır.

Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatomelere dayalı su kalitesinin belirlenmesi amacıyla OMNIDIA yazılım programı yanında DARLEQ2 yazılım programı kullanılmıştır. İngiltere'de nehir ve göllerin ekolojik kalitesinin diyatomeler ile değerlendirilmesine yönelik bir yazılım programı olan DARLEQ2 (Diatoms for Assessing River and Lake Ecological Quality) Omnidia programı içerisinde yer alan Trofik Diyatome İndeksi'ne (TDI) dayalı bir ekolojik kalite hesaplama yöntemidir (Anonymous 2014c; 2014d; 2014e; 2014f). DARLEQ2 programı indeks sonuçlarını tek başına değerlendirmek yerine SÇD gereklilikleri doğrultusunda su kütlesinden elde edilen indeks sonuçlarını referans koşullardaki indeks sonuçları ile kıyaslamaktadır. Referans değerlerin elde edilebilmesi için yıllık ortalama alkalinite sonuçlarından faydalanılmıştır (Eşitlik 3.1).

$$\text{Nehirler için referans TDI indeks skoru} = 9.933 \times \text{Exp}(\text{Log}_{10}(\text{alkalinite}) \times 0.81) \quad (3.1)$$

Burada su kütlesine ait yıllık ortalama alkalinite değerleri 5 mg/l CaCO_3 'ten az ise alkalinite 5 mg/l, 250 mg/l'den yüksek ise 250 mg/l kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Ekolojik kalite ise eşitlik 3.2'ye göre hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2 OMNIDIA programında hesaplanan indeksler, kısaltmalar ve değer aralıkları

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

$$\text{Ekolojik kalite oranı (EKO)} = (100 - \text{TDI skoru}) / (100 - \text{referans TDI skoru}) \quad (3.2)$$

Elde edilen EKO sonuçları ise çizelge 3.3'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.3 Nehirler için ekolojik kalite oranı sınır değerleri (Anonymous 2014d)

Su Kalitesi Durumu	Sınır Değerler
Çok iyi/iyi	0.8
İyi/orta	0.6
Orta/Zayıf	0.4
Zayıf/Kötü	0.2

Göller için ise referans TDI skorları çizelge 3.4'e göre belirlenmiştir.

Çizelge 3.4 Göller için referans TDI skorları (Anonymous 2014e)

Göl Tipleri	Yıllık Ortalama Alkalinite Değerleri (mg/l CaCO ₃)	Referans TDI Skorları
Düşük alkalinite	< 10	22
Orta alkalinite	10 – 50	35
Yüksek alkalinite	> 50	42

Ekolojik kalite oranları eşitlik 3.2 ile aynı şekilde hesaplanarak su kalitesi durumu çizelge 3.5'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.5 Göller için ekolojik kalite oranı sınır değerleri (Anonymous 2014f)

Göl Tipleri	Su Kalitesi Durumu			
	Çok iyi/iyi	İyi/orta	Orta/zayıf	Zayıf/Kötü
Düşük alkalinite	0.92	0.70	0.46	0.23
Orta alkalinite	0.93	0.66	0.46	0.23
Yüksek alkalinite	0.92	0.77	0.46	0.23

3.2.8 İstatiksel analizler

Diyatome türleri ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Kanonik Uyum Analizi (CCA) Canoco 4.5 programı ile gerçekleştirilmiştir (Ter Braak ve Smilauer 1988). Değerlendirmeye genel tür kompozisyonu % 1'in üstünde olan türler alınmıştır.

CCA analizi gerçekleştirilmeden önce ordinasyon modelinin lineer ya da unimodal olduğunu belirlemek amacıyla DCA analizi, Canoco 4.5 programı ile gerçekleştirilmiştir (Ter Braak ve Smilauer 1988). CCA analizi (Leps ve Smilauer 2003), anlamlı çevresel değişkenlerin tür verisine ait varyansı açıklayabilmesi için Monte Carlo Simulasyonu'na göre 499 sınırsız permütasyon ile test edilmiştir. Anlamlı değişkenler ($P < 0.01$) CCA analizine katılmıştır.

Fizikokimyasal parametreler ile diyatome indeksleri arasındaki korelasyon Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. XLSTAT programı ile hesaplanan Pearson korelasyon testi ile fizikokimyasal parametreler ve diyatome indeksleri arasındaki korelasyonlar tespit edilmiştir.

Verilerin normalizasyonunu sağlamak için öncelikle bütün indeks sonuçları OMNIDIA programı ile 20'lik indeks skalasına dönüştürülmüştür. IDSE indeksinin 20'lik skalasının bulunmaması, % PT indeksinin yüzde oranında olması ve DARLEQ2 programı ile hesaplanan EKO'ların 0-1 arasında olması nedeniyle bu indeksler kendi değerleri ile hesaplamalara katılmıştır. pH haricinde tüm fizikokimyasal veriler çarpıklığın giderilmesi için $\ln(x+1)$ 'e göre normalize edilmiştir. Diyatomelere ait bolluk verileri için sayısal veriler yüzdeye dönüştürülerek normalizasyon gerçekleştirilmiştir.

Ortofosfat sonuçlarının bazı istasyonlarda ölçüm limitinden (<0.01 mg/l) düşük çıkması dolayısıyla CCA analizine katılmamıştır. 2. istasyonun Eylül ayında kuru olması nedeniyle 10 istasyon, 4 örnekleme döneminde toplamda 39 örnekleme verisi (22 diyatome türü ve 6 fizikokimyasal parametre) ile CCA analizi gerçekleştirilmiştir.

CCA analizi neticesinde türlerin dağılımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olan fizikokimyasal parametreler ile bu parametrelerin indeks sonuçları arasındaki Pearson korelasyonları incelenmiştir. En yüksek korelasyona sahip indekse ait sonuçlar ile fizikokimyasal parametrelerin logaritmik değişimi lineer grafik haline getirilerek indeksin metrik olup olmadığı araştırılmış ve grafiğe ait R^2 sonuçları değerlendirilmiştir.

3.2.9 Biyolojik durumun değerlendirilmesinde kullanılan diyatome indeksi

IDP indeksi aşağıda yer alan formüle göre hesaplanmıştır (Gomez ve Licursi 2001).

$$IDP = \frac{\sum_{j=1}^N I_{idp} J x A_j}{\sum_{j=1}^N A_j}$$

I_{idp} = 0 ve 4 arasında değişen her bir türe ait spesifik indeks değeri

A = her bir türün relatif bolluğu

IDP indeksine ait sonuçların yorumlanması için çizelge 3.6'dan faydalanılmıştır.

Çizelge 3.6 IDP indeksinin yorumlanması (Gomez ve Licursi 2001)

Su Kalite Sınıfı	IDP	Durum
0	0-0.5	Çok iyi
I	>0.5-1.5	İyi
II	>1.5-2	Orta
III	>2-3	Kötü
IV	>3-4	Çok kötü

3.2.10 Hidromorfolojik durumun belirlenmesi

Hidromorfolojik durumun belirlenmesinde saha çalışmaları sırasında nehir istasyonlarında niteliksel olarak fiziksel habitat bilgisinin toplanması amacıyla Nehir Habitatı Değerlendirme Formu (MSHA) (Anonymous 2014g) ve Nehir Habitat İndeksi (IHF) (Pardo vd. 2002) formu, göller için ise su üstü ve su altı bitkilerin durumu ve insan faaliyetleri gibi morfolojik değişikliklere dayalı olarak ekosistem durumunu ortaya koymayı amaçlayan ECELS İndeksi formu (Anonymous 2010b) doldurulmuştur. Doldurulan formlar çizelge 3.7-3.8'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.7 Nehirler için kullanılan hidromorfolojik durum sınıflandırması

İndeks Skoru	Durum
80-100	Çok iyi
60-79	İyi
40-59	Orta
20-39	Zayıf
0-19	Kötü

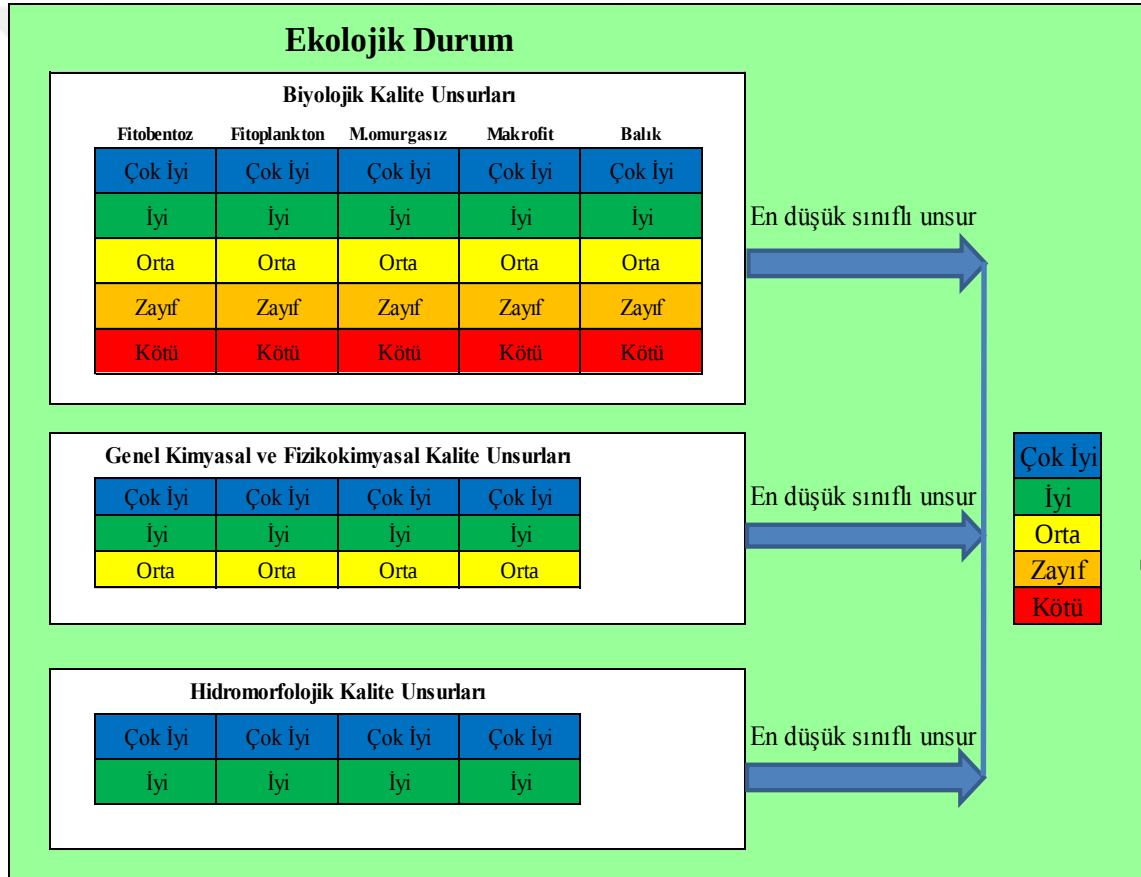
Çizelge 3.8 Göller için kullanılan hidromorfolojik durum sınıflandırması

İndeks Skoru	Durum
$90 \leq \text{ecels} \leq 100$	Çok iyi
$70 \leq \text{ecels} < 90$	İyi
$50 \leq \text{ecels} < 70$	Orta
$30 \leq \text{ecels} < 50$	Zayıf
$0 \leq \text{ecels} < 30$	Kötü

3.2.11 Ekolojik durumun belirlenmesi

Ekolojik durum, su kütlesinin canlılar ve çevre etkileşimi bağlamında biyolojik, genel kimyasal ve fizikokimyasal ile hidromorfolojik kalite unsurlarına göre sınıflandırılmasıdır. Biyolojik durumun belirlenmesinde fitobentoz (diatomeler) için IDP İndeksi sonuçları esas alınmıştır. SÇD'ye göre biyolojik durum beş sınıfta (çok iyi, iyi, orta, zayıf, kötü), genel kimyasal ve fizikokimyasal durum üç sınıfta (çok iyi, iyi, orta), hidromorfolojik durum ise iki sınıfta (çok iyi ve iyi) değerlendirilmiştir. Ekolojik

durum SÇD’de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre değerlendirilmiştir (Şekil 3.12). Biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre ekolojik durum belirlenirken, biyolojik kalite unsurları açısından en düşük durum kötü, genel kimyasal ve fizikokimyasal kalite unsurları açısından en düşük durum orta, hidromorfolojik kalite unsurları açısından ise en düşük durum iyi olarak değerlendirilmektedir. Bu durumun nedeni, biyolojik durumun ekolojik durum değerlendirmesindeki rolünün daha yüksek olmasıdır. Hidromorfolojik kalite unsurları ise bir istasyonun çok iyi ve iyi sınırını belirlediği için daha çok biyolojik ve genel kimyasal ve fizikokimyasal durumun çok iyi olduğu durumlarda referans alanların belirlenmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 3.12 Ekolojik durumun belirlenmesi

4. BULGULAR

4.1 Fizikokimyasal Bulgular

4.1.1 Su sıcaklığı

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük su sıcaklığı değeri 4.2 °C ile Aralık ayında 1. istasyonda (Çizelge 4.1), en yüksek su sıcaklığı değeri ise 24.6 °C ile Eylül ayında 6. istasyonda (Çizelge 4.6) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama sıcaklık değerleri çizelge 4.1-4.10'da belirtilmiştir.

4.1.2 Çözünmüş oksijen derişimi

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük çözünmüş oksijen derişimi 3.08 mg/l ile Nisan ayında 5. istasyonda (Çizelge 4.5), en yüksek çözünmüş oksijen derişimi ise 11.08 mg/l ile Aralık ayında 1. istasyonda (Çizelge 4.1) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama çözünmüş oksijen derişimleri çizelge 4.1-4.10'da gösterilmiştir.

4.1.3 pH

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük pH değeri 6.97 ile Eylül ayında 6. istasyonda (Çizelge 4.6), en yüksek pH değeri ise 8.34 ile Aralık ayında 4. istasyonda (Çizelge 4.4) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama pH değerleri çizelge 4.1-4.10'da verilmiştir.

4.1.4 Elektriksel iletkenlik

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük elektriksel iletkenlik değeri 57.4 µS/cm ile Nisan ayında 2. istasyonda (Çizelge 4.2), en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise

1053 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Nisan ayında 7. istasyonda (Çizelge 4.7) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama elektriksel iletkenlik değerleri çizelge 4.1-4.10'da belirtilmiştir.

4.1.5 Toplam azot

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük toplam azot derişimi 0.105 mg/l ile Aralık ayında 2. istasyonda (Çizelge 4.2), en yüksek toplam azot derişimi ise 5.741 mg/l ile Nisan ayında 5. istasyonda (Çizelge 4.5) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama toplam azot derişimleri çizelge 4.1-4.10'da gösterilmiştir.

4.1.6 Ortofosfat

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük ortofosfat derişimi ölçüm limitlerinin altında olması dolayısıyla farklı aylarda ve istasyonlarda <0.01 mg/l, en yüksek ortofosfat derişimi ise 0.101 mg/l ile Temmuz ayında 3. istasyonda (Çizelge 4.3) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama ortofosfat derişimleri çizelge 4.1-4.10'da verilmiştir.

4.1.7 Alkalinite

Yukarı Sakarya Havzası'nda ölçülen en düşük alkalinite derişimi 6.80 mg/l ile Temmuz ayında 2. istasyonda (Çizelge 4.2), en yüksek alkalinite derişimi ise 282.20 mg/l ile Temmuz ayında 8. istasyonda (Çizelge 4.8) tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen ortalama alkalinite derişimleri çizelge 4.1-4.10'da belirtilmiştir.

4.1.8 Toplam fosfor

Yukarı Sakarya Havzası'nda toplam fosfor derişimleri 8. ve 9. istasyonlarda Aralık ayında ölçülmüş ve 8. istasyonda 0.078 mg/l, 9. istasyonda ise 0.066 mg/l olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8-4.9).

4.2 Biyolojik Bulgular

4.2.1 Diyatomelere ait tür kompozisyonu

Yukarı Sakarya Havzası'nda yapılan örneklemler neticesinde Bacillariophyta divizyonu altında Bacillariophyceae sınıfına ait 87, Coscinodiscophyceae sınıfına ait 4 ve Mediophyceae sınıfına ait 5 tür olmak üzere toplamda 96 tür teşhis edilmiştir. 16 takımın altında yer alan diyatome türleri çizelge 4.11'de verilmiştir. Teşhis edilen türlere ait resimler ise EK 1-16'da yer almaktadır.

Türlerin çeşitliliği bakımından en yoğun grubu Bacillariophyceae sınıfından Cymbellales takımı oluşturmuştur. 23 türün yer aldığı bu takımda *Cymbella* cinsine ait 7, *Gomphonema* cinsine ait 6, *Encyonema* cinsine ait 4, *Encyonopsis* cinsine ait 2, *Brebissonia*, *Cymbopleura*, *Reimeria* ve *Rhoicosphenia* cinslerine ait birer tür teşhis edilmiştir.

Çizelge 4.1 1. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		1. İstasyon - Seydisuyu					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 21.447' K - 30° 35.627' D									
Numune Alma Tarihi		25.04.2015	04.07.2015	12.09.2015	10.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	8.7	14.6	18.6	4.2	11.53	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.28	7.69	7.81	7.92	7.68	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	359	384	321	372	359	< 400	1000	3000	> 3000	I
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	10.11	8.84	7.67	11.08	9.43	> 8	6	3	< 3	I
Toplam Azot	(mg/l)	0.858	1.715	1.320	1.104	1.249	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	0.016	0.090	0.021	< 0.01	0.033	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	113.80	151.30	116.35	91.00	118.11	-	-	-	-	-

Çizelge 4.2 2. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		2. İstasyon – Akin Deresi					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 25.794' K - 30° 20.741' D									
Numune Alma Tarihi		25.04.2015	04.07.2015	12.09.2015	10.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	7.2	13.7	KURU	4.7	8.53	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.15	8.03	KURU	7.38	7.52	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	57.4	71.7	KURU	77.1	68.73	< 400	1000	3000	> 3000	I
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	10.73	9.09	KURU	10.14	9.99	> 8	6	3	< 3	I
Toplam Azot	(mg/l)	0.139	1.243	KURU	0.105	0.496	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	< 0.01	0.020	KURU	< 0.01	0.01	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	13.36	6.80	KURU	14.50	11.55	-	-	-	-	-

Çizelge 4.3 3. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		3. İstasyon – Kıyır Deresi					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 03.584' K - 30° 40.435' D									
Numune Alma Tarihi		25.04.2015	04.07.2015	12.09.2015	10.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	14.4	20.2	19.6	9.6	15.95	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.57	7.77	7.41	7.56	7.58	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	423	476	513	552	491	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	10.01	8.66	7.41	8.38	8.62	> 8	6	3	< 3	I
Toplam Azot	(mg/l)	2.814	1.732	1.780	0.969	1.824	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	0.013	0.101	0.014	< 0.01	0.033	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	122.90	196.35	204.43	132.50	164.05	-	-	-	-	-

Çizelge 4.4 4. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		4. İstasyon – Bardakçı Deresi					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 18.209' K - 30° 46.183' D									
Numune Alma Tarihi		25.04.2015	04.07.2015	12.09.2015	10.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	15.3	22.6	21.6	5.6	16.28	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.90	7.80	8.24	8.34	8.07	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	481	579	561	576	549.25	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	10.92	7.03	7.31	10.73	8.99	> 8	6	3	< 3	I
Toplam Azot	(mg/l)	3.479	2.503	3.220	2.050	2.813	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	0.014	0.026	0.019	< 0.01	0.016	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	156.00	267.75	229.08	149.80	200.66	-	-	-	-	-

Çizelge 4.5 5. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		5. İstasyon – Sarısu Deresi					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 36.959' K - 30° 50.732' D									
Numune Alma Tarihi		26.04.2015	05.07.2015	13.09.2015	11.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	12.8	17.7	17.8	4.3	13.15	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.36	7.55	7.56	7.77	7.56	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	1040	936	946	1024	986.5	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	3.08	4.13	3.49	8.57	4.82	> 8	6	3	< 3	III
Toplam Azot	(mg/l)	5.741	3.094	3.340	2.477	3.663	< 3.5	11.5	25	> 25	II
Ortofosfat	(mg/l)	< 0.01	0.013	0.032	< 0.01	0.014	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	169.00	219.73	230.78	140.00	189.88	-	-	-	-	-

Çizelge 4.6 6. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		6. İstasyon – Ilıcabaşı Deresi					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 18.155' K - 30° 58.342' D									
Numune Alma Tarihi		26.04.2015	04.07.2015	12.09.2015	11.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	20.4	24.1	24.6	16.9	21.5	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.05	7.16	6.97	7.02	7.05	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	704	714	709	733	715	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	5.04	5.49	5.34	5.67	5.39	> 8	6	3	< 3	III
Toplam Azot	(mg/l)	5.292	3.339	4.460	3.142	4.058	< 3.5	11.5	25	> 25	II
Ortofosfat	(mg/l)	< 0.01	< 0.01	0.016	< 0.01	< 0.01	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	183.30	240.13	249.90	139.50	203.21	-	-	-	-	-

Çizelge 4.7 7. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		7. İstasyon – Sakarya Nehri					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 21.359' K - 31° 18.531' D									
Numune Alma Tarihi		26.04.2015	05.07.2015	13.09.2015	11.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	12.3	19.8	20.5	8.4	15.25	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.48	7.34	7.99	8.06	7.72	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	1053	666	949	921	897.25	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	8.84	6.81	6.52	9.43	7.9	> 8	6	3	< 3	II
Toplam Azot	(mg/l)	1.951	1.654	1.600	1.529	1.684	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	0.019	0.055	0.032	< 0.01	0.028	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	188.20	209.10	234.18	164.00	198.87	-	-	-	-	-

Çizelge 4.8 8. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		8. İstasyon – Doğu Göleti					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 21.051' K - 31° 03.412' D									
Numune Alma Tarihi		26.04.2015	05.07.2015	13.09.2015	11.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	19.3	23.2	20.7	13.9	19.28	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.05	7.20	7.16	7.19	7.15	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	874	881	841	884	870	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	(mg/l)	7.37	6.31	7.25	7.64	7.14	> 8	6	3	< 3	II
Toplam Azot	(mg/l)	1.933	2.531	2.130	1.010	1.901	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	< 0.01	< 0.01	0.038	< 0.01	0.013	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Toplam Fosfor	(mg/l)	-	-	-	0.078	0.078	< 0.08	0.2	0.8	> 0.8	I
Alkalinite	(mg/l)	209.90	282.20	240.13	164.50	224.18	-	-	-	-	-

Çizelge 4.9 9. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		9. İstasyon – Batı Göleti					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 21.282' K - 31° 03.424' D									
Numune Alma Tarihi		26.04.2015	05.07.2015	13.09.2015	11.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	18.7	20.9	21.4	14.5	18.88	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.06	7.12	7.19	7.29	7.17	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	869	862	837	863	857.75	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözünmüş Oksijen	(mg/l)	7.37	6.03	7.28	7.44	7.03	> 8	6	3	< 3	II
Toplam Azot	(mg/l)	1.978	2.081	2.120	1.176	1.839	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Toplam Fosfor	(mg/l)	-	-	-	0.066	0.066	< 0.08	0.2	0.8	> 0.8	I
Alkalinite	(mg/l)	212.90	277.95	246.50	162.50	224.96	-	-	-	-	-

Çizelge 4.10 10. istasyona ait su kalite parametrelerinin örnekleme tarihlerindeki değişimleri ve su kalitesi sınıfları

İstasyon		10. İstasyon – Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu Çıkışı					Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinatlar		39° 21.233' K - 31° 03.562' D									
Numune Alma Tarihi		26.04.2015	05.07.2015	13.09.2015	11.12.2015	Ortalama	I	II	III	IV	
Sıcaklık	(°C)	18.6	21.6	21.3	15.1	19.15	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	-	7.39	7.23	7.56	7.63	7.45	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	I
İletkenlik	(µS/cm)	871	862	833	859	856.25	< 400	1000	3000	> 3000	II
Çözünmüş Oksijen	(mg/l)	7.35	6.12	7.32	7.46	7.06	> 8	6	3	< 3	II
Toplam Azot	(mg/l)	1.922	2.046	1.950	1.168	1.772	< 3.5	11.5	25	> 25	I
Ortofosfat	(mg/l)	0.013	0.018	0.021	< 0.01	0.014	< 0.05	0.16	0.65	> 0.65	I
Alkalinite	(mg/l)	216.10	276.25	239.70	161.30	223.34	-	-	-	-	-

Çizelge 4.11 Yukarı Sakarya Havzası'nda teşhis edilen diyatome türleri

Divizyo: BACILLARIOPHYTA	
Smif: Bacillariophyceae	
Takım: Bacillariales	Takım: Eunotiales
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	Takım: Fragilariales
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval.	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & J.D.Möller
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	Takım: Licmophorales
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère
<i>Nitzschia vitrea</i> G.Norman	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	Takım: Mastogloiales
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	<i>Aneumastus minor</i> Lange-Bertalot
Takım: Cocconeidales	Takım: Naviculales
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	<i>Caloneis macedonica</i> Hustedt
<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	<i>Craticula subminuscula</i> (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski
<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot
Takım: Cymbellales	<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) Mahoney & Reimer	<i>Navicula cari</i> Ehrenberg
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	<i>Navicula kotschy</i> Grunow
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer
<i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli) Krammer	Takım: Rhopalodiales
<i>Encyonema lacustre</i> (C.Agardh) Pantocsek	<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	Takım: Surirellales
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	<i>Surirella angusta</i> Kützing
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	<i>Surirella brebissoni</i> Krammer & Lange-Bertalot
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	Takım: Tabellariales
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh

Çizelge 4.11 Yukarı Sakarya Havzası'nda teşhis edilen diyatome türleri (devam)

Takım: Cymbellales (devam)	Takım: Thalassiophysales
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg <i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt
Sınıf: Coscinodiscophyceae	Sınıf: Mediophyceae
Takım: Aulacoseirales	Takım: Stephanodiscales
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Otto Müller) Simonsen	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round <i>Cyclotella atomus</i> Hustedt <i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow
Takım: Coscinodiscales	
<i>Lindavia balatonis</i> (Pantocsek) T.Nakov et al. <i>Lindavia ocellata</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	
Takım: Melosirales	
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	

4.2.1.1 Nisan dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu

Yukarı Sakarya Havzası'nda 2015 yılı Nisan ayı içerisinde yapılan örneklemeler neticesinde teşhis edilen türlerin oransal bolluk değerleri istasyonlar için Lobo ve Leighton 1986'a göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.12). 74 diyatome türünün teşhis edildiği Nisan döneminde toplamda 27 diyatome türü diğer türlere göre daha yüksek bollukta gözlemlenmiştir. Bu türler arasında ise 5 tür dominant olarak ön plana çıkmıştır. *Achnantheidium minutissimum* 1. istasyonda % 60.3, 5. istasyonda % 57.9, 6. istasyonda ise % 76.3 ile dominant tür olarak tespit edilmiştir. *Craticula subminuscula* 3. istasyonda % 56.6 ile dominant olurken, *Diatoma moniliformis* 4. istasyonda % 50.7 ile dominant olmuştur. *Fragilaria brevistriata* 8. istasyonda % 56.5, *Gomphonema micropus* ise 2. istasyonda % 51.9 ile dominant tür olarak gözlemlenmiştir. 7. 9. ve 10. istasyonlarda dominant türe rastlanmazken 47 tür ise istasyonlarda düşük bolluklarda yer almıştır.

Çizelge 4.12 Yukarı Sakarya Havzası'nda Nisan ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)

Türler	Kod	İstasyonlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	ACAF	1.81	-	-	0.23	0.83	-	-	-	-	-
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	60.28**	-	-	3.99	57.88	76.30	-	-	-	-
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	ADPY	1.21	-	-	-	0.62	-	-	-	11.49	0.25
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	APEL	0.20	8.55*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald	ACOP	-	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AOVA	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	APED	2.62	-	-	21.60	-	-	0.74	25.12	3.42	0.99
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	BPAX	-	-	-	-	-	-	1.74	-	-	-
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) Mahoney & Reimer	CLAN	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	CBAC	-	-	-	-	-	0.49	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	CPLA	-	-	-	0.23	-	0.25	0.74	-	0.24	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	CPLI	0.20	-	-	-	-	0.25	6.70	0.25	10.51	-
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann	CRAC	-	-	2.56	-	-	-	-	-	-	-
<i>Craticula subminuscule</i> (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector	CSNU	-	0.57	56.64	1.88	-	-	0.74	-	0.24	0.99
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG	-	-	-	-	25.31	-	-	-	8.80	5.46
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	-	-	-	-	0.41	0.25	-	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	CSOL	-	-	0.23	-	-	-	0.50	-	-	-
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	CCMP	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	CCYM	-	-	-	-	5.81	-	0.25	-	-	0.25
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	CAEX	4.64	0.85	-	3.05	2.49	-	-	-	42.54	3.47
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	CHUS	0.20	0.85	0.23	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	CLBE	2.62	-	-	1.88	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI	0.20	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner	CPAR	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymboplectra amphicephala</i> (Nägeli) Krammer	CBAM	-	-	-	-	-	-	-	1.74	-	-
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	DKUE	-	-	-	0.47	1.66	0.49	0.25	0.25	3.91	0.25
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	DMON	3.02	-	-	50.70	-	0.25	2.73	-	-	17.12
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	DVUL	0.20	-	-	0.23	-	-	0.74	-	-	24.32
<i>Encyonema lacustre</i> (C.Agardh) Pantocsek	ELAC	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	ESLE	-	1.71	-	-	0.21	-	-	-	-	-
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENVE	-	1.71	0.93	0.94	0.21	-	0.25	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.12 Yukarı Sakarya Havzası'nda Nisan ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	Kod	İstasyonlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	ECPM	2.42	-	-	3.76	-	-	0.74	-	5.38	0.99
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	FBRE	0.20	-	-	-	0.21	0.99	9.68	56.47	3.91	2.73
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FCON	-	-	-	-	-	0.25	0.25	2.49	-	-
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	-	1.71	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	FVAU	-	-	1.17	-	-	-	0.25	0.25	-	3.23
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	GMIC	-	51.85**	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	GOLI	4.64*	-	12.59	0.23	-	-	0.74	-	0.24	0.99
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR	-	1.71	2.56	-	-	4.94	0.25	-	-	0.50
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	HVEN	-	-	6.06	-	-	-	-	-	5.87	0.50
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	HAMP	0.20	0.57	-	-	-	0.25	-	-	-	0.50
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	HCAP	-	-	-	-	-	-	1.24	-	-	-
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	KCLE	-	-	-	-	-	-	-	7.46	-	-
<i>Lindavia balatonis</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LBAL	1.01	-	-	-	-	-	7.44	-	-	-
<i>Lindavia ocellata</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LOCE	0.60	-	-	-	-	-	12.66	-	-	0.50
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MVAR	0.40	-	-	-	-	-	19.35	-	-	-
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	MCIR	-	25.07	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain	NCPR	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	NCAR	-	-	-	-	-	-	-	4.73	-	0.25
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	0.60	-	-	0.70	-	-	11.66	-	1.96	-
<i>Navicula kotschy</i> Grunow	NKOT	-	-	-	-	-	0.25	-	0.25	-	-
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH	1.81	-	1.17	0.94	-	-	-	0.25	-	0.50
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT	1.81	-	-	0.23	-	-	6.70	-	-	-
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval.	NCPL	-	-	0.47	-	-	14.07	0.25	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NDIS	4.64	0.57	-	3.99	-	-	-	-	-	0.50
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	NFON	1.01	-	-	-	0.83	-	-	-	-	14.14
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	NIFR	-	-	0.70	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	NHEU	-	-	-	0.70	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	NLIN	-	0.57	0.93	0.70	-	-	1.24	-	-	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NREC	-	-	-	-	-	-	1.24	-	-	-
<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer	PVIF	-	-	-	-	-	-	0.74	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.12 Yukarı Sakarya Havzası'nda Nisan ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	İstasyonlar										
	Kod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA	-	-	0.93	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	PRST	-	-	-	-	-	-	1.74	-	-	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	RABB	-	-	-	-	-	-	0.74	-	-	-
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	RGIB	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	SPUP	-	-	-	-	-	-	0.25	0.25	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	SHAN	0.81	-	-	-	-	-	3.72	-	-	-
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG	-	0.85	1.17	0.23	-	-	0.50	-	-	-
<i>Surirella brebissoni</i> Krammer & Lange-Bertalot	SBRE	-	1.42	11.19*	-	-	0.25	2.23	-	0.24	-
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	TAPI	0.20	-	0.47	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	THUN	-	-	-	-	-	0.74	-	-	-	-
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	0.40	-	-	1.41	0.21	-	-	0.25	0.24	0.99
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC	0.40	-	-	0.70	2.70	-	0.25	-	0.98	0.99
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN	-	0.85	-	0.70	0.41	-	0.25	-	-	19.35

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

4.2.1.2 Temmuz dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu

Yukarı Sakarya Havzası'nda 2015 yılı Temmuz ayı içerisinde yapılan örneklemler neticesinde teşhis edilen türlerin oransal bolluk değerleri istasyonlar için Lobo ve Leighton 1986'a göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.13). 69 diyatome türünün teşhis edildiği Temmuz döneminde toplamda 21 diyatome türü diğer türlere göre daha yüksek bollukta gözlemlenmiştir. Bu türler arasında ise 6 tür dominant olarak ön plana çıkmıştır. *Achnantheidium minutissimum* 5. istasyonda % 77.5, 6. istasyonda ise % 72.3 ile dominant tür olarak tespit edilmiştir. *Craticula subminuscula* 3. istasyonda % 86.3 ile dominant olurken, *Fragilaria brevistriata* 8. istasyonda % 73.6 ile dominant tür olarak gözlemlenmiştir. *Melosira varians* 7. istasyonda % 58.4 ile *Ulnaria ulna* ise 9. istasyonda % 61.1 ile dominant tür olarak tespit edilmiştir. 1. 2. 4. ve 10. istasyonlarda dominant türe rastlanmazken 48 tür ise istasyonlarda diğer türlere göre daha düşük bolluklarda yer almıştır.

Çizelge 4.13 Yukarı Sakarya Havzası'nda Temmuz ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)

Türler	Kod	İstasyonlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	ACAF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	-	-	-	-	77.45**	72.97	-	-	-	-
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	APEL	-	0.75	-	-	0.23	-	-	-	-	-
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald	ACOP	-	-	-	0.50	0.23	0.74	-	-	-	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	APED	2.42	1.50	3.87	25.31*	0.23	-	-	10.70	1.25	20.65
<i>Aneumastus minor</i> Lange-Bertalot	ANMI	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	BPAX	-	-	-	-	-	-	6.90	-	0.25	-
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	CPLA	-	2.99	-	-	-	-	-	1.24	1.00	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	CPLI	0.97	6.73	-	1.99	1.14	-	-	-	2.24	0.25
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann	CRAC	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	CRCU	-	-	-	-	-	-	1.15	-	-	-
<i>Craticula subminuscule</i> (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector	CSNU	22.95	18.45	86.33	7.20	0.23	-	0.23	-	-	-
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG	-	-	-	-	0.91	-	0.23	-	3.99	4.23
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	0.72	2.24	-	-	0.46	-	2.76	0.50	-	0.25
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	CSOL	-	-	-	-	-	-	0.69	-	-	-
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	CCYM	-	-	-	-	0.68	-	0.23	-	0.75	-
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	CAEX	3.14	7.48	-	7.69	1.82	1.72	0.23	5.22	4.24	35.57
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	CLBE	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI	-	-	-	-	0.46	-	-	-	-	-
<i>Cymboplectra amphicephala</i> (Nägeli) Krammer	CBAM	-	-	-	-	0.23	-	-	-	0.25	-
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	DKUE	0.72	-	-	1.74	8.66	11.55	-	-	2.24	1.99
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	DMON	1.21	-	-	7.44	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	DVUL	1.45	-	-	0.74	-	-	0.23	-	-	2.24
<i>Encyonema lacustre</i> (C.Agardh) Pantocsek	ELAC	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	ESLE	-	0.75	-	0.25	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENVE	3.62	2.99	0.23	1.24	0.23	-	0.23	-	-	-
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	ECPM	-	-	-	25.56	4.56	0.98	-	1.74	1.00	1.99
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	ETUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.74
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	FBRE	-	2.24	-	-	0.68	2.21	0.69	73.63	-	3.73
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FCON	-	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	-	7.48	-	-	-	-	-	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.13 Yukarı Sakarya Havzası'nda Temmuz ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	Kod	İstasyonlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	FVAU	0.72	0.75	-	-	-	-	-	-	6.23	0.25
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	GOLI	1.45	2.24	2.05	1.24	-	-	-	-	0.75	-
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAP	4.11*	0.75	1.14	-	0.46	0.74	-	-	6.98	-
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	HVEN	-	-	0.23	0.74	-	-	-	-	2.74	3.48
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	HAMP	-	0.75	-	0.74	0.23	-	-	-	-	-
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	HCAP	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	KCLE	-	1.50	-	-	-	-	-	1.49	-	-
<i>Lindavia balatonis</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LBAL	0.97	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-
<i>Lindavia ocellata</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LOCE	0.72	-	-	0.50	-	-	0.46	-	-	-
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MVAR	1.21	-	-	-	0.23	0.98	58.39**	-	0.25	1.24
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	MCIR	-	6.73	-	0.50	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT	-	-	0.23	0.25	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain	NCPR	0.72	-	0.46	0.74	-	-	0.23	-	-	-
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	NCAR	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-	-
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	-	-	-	4.47	-	-	1.84	1.49	-	-
<i>Navicula kotschyi</i> Grunow	NKOT	-	-	-	-	-	5.65	-	1.24	0.25	-
<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing	NOBL	-	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH	39.37	5.99	0.46	2.98	0.46	-	-	-	-	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT	0.72	-	-	0.25	-	-	1.38	-	-	0.50
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval.	NCPL	1.45	-	0.46	0.25	-	-	-	-	0.25	0.75
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NDIS	0.97	0.75	0.46	2.73	-	-	0.23	-	-	-
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	NFON	4.59	0.75	-	-	-	-	-	-	-	15.92
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	NIFR	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	NLIN	-	1.50	-	0.74	-	-	3.45	-	-	-
<i>Nitzschia vitrea</i> G.Norman	NIVI	-	-	-	-	-	-	0.46	-	-	-
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA	-	16.46	0.68	-	-	-	-	-	-	-
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN	1.69	0.75	-	0.50	-	-	-	-	0.25	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	RABB	1.21	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir

Çizelge 4.13 Yukarı Sakarya Havzası'nda Temmuz ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	İstasyonlar										
	Kod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	SPUP	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	SHAN	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG	0.72	2.24	0.23	0.74	-	-	3.22	-	-	-
<i>Surirella brebissoni</i> Krammer & Lange-Bertalot	SBRE	0.72	2.24	2.73	0.25	-	0.25	6.21*	-	-	-
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	TAPI	0.72	-	0.23	0.50	-	-	2.76	-	-	-
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	THUN	-	-	-	-	-	0.49	0.92	-	-	-
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	-	-	-	0.74	-	-	-	0.25	-	-
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC	-	-	-	-	0.23	0.74	-	-	3.99	2.24
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN	-	-	-	0.50	0.23	0.74	6.21	-	61.10**	1.74

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

4.2.1.3 Eylül dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu

Yukarı Sakarya Havzası'nda 2015 yılı Eylül ayı içerisinde yapılan örneklemeler neticesinde teşhis edilen türlerin oransal bolluk değerleri istasyonlar için Lobo ve Leighton 1986'a göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.14). 65 diyatome türünün teşhis edildiği Eylül döneminde toplamda 22 diyatome türü diğer türlere göre daha yüksek bollukta gözlemlenmiştir. Bu türler arasında ise 1 tür dominant olarak ön plana çıkmıştır. *Cymbella excisa* 8. istasyonda % 66.6 ile dominant tür olarak tespit edilmiştir. 8. istasyon dışında dominant türe rastlanmazken 43 tür ise istasyonlarda diğer türlere göre daha düşük bolluklarda yer almıştır. 2. istasyonun kuru olması dolayısıyla örnekleme yapılamamıştır.

Çizelge 4.14 Yukarı Sakarya Havzası'nda Eylül ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)

Türler	İstasyonlar										
	Kod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achnanthisdium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	-	-	-	47.54	1.40	48.94	2.12	-	-	-
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald	ACOP	-	-	-	-	-	0.43	-	-	-	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AOVA	-	-	-	-	0.70	-	-	-	-	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	APED	-	-	3.23	4.22	-	-	3.53	16.34	18.43	-
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Otto Müller) Simonsen	AUGA	0.49	-	0.74	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	BPAX	-	-	-	-	-	-	3.06	-	-	-
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) Mahoney & Reimer	CLAN	-	-	0.74	-	-	-	2.12	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	CPLA	-	-	1.24	-	5.59	-	10.59	0.24	0.74	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	CPLI	-	-	3.72	-	6.29	-	12.71	-	1.47	0.99
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann	CRAC	8.11*	-	-	-	-	1.06	-	-	19.41	0.25
<i>Craticula subminuscule</i> (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector	CSNU	47.17	-	13.15	0.23	1.40	-	7.76	-	-	-
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	CATO	1.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG	-	-	-	-	2.10	-	-	0.98	2.70	1.99
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	0.49	-	-	-	-	-	4.24	0.49	-	0.99
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	CCYM	-	-	-	-	-	-	-	1.71	-	-
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	CAEX	-	-	6.70	39.81	18.18	18.72	9.18	66.59**	2.21	29.28
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI	-	-	-	-	1.40	-	2.82	0.24	-	-
<i>Cymboplectra amphicephala</i> (Nägeli) Krammer	CBAM	-	-	-	0.23	-	1.28	4.24	-	-	-
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	DKUE	-	-	-	-	39.86	26.81	0.24	-	3.93	-
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	DMON	-	-	-	0.23	-	-	0.24	-	-	1.49
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	DVUL	-	-	-	-	-	-	-	3.90	-	2.98
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	ESLE	-	-	-	0.47	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENVE	-	-	1.24	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	ECES	-	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	ECPM	-	-	-	0.23	2.80	-	12.47	0.24	0.98	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	FBRE	-	-	-	-	4.90	-	4.24	2.20	-	-
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FCON	-	-	-	-	-	-	-	-	1.23	-
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	FVAU	-	-	-	-	0.47	-	-	-	8.85	1.99
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	GITA	-	-	-	-	-	-	0.71	-	5.16	0.99
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	GOLI	-	-	-	0.47	-	-	-	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.14 Yukarı Sakarya Havzası'nda Eylül ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	Kod	İstasyonlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR	16.46*	-	35.48	1.87	-	0.43	0.71	0.24	11.55	0.25
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GTRU	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	-
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	HVEN	-	-	-	-	0.70	-	0.47	-	3.69	2.98
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	HAMP	-	-	-	-	2.10	-	-	-	-	-
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	KCLE	-	-	-	-	-	-	0.47	-	-	-
<i>Lindavia balatonis</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LBAL	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindavia ocellata</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LOCE	9.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MVAR	-	-	-	-	2.80	0.21	-	-	2.21	-
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT	-	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain	NCPR	0.49	-	0.74	-	-	-	0.47	-	-	-
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	NCAR	-	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	-	-	1.24	-	0.70	-	0.71	-	-	-
<i>Navicula kotschy</i> Grunow	NKOT	-	-	-	-	0.70	0.85	-	-	-	-
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH	0.49	-	-	0.23	-	-	-	0.24	-	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT	-	-	5.71	1.64	1.40	-	4.24	-	-	-
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP	5.65	-	6.70	-	-	0.21	4.94	-	-	14.39
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval.	NCPL	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NDIS	-	-	1.24	2.34	1.40	-	2.12	0.24	-	-
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	NFON	0.74	-	12.16	-	-	-	-	-	1.97	5.46
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	NHEU	-	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	NLIN	-	-	3.23	-	1.40	-	-	-	0.98	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NREC	-	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA	-	-	0.74	-	0.23	-	-	-	-	-
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN	0.98	-	1.24	-	-	-	0.24	-	-	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	RABB	-	-	-	-	-	-	4.24	-	-	0.25
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	RGIB	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	SPUP	-	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	SHAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.99
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG	-	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-
<i>Surirella brebissoni</i> Krammer & Lange-Bertalot	SBRE	-	-	0.50	0.23	0.23	-	-	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.14 Yukarı Sakarya Havzası'nda Eylül ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	İstasyonlar										
	Kod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	TAPI	-	-	-	-	0.23	-	0.47	-	-	-
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	THUN	-	-	-	-	-	0.21	-	-	-	-
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	0.49	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC	-	-	-	-	1.17	0.43	-	5.12	7.62	22.33
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN	7.13*	-	0.25	-	1.40	0.43	-	0.24	5.41	11.41

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

4.2.1.4 Aralık dönemine ait bolluk ve dominantlık durumu

Yukarı Sakarya Havzası'nda 2015 yılı Aralık ayı içerisinde yapılan örneklemler neticesinde teşhis edilen türlerin oransal bolluk değerleri istasyonlar için Lobo ve Leighton 1986'a göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.15). 77 diyatome türünün teşhis edildiği Aralık döneminde toplamda 26 diyatome türü diğer türlere göre daha yüksek bollukta gözlemlenmiştir. Bu türler arasında ise 4 tür dominant olarak ön plana çıkmıştır. *Achnantheidium minutissimum* 4. istasyonda % 56.1, 5. istasyonda % 75.6, 6. istasyonda ise % 70.2 ile dominant tür olarak tespit edilmiştir. *Cymbella excisa* 9. istasyonda % 70.4 ile dominant olurken, *Diatoma moniliformis* 7. istasyonda % 55.8 ile dominant tür olarak gözlemlenmiştir. *Fragilaria brevistriata* 8. istasyonda % 75.6 ile *Gomphonema olivaceum* ise 1. istasyonda % 58.3 ile dominant tür olarak tespit edilmiştir. 2. 3. ve 10. istasyonlarda dominant türe rastlanmazken 51 tür ise istasyonlarda diğer türlere göre daha düşük bolluklarda yer almıştır.

Çizelge 4.15 Yukarı Sakarya Havzası'nda Aralık ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%)

Türler	İstasyonlar										
	Kod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achnanthis minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	-	-	15.69*	56.08**	75.56	70.22	-	1.74	-	8.13
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	APEL	-	9.09	-	-	-	-	0.74	0.50	-	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AOVA	-	-	-	0.99	-	0.74	-	-	-	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	APED	0.24	-	8.33	3.23	-	-	0.25	3.73	-	4.88
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	BPAX	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-
<i>Caloneis macedonica</i> Hustedt	CMAC	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve	CDIS	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	CPLA	-	-	6.86	0.25	0.25	-	0.25	-	0.94	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	CPLI	-	-	4.41	0.25	2.24	-	0.25	-	0.71	0.41
<i>Craticula subminuscule</i> (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector	CSNU	-	1.20	0.74	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round	CDUB	1.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	CATO	-	-	-	-	-	-	0.25	-	0.24	-
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG	-	-	-	-	-	-	-	-	4.47	1.22
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	-	-	-	-	0.25	-	0.25	-	-	-
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	CELL	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	CCYM	-	-	-	-	-	-	-	-	1.18	-
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	CAEX	0.73	1.20	-	2.23	3.74	0.99	7.41	3.98	70.35	3.25
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	CHUS	-	-	0.74	1.24	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	CLBE	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-	-
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-	-
<i>Cymboplectra amphicephala</i> (Nägeli) Krammer	CBAM	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	DKUE	-	-	-	0.50	1.75	6.70	0.49	1.24	-	-
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	DMON	-	-	-	3.23	-	-	55.80	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	DVUL	-	-	-	0.25	-	-	1.73	-	-	-
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	ENMI	1.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	ESLE	-	3.35	1.96	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENVE	7.32	1.67	4.41	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	ECES	-	-	-	-	-	-	0.25	0.50	0.24	-
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	ECPM	-	-	4.90	-	-	1.49	-	1.99	0.24	2.03
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	EBIL	-	32.54	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	EMIN	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.15 Yukarı Sakarya Havzası'nda Aralık ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	Kod	İstasyonlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	FBRE	-	1.20	-	0.25	-	1.24	7.41	75.62	-	0.20
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FCON	-	-	-	-	-	-	0.25	1.24	-	-
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	-	1.91	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	FVAU	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	-
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	GITA	-	1.67	0.25	-	-	-	-	-	-	0.41
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	GMIC	-	7.89*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	GOLI	58.29**	-	0.25	18.11	-	-	1.23	-	-	-
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR	-	-	0.98	-	6.73	2.48	-	-	1.18	-
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	GSCL	-	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	HVEN	-	-	-	0.25	0.25	-	-	-	1.65	0.81
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	HAMP	-	1.20	-	0.25	-	-	-	-	-	-
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	KCLE	-	-	0.25	-	-	-	0.49	0.75	-	-
<i>Lindavia balatonis</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LBAL	2.20	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindavia ocellata</i> (Pantocsek) T.Nakov et al.	LOCE	6.34	1.20	0.74	-	-	-	-	-	0.24	0.20
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MVAR	0.73	-	0.25	-	-	-	-	-	0.94	-
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	MCIR	-	21.53	-	0.25	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT	-	-	2.70	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain	NCPR	-	-	1.72	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	NCAR	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	-	1.20	-	-	-	-	0.74	1.00	1.88	0.41
<i>Navicula kotschy</i> Grunow	NKOT	-	-	-	-	-	8.68	-	-	-	-
<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing	NOBL	-	-	-	0.25	-	-	-	0.25	-	-
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH	6.83	-	3.19	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT	0.49	-	21.57	2.23	0.50	-	5.68	-	-	-
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP	-	-	-	-	-	-	0.25	-	0.47	38.21
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval.	NCPL	1.22	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NDIS	5.85	1.20	4.17	8.44	6.23	-	5.43	-	0.94	-
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	NFON	3.41	-	-	-	0.25	-	-	-	-	34.76
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	NIFR	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	NHEU	-	-	0.49	-	-	-	0.74	-	-	-

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

Çizelge 4.15 Yukarı Sakarya Havzası'nda Aralık ayında bulunan diyatome türlerinin istasyonlara bağlı oransal bolluk değerleri (%) (devam)

Türler	İstasyonlar										
	Kod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	NLIN	-	1.91	5.88*	-	-	0.25	1.98	-	-	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NREC	-	-	-	-	0.25	-	2.72	-	-	-
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA	-	-	0.25	-	-	4.47	-	-	-	-
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN	-	-	1.23	0.50	0.25	-	-	-	0.24	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	RABB	0.49	-	0.98	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	RGIB	-	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	SPUP	-	1.20	2.45	-	-	0.50	-	-	-	-
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & J.D.Möller	SSVE	-	-	-	-	-	-	-	1.74	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	SHAN	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-	-
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG	-	1.44	0.98	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella brebissoni</i> Krammer & Lange-Bertalot	SBRE	-	-	2.45	0.99	0.25	1.24	0.49	-	-	-
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	TAPI	-	-	0.74	-	0.25	-	1.48	-	-	-
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	THUN	-	-	-	-	-	0.99	-	-	-	-
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	-	-	-	-	-	-	1.23	2.24	-	-
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC	0.49	-	-	-	-	-	0.49	0.25	5.65	1.42
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN	2.20	-	-	-	-	-	-	-	8.24	3.66

* Gri dolgu ile taralı değerler diğer türlere göre yüksek bollukta olan türleri göstermektedir. ** Gri ve koyu belirtilen değerler dominant türleri göstermektedir.

4.2.2 Diyatomelere ait indeks sonuçları

Yukarı Sakarya Havzası'nda 2015 yılı içerisinde Nisan, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarında yapılan örneklemler neticesinde diyatomelere ilişkin indeks sonuçları OMNIDIA programı ile hesaplanmış ve çizelge 4.16-4.19'da belirtilmiştir.

Ayrıca DARLEQ2 programı ile SÇD gereklilikleri doğrultusunda ekolojik kalite oranları (EKO) hesaplanarak ekolojik durum tahmin edilmiştir. EKO'ların hesaplanması için sahada ölçülen alkalinite sonuçlarından faydalanılarak o istasyonda ölçülebilecek en iyi indeks sonucu tahmin edilmiş ve bu değerler ölçülen sonuçlar ile kıyaslanmıştır. İstasyonlar için son değerlendirmeler yıl içerisinde elde edilen en kötü ekolojik durum baz alınarak çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Yukarı Sakarya Havzası'nda hesaplanan Nisan ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri

İndeks	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	TID	SID	TDIL	CEE	WAT	TDI	PT	IDP	SHE
Skala	20	20	20	5	4	5	20	4	4	8	4	4	5	20	100	100	%	4	7
1	19.1	18.0	16.5	4.20	1.13	4.32	18.4	0.71	3.90	2.63	1.78	1.87	3.86	17.3	85.99	40.12	1.2	1.15	5.78
2	15.4	12.8	15.6	4.25	0.97	4.01	10.7	1.19	2.46	3.23	2.66	1.86	2.88	15.3	64.25	60.55	54.7	0.78	5.51
3	7.4	7.6	8.4	3.02	2.70	2.17	5.1	2.82	1.15	5.93	3.51	2.96	1.45	8.1	21.56	96.31	67.8	2.64	2.64
4	19.8	15.3	13.4	4.84	1.46	4.21	15.0	1.64	3.36	2.88	2.26	2.16	3.76	13.0	64.67	42.01	2.6	1.62	5.09
5	18.5	17.1	16.6	3.98	1.12	4.46	19.7	0.79	3.98	2.87	1.44	1.44	3.99	17.3	78.32	27.24	0.8	1.07	6.09
6	15.7	12.8	14.6	3.89	1.36	3.79	18.8	1.36	3.97	5.52	2.54	2.12	3.76	14.5	88.27	36.25	19.8	1.17	5.01
7	14.2	13.3	12.5	3.98	1.56	3.44	13.7	1.44	3.60	3.64	2.80	1.89	2.70	12.0	54.34	82.92	3.7	2.11	5.04
8	15.1	12.9	12.0	4.88	1.41	3.86	15.1	1.50	1.75	3.11	2.79	1.45	3.00	14.7	66.67	74.48	7.5	1.74	5.04
9	18.8	14.4	16.2	4.32	1.30	3.81	5.6	1.22	1.59	2.42	2.37	1.77	1.79	18.0	62.35	71.21	6.1	1.83	6.14
10	16.2	13.8	12.1	4.10	1.78	3.52	10.4	1.67	2.45	3.63	2.87	2.11	3.99	12.1	71.46	61.62	16.1	1.69	5.01

Çizelge 4.17 Yukarı Sakarya Havzası'nda hesaplanan Temmuz ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri

İndeks	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	TID	SID	TDIL	CEE	WAT	TDI	PT	IDP	SHE
Skala	20	20	20	5	4	5	20	4	4	8	4	4	5	20	100	100	%	4	7
1	13.2	11.4	10.5	4.01	2.39	2.64	8.5	2.19	1.42	5.72	3.12	2.33	2.23	9.6	65.22	89.59	34.5	1.86	4.18
2	13.3	13.2	12.3	3.82	1.92	3.13	10.9	1.74	1.89	5.42	3.18	2.33	2.29	12.6	58.73	59.48	22.9	1.67	4.52
3	5.7	6.8	7.1	4.06	2.90	2.12	6.4	3.32	1.03	6.80	3.48	3.23	1.23	7.5	9.45	96.82	88.6	2.01	2.25
4	19.0	14.2	12.5	4.74	1.82	3.60	12.7	1.72	2.27	4.64	2.83	2.18	2.82	14	64.39	73.72	9.4	1.78	4.92
5	19.8	18.1	17.1	3.97	1.11	4.44	19.7	0.61	3.98	2.64	1.36	1.45	3.96	17.6	89.18	31.71	0.7	1.11	5.96
6	19.1	17.0	16.5	3.92	1.14	4.39	19.4	0.66	3.99	2.51	1.51	1.43	3.91	15.9	86.12	36.14	1.2	1.14	5.93
7	12.1	12.0	11.3	3.08	1.86	2.80	13.4	2.23	3.87	5.09	3.08	2.29	2.68	10.2	48.28	92.59	7.4	2.07	4.73
8	15.2	12.1	13.3	4.82	1.46	3.94	14.7	1.63	3.17	2.86	2.94	1.36	2.83	14.3	56.47	74.93	1.5	1.81	5.13
9	12.2	11.1	13.8	2.34	1.88	2.97	9.6	1.81	3.40	5.15	3.38	2.10	3.24	9.3	53.49	47.49	10.0	2.02	4.72
10	16.5	14.1	12.5	4.51	1.52	3.52	11.4	1.45	1.56	4.34	2.88	2.08	2.94	13.6	68.50	71.36	20.3	1.78	5.68

Çizelge 4.18 Yukarı Sakarya Havzası'nda hesaplanan Eylül ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri

İndeks	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	TID	SID	TDIL	CEE	WAT	TDI	PT	IDP	SHE
Skala	20	20	20	5	4	5	20	4	4	8	4	4	5	20	100	100	%	4	7
1	5.9	5.7	8.2	1.74	2.79	2.14	5.1	2.98	1.96	6.82	3.52	3.25	1.86	5.6	23.10	85.25	64.9	2.84	2.26
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	10.7	10.2	9.7	3.30	1.86	2.94	8.7	2.18	2.37	6.82	3.44	2.34	2.12	8.8	55.21	78.26	64.0	2.36	3.28
4	18.8	16.7	17.4	4.20	1.08	4.34	18.5	0.68	3.95	3.77	1.8	1.82	3.70	17.8	77.40	37.14	2.1	1.41	6.20
5	18.5	14.3	14.1	3.91	1.53	3.38	13.1	0.98	2.68	2.04	1.96	1.2	2.47	12.0	56.29	71.68	3.7	1.70	5.79
6	19.4	16.3	16.5	3.76	1.29	4.35	18.4	0.74	3.99	2.08	1.37	1.23	3.95	15.6	73.72	43.89	0.6	1.34	6.12
7	16.3	13.1	12.9	3.94	1.75	3.31	11.5	1.91	2.48	5.75	2.88	1.99	2.33	11.8	62.00	67.90	9.9	1.89	4.89
8	17.9	15.0	16.6	4.93	1.81	3.71	14.8	1.18	2.50	4.63	2.69	1.85	2.99	14.6	57.68	70.66	0.2	1.75	6.45
9	10.2	7.8	10.4	2.71	2.34	2.58	5.6	2.55	2.32	6.89	3.35	2.45	2.58	9.3	52.58	75.37	18.2	2.22	3.45
10	14.4	11.4	12.6	2.59	1.92	2.91	6.6	2.03	3.29	5.81	3.57	2.44	3.09	10.7	44.04	73.81	8.7	2.12	5.67

Çizelge 4.19 Yukarı Sakarya Havzası'nda hesaplanan Aralık ayı diyatome indeks sonuçlarının istasyonlara göre değişimleri

İndeks	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	TID	SID	TDIL	CEE	WAT	TDI	PT	IDP	SHE
Skala	20	20	20	5	4	5	20	4	4	8	4	4	5	20	100	100	%	4	7
1	16.4	15.6	13.5	4.06	1.81	3.32	14.3	1.12	1.15	1.43	2.82	2.10	3.90	12.9	58.90	93.95	4.6	1.33	5.16
2	18.9	17.0	16.9	4.81	0.92	4.10	11.3	0.84	1.65	3.25	2.71	1.71	3.11	17.6	62.80	37.35	11.0	0.95	5.25
3	16.7	15.3	13.0	4.55	1.34	3.99	14.6	1.33	3.52	4.32	2.92	2.04	2.52	15.5	72.55	67.57	8.8	1.79	5.14
4	18.6	17.7	15.9	4.23	1.26	4.21	18.1	0.77	3.72	2.03	2.02	1.95	3.82	16.8	84.62	51.25	0.2	1.16	5.65
5	18.3	17.5	16.6	4.00	1.12	4.28	17.7	0.64	3.90	4.03	1.81	1.74	3.69	17.0	92.27	37.72	8.5	1.26	5.58
6	18.5	16.4	16.4	3.84	1.11	4.32	18.7	0.69	3.96	3.19	1.83	1.55	3.72	15.4	84.86	36.33	3.7	1.19	5.80
7	19.6	14.7	13.8	4.75	1.51	4.24	13.2	1.79	2.37	2.45	2.31	2.06	4.00	12.0	53.95	41.96	4.0	1.84	5.17
8	15.5	12.2	13.8	4.55	1.25	3.98	16.3	1.46	3.74	2.71	2.74	1.32	3.08	15.3	54.10	72.81	0.7	1.59	5.17
9	17.5	14.5	17.4	2.69	1.77	3.26	10.0	1.29	3.27	5.05	3.18	1.99	2.65	10.9	48.59	60.42	2.8	1.74	6.54
10	12.9	9.6	4.3	2.90	1.32	3.43	8.4	1.84	3.31	5.86	3.63	2.23	3.33	10.3	73.37	83.50	35.6	1.84	5.13

Çizelge 4.20 Yukarı Sakarya Havzası'nda yer alan istasyonlarda TDI diyatome indeksine göre hesaplanan ortalama ekolojik durum tahmini

İstasyon	Dönem	EKO	Ekolojik Durum	Ortalama Durum
1	Nisan	1.00	Çok iyi	Orta
	Temmuz	0.49	Orta	
	Eylül	0.56	Orta	
	Aralık	0.80	İyi	
2	Nisan	0.59	Orta	Orta
	Temmuz	0.41	Orta	
	Eylül	Kuru	Kuru	
	Aralık	0.71	İyi	
3	Nisan	0.62	İyi	Orta
	Temmuz	0.51	Orta	
	Eylül	0.68	İyi	
	Aralık	0.67	İyi	
4	Nisan	1.00	Çok iyi	Çok iyi
	Temmuz	0.80	Çok iyi	
	Eylül	1.00	Çok iyi	
	Aralık	1.00	Çok iyi	
5	Nisan	1.00	Çok iyi	Çok iyi
	Temmuz	1.00	Çok iyi	
	Eylül	1.00	Çok iyi	
	Aralık	1.00	Çok iyi	
6	Nisan	1.00	Çok iyi	Çok iyi
	Temmuz	1.00	Çok iyi	
	Eylül	1.00	Çok iyi	
	Aralık	1.00	Çok iyi	
7	Nisan	0.65	İyi	İyi
	Temmuz	0.62	İyi	
	Eylül	0.82	Çok iyi	
	Aralık	1.00	Çok iyi	
8	Nisan	0.30	Kötü	Kötü
	Temmuz	0.47	Orta	
	Eylül	1.00	Çok iyi	
	Aralık	0.54	Orta	
9	Nisan	1.00	Çok iyi	Orta
	Temmuz	0.76	İyi	
	Eylül	0.50	Orta	
	Aralık	1.00	Çok iyi	
10	Nisan	1.00	Çok iyi	Orta
	Temmuz	0.79	İyi	
	Eylül	1.00	Çok iyi	
	Aralık	0.53	Orta	

Çizelge 4.21 Diyatome indekslerinde teşhis edilen türlerin ortalama kullanma yüzdeleri

Program Adı	Su Kütlesi	İndeks Adı	%
OMNIDIA	Nehirler ve göletler	IDG	100
		IPS	99.3
		IBD	98.2
		EPI-D	96.3
		TDI	86.0
		SLA	77.6
		SHE	76.9
		TID	74.8
		CEE	74.2
		DI-CH	70.2
		IDSE	68.4
		SID	64.2
		IDP	60.0
		DESCY	46.6
		IDAP	44.4
		LOBO	40.7
		TDIL	37.4
		WAT	36.4
DARLEQ2	Nehirler	TDI	87.8
	Göletler	LTDI	85.5

4.3 İstatistiksel Bulgular

4.3.1 Fizikokimyasal parametreler ve diyatome türleri arasındaki ilişkiler

Diyatome türleri ve fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiyi araştırmadan önce verilerin hangi ordinasyon modeline sahip olduğunu öğrenmek amacıyla DCA analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.22). En uzun eğim uzunluğunun 4'ün üzerinde olması dolayısıyla unimodal yöntemler arasında yer alan CCA analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1).

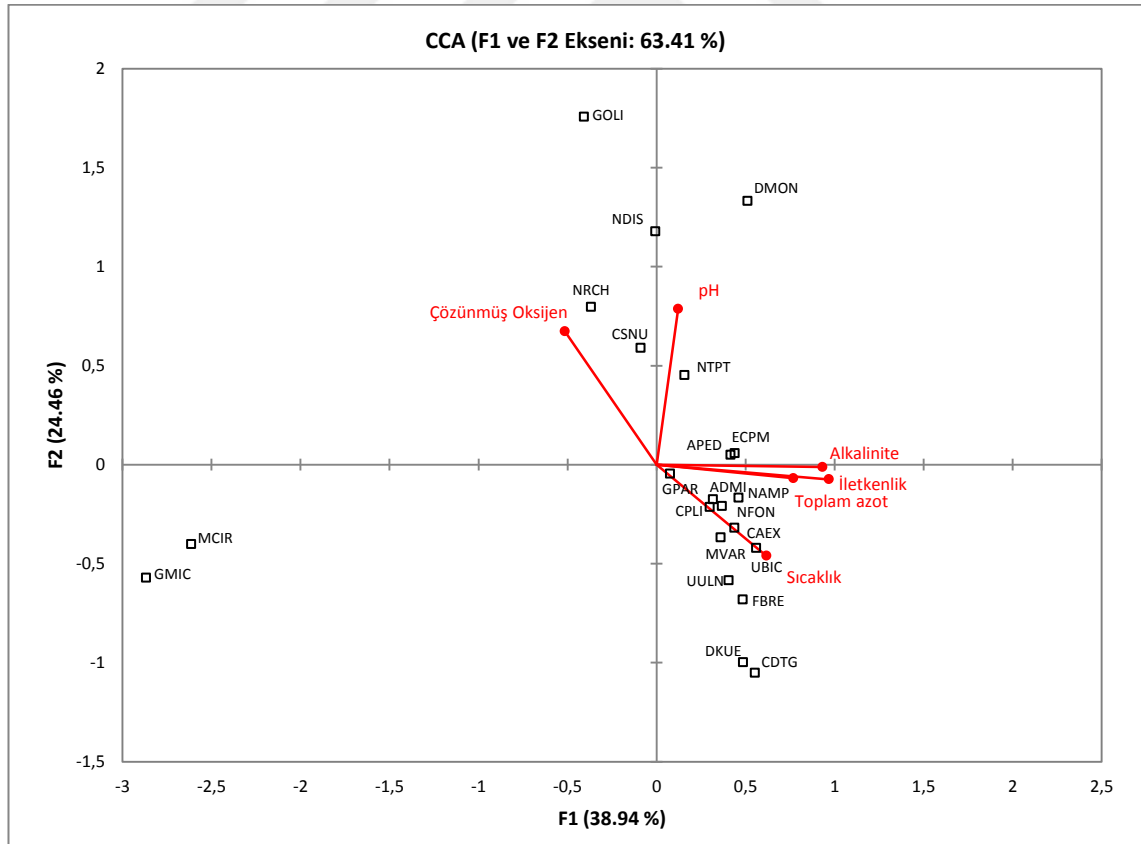
Bu analize tür kompozisyonu % 1'in üzerinde olan toplam 22 tür dâhil edilmiştir (Çizelge 4.23). CCA analizi sonuçları ise çizelge 4.24'te yer almaktadır.

Çizelge 4.22 DCA analizi sonucunda hesaplanan eksenlere ait eğim uzunlukları

Eksenler	1	2	3	4
Eğim Uzunluğu	5.690	3.879	2.836	2.875

Çizelge 4.24'e göre ilk iki CCA ekseninin özdeğerleri sırasıyla 0.792 ve 0.515'dir. Bu iki eksen, tür verilerine ait varyansın % 18.8'ini açıklamaktadır (1. eksen % 11.4, 2. eksen % 7.4). Türler-çevre korelasyonları 1. eksen için 0.954 iken 2. eksen için 0.920 olmuştur. Türler-çevre varyansları ise sırasıyla 1. eksen için % 38.9 iken 2. eksen için % 24.5'dir.

Sıcaklık, çözünmüş oksijen, toplam azot, alkalinite, iletkenlik parametreleri ($P = 0.002$) ve pH ($P = 0.004$) istasyonlara göre diyatome türlerinin değişiminin açıklanmasında ($P < 0.01$) etkili olmuştur.



Şekil 4.1 Diyatome türleri ve fizikokimyasal parametrelere ait CCA analizi grafiği

Çizelge 4.23 CCA analizinde kullanılan diyatome türleri ve kısaltmaları

Tür	Kısaltma
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	APED
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	CPLI
<i>Craticula subminuscula</i> (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector	CSNU
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	CAEX
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	DKUE
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	DMON
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	ECPM
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	FBRE
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	GMIC
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	GOLI
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MVAR
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	MCIR
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NDIS
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	NFON
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN

Çizelge 4.24 Yukarı Sakarya Havzası'na ait CCA analiz özeti

	Eksenler			
	1	2	3	4
Özdeğer	0.792	0.515	0.384	0.199
Türler-çevre korelasyonları	0.954	0.920	0.888	0.711
Tür verilerinin kümülatif yüzde varyansı	11.4	18.8	24.3	27.1
Türler-çevre ilişkisinin kümülatif yüzde varyansı	38.9	63.4	81.2	90.8

Şekil 4.1'e göre sıcaklık ve çözünmüş oksijen parametreleri arasında negatif bir ilişki gözlemlenirken, alkalinite ve iletkenlik parametrelerinde ise pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. *Gomphonema micropus* ve *Meridion circulare* türleri diğer tüm türlerden ve aynı zamanda fizikokimyasal parametrelerden tamamen ayrı bir kuadratta toplanmışlardır. *Gomphonema olivaceum*, *Diatoma moniliformis*, *Nitzschia dissipata*, *Cyclotella distinguenda* ve *Denticula kuetzingii* türleri ise *Gomphonema micropus* ve

Meridion circulare türleri kadar olmasa da çevresel değişkenlerden uzakta konumlanmışlardır.

Sırasıyla iletkenlik, alkalinite, toplam azot ve sıcaklık değişkenleri şekil 4.1'e göre Yukarı Sakarya Havzası'nda türlerin dağılımında önemli rol oynayan parametrelerdir. Türlerin kümelenmeleri incelendiğinde ise türlerin büyük bir yüzdesi sıcaklık değişkeni etrafında kümelenme gerçekleştirmiştir. Sıcaklığın çözünmüş oksijen ile ters orantılı bir ilişkisi olduğu düşünüldüğünde Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatome türlerinin dağılımında sıcaklık önemli bir parametre olarak ön plana çıkmıştır. Nutrientler açısından ise toplam azot parametresi de sıcaklık parametresi ile vektörel olarak yakınlık göstererek türlerin dağılımında etkili olmuştur.

CCA analizi sonucuna göre sıcaklık parametresinin diyatome türlerinin dağılımında önemli bir rol oynaması sebebiyle diyatome indeksleri ile kurulacak korelasyonlarda sıcaklık parametresi ön planda incelenmiştir.

4.3.2 Fizikokimyasal parametreler ve diyatome indeksleri arasındaki ilişkiler

Yukarı Sakarya Havzası'nda 2015 yılı içerisinde Nisan, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarında alınan su örneklerine ait fizikokimyasal sonuçlar ile diyatome indeks sonuçlarının arasındaki korelasyon Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir (Çizelge 4.25).

Sıcaklık açısından bakıldığında 4 indeks negatif yönde anlamlı bir korelasyon göstermiş olup bunların en yükseği ($r = -0.4264$ ve $P < 0.01$) IDP indeksi, en düşüğü ($r = -0.3295$ ve $P < 0.05$) EPI-D indeksi olmuştur.

Çözünmüş oksijen açısından bakıldığında da sıcaklıkta olduğuna benzer şekilde 4 indeks negatif yönde anlamlı bir korelasyon göstermiş olup bunların en yükseği ($r = -$

0.4457 ve $P < 0.01$) SID indeksi, en düşüğü ise ($r = -0.3192$ ve $P < 0.05$) IDAP indeksi olmuştur.

pH, indeksler ile en az sayıda anlamlı korelasyon gösteren parametrelerden birisi olup sadece SID indeksi ile negatif yönde ($r = -0.3677$ ve $P < 0.05$) anlamlı bir korelasyon sağlamıştır.

İletkenlik, hem negatif hem pozitif yönlü olmakla birlikte 3 indeks ile anlamlı korelasyon sağlamıştır. Pozitif yönlü en yüksek korelasyonu ($r = 0.3671$ ve $P < 0.05$) LOBO indeksi ile sağlarken, negatif yönlü korelasyonunu ise ($r = -0.3837$ ve $P < 0.05$) % PT indeksi ile sağlamıştır. İletkenlik, EKO ile pozitif yönde ($r = 0.3406$ ve $P < 0.05$) anlamlı bir korelasyon sağlamıştır.

Alkalinite, negatif yönde ($r = -0.3224$ ve $P < 0.05$) sadece IDP indeksi ile anlamlı bir korelasyon sağlamıştır.

Toplam azot, indekslerden 4 tanesi ile pozitif yönde anlamlı korelasyon göstermiş olup bunların en yükseğı ($r = 0.4513$ ve $P < 0.01$) TID indeksi olurken, en düşüğü ise ($r = 0.3811$ ve $P < 0.05$) LOBO indeksi olmuştur.

4.3.3 En uygun diyatome indeksinin seçilmesi

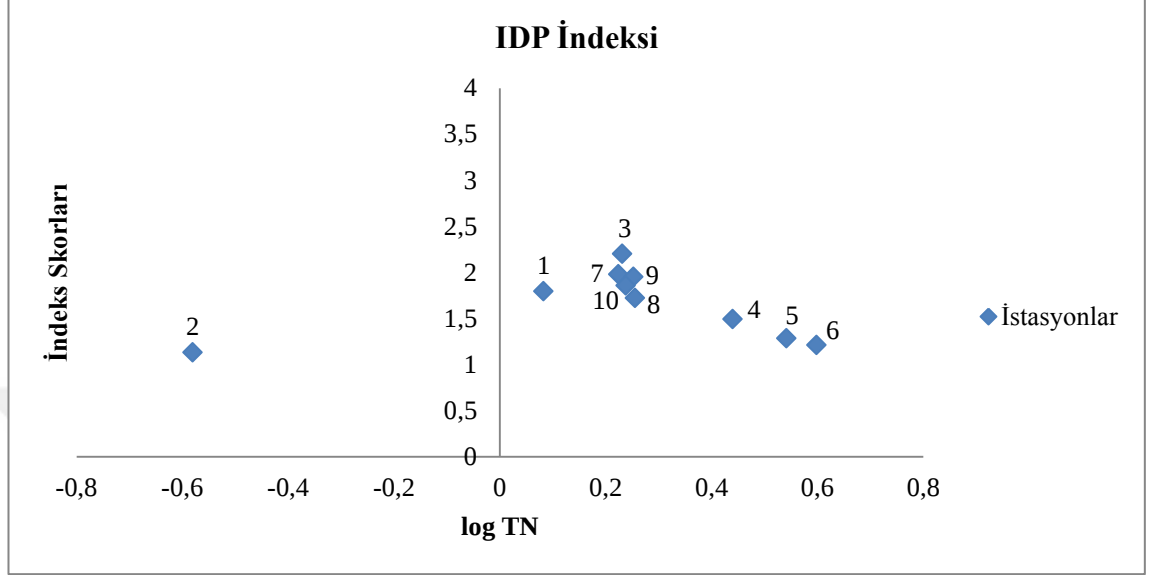
Yukarı Sakarya Havzası'nda gerçekleştirilen CCA analizine göre sıcaklık parametresi diyatome türlerinin dağılımında önemli bir parametre olmuştur (Şekil 4.1). Sıcaklık parametresi ve diyatome indeksleri arasındaki en yüksek korelasyonu ise IDP indeksi ile sağlamıştır. IDP İndeksi (Gomez ve Licursi 2001) incelendiğinde, indeksin geliştirilmesi aşamasında BOI_5 , NH_4^+-N ve $PO_4^{3-}-P$ parametrelerinden faydalandığı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında BOI_5 parametresinin izlenmemesi ve ortofosfat parametresinin ölçüm limitlerinden dolayı istatistiksel analizlere katılmadığı için geriye kalan NH_4^+-N parametresi ile benzerlik gösterebilecek şekilde çalışma kapsamında yer alan toplam azot parametresi ile olan ilişkileri araştırılmıştır.

Çizelge 4.25 Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatome indeks skorları ve ekolojik kalite oranları ile çevresel değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

	Sıcaklık	Çözünmüş O ₂	pH	İletkenlik	Alkalinite	Toplam Azot
IBD	-0.2319	-0.1942	-0.0253	0.1525	0.0380	0.1824
IPS	-0.3759*	-0.1402	0.0327	0.0522	-0.0699	0.1537
IDG	-0.2359	-0.2117	-0.1855	0.0115	-0.0778	0.1581
DESCY	-0.2324	0.1304	0.0363	-0.0646	-0.0912	-0.0181
SLA	-0.3058	-0.1922	-0.2026	0.0194	-0.1307	0.0256
IDSE	-0.2704	-0.1818	-0.1078	0.0974	-0.0320	0.1812
IDAP	-0.1688	-0.3192*	-0.0505	0.1989	0.1029	0.4001*
EPI-D	-0.3266*	-0.2527	-0.1503	0.0591	-0.0811	0.1614
LOBO	0.0603	-0.3869*	-0.1503	0.3671*	0.2625	0.3811*
DI-CH	-0.3680*	-0.0799	-0.0692	0.0647	-0.0363	0.0966
TID	-0.1553	-0.3785*	-0.0525	0.1685	0.0917	0.4513**
SID	-0.0618	-0.4457**	-0.3677*	0.2452	0.0950	0.2171
TDIL	-0.2510	-0.1764	-0.0224	0.2013	0.0946	0.2741
CEE	-0.3051	-0.1447	-0.1365	-0.0180	-0.1265	0.1088
WAT	-0.2061	-0.2569	-0.1052	0.1341	0.0211	0.2587
TDI	-0.1591	-0.2998	-0.0750	0.0050	-0.1057	0.3071
% PT	0.0783	0.2654	0.1024	-0.3837*	-0.2226	-0.2390
IDP	-0.4264**	-0.1075	0.0793	-0.2300	-0.3224*	0.0087
SHE	-0.1191	-0.2922	-0.2020	0.2243	0.0750	0.1483
EKO	-0.0611	-0.2930	0.0393	0.3406*	0.2929	0.4328**

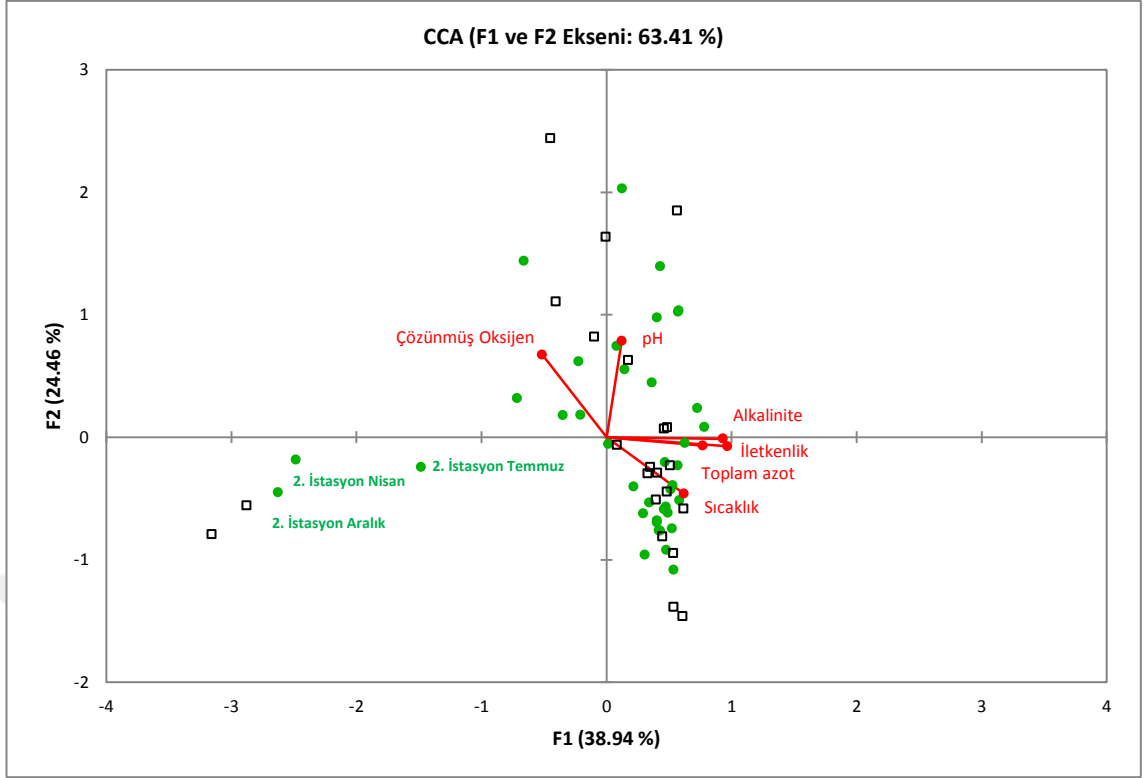
Koyu yazılmış değerler anlamlı korelasyonları gösterir
($P < 0.05^*$, $P < 0.01^{**}$, $n = 39$)

10 istasyona ait IDP İndeks sonuçları ile log toplam azot sonuçları karşılaştırılarak bu indeksin metrik olup olmadığı araştırılmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 İstasyonlara göre IDP indeksi ve logTN arasındaki ilişki

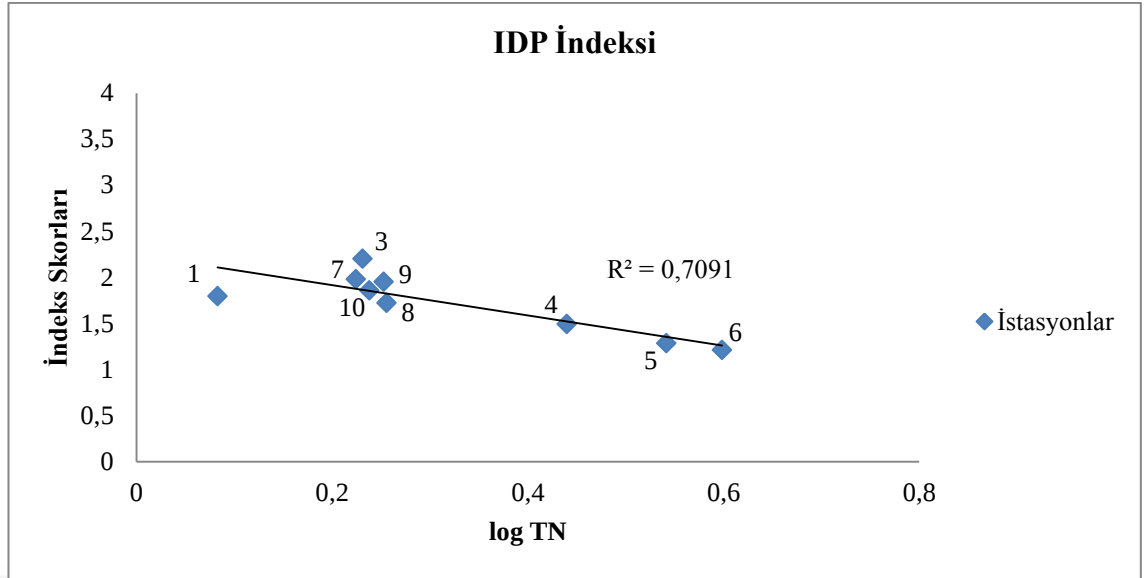
Şekil 4.2 incelendiğinde 2. istasyonun diğer istasyonlardan farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu noktanın durumu CCA analizi üzerine örnekleme istasyonlarının da ilave edilerek tekrar incelenmesini gerektirmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Örnekleme istasyonları, çevresel değişkenler ve diyatome türlerinin dağılımına ilişkin CCA analizi grafiği
(● istasyonlar, □ şekil 4.1’de verilen diyatome türleri)

Şekil 4.3’ten anlaşılacağı üzere, Eylül ayında kuru olması dolayısıyla örnekleme gerçekleştirilemeyen 2. istasyona ait üç dönem örnekleme de diğer istasyonlara göre ayrı kuadratta bulunarak farklılıklar gösterdiği ve bu istasyonun ayrıca değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu yüzden bu istasyonun diğer istasyonlardan ayrı tutularak oluşturulan IDP indeksi-logTN grafiği şekil 4.4’te yer almaktadır.

IDP İndeksi’nin ötrofikasyona dayalı bir indeks olması ve çalışma kapsamında nutrient açısından toplam azotun logaritmik değişimine göre incelenmesi sonucunda çalışma kapsamında en yüksek R^2 değerine ulaşılmıştır. Bu açıdan diyatome sonuçlarının değerlendirilmesinde IDP İndeksi dikkate alınmıştır.



Şekil 4.4 İstasyonlara göre (2. istasyon haricinde) IDP indeksi ve logTN arasındaki ilişki

4.4 Hidromorfolojik Durumun Değerlendirilmesi

Yukarı Sakarya Havzası'nda hidromorfolojik durumun ortaya konulması amacıyla doldurulan arazi formlarından elde edilen sonuçlar çizelge 4.26'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.26 Çalışma yapılan istasyonlardaki hidromorfolojik durum

İstasyonlar	MSHA Skoru	IHF Skoru	ECELS Skoru	Durum
1	62	65	-	İyi
2	82	82	-	Çok İyi
3	71	68	-	İyi
4	61	66	-	İyi
5	54	58	-	Orta
6	49	56	-	Orta
7	61	67	-	İyi
8	-	-	71	İyi
9	-	-	70	İyi
10	45	52	-	Orta

4.5 Nihai Ekolojik Durumun Değerlendirilmesi

Yukarı Sakarya Havzası'nda fizikokimyasal bulgular, IDP indeksi ile belirlenen biyolojik bulgular ve hidromorfolojik bulgulara dayalı nihai ekolojik durum çizelge 4.27'de belirtilmektedir. Nihai ekolojik durum değerlendirilirken SÇD'ye göre “one out all out” (biri kötüyse hepsi kötü) prensibi uygulanmıştır.



Çizelge 4.27 Yukarı Sakarya Havzası'nda çalışma yapılan istasyonlarda ekolojik durum

İstasyon	Fizikokimyasal Durumu Düşüren Parametreler	Fizikokimyasal Durum	Biyolojik İndeks Sonuçları	Biyolojik Durum	Hidromorfolojik Durum	Ekolojik Durum
1	-	I	1.80	II	II	II
2	-	I	1.13	I	I	I
3	İletkenlik	II	2.20	III	II	III
4	İletkenlik	II	1.49	I	II	II
5	Çözülmüş oksijen	III	1.29*	I*	III	III
6	Çözülmüş oksijen	III	1.21*	I*	III	III
7	İletkenlik, çözülmüş oksijen	II	1.98	II	II	II
8	İletkenlik, çözülmüş oksijen	II	1.73	II	II	II
9	İletkenlik, çözülmüş oksijen	II	1.95	II	II	II
10	İletkenlik, çözülmüş oksijen	II	1.86	II	III	II

* 5. ve 6. istasyonlarda yoğun olarak bulunan *Achnanthidium minutissimum* türünün değerlendirme dışında bırakılması sonucunda IDP İndeksi'ne göre 5. istasyon II. sınıf (1.79), 6. istasyon ise III. Sınıf (2.04) olmaktadır. Konu ile ilgili detaylar Tartışma ve Sonuç kısmında değerlendirilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yukarı Sakarya Havzası'nda 10 istasyonda Nisan, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarında gerçekleştirilen bu çalışmada, bazı fizikokimyasal parametreler (sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik, toplam azot, ortofosfat, alkalinite ve toplam fosfor) ve Su Çerçeve Direktifi kapsamında nehir ve göllerde biyolojik bir kalite unsuru olan fitobentoz (diyatome) kullanılarak ekolojik durum tahmin edilmiştir.

5.1 Diyatome Tür Dağılımı

Yukarı Sakarya Havzası'nda teşhis edilen diyatome tür çeşitliliği bakımından değerlendirildiğinde, Bacillariophyta divizyonu altında yer alan Bacillariophyceae sınıfına ait 87, Mediophyceae sınıfına ait 5 ve Coscinodiscophyceae sınıfına ait 4 tür olmak üzere toplamda 96 diyatome türü teşhis edilmiştir. Tür sayısının büyük bir bölümünü oluşturan Bacillariophyceae sınıfı incelendiğinde Cymbellales takımı 23 tür ile çeşitliliğin en yüksek olduğu takım olmuştur.

Teşhis edilen 96 tür arasında *Nitzschia* cinsi 9 tür ile temsil edilerek ilk sırada yer alırken, *Navicula* cinsi 8 tür, *Cymbella* cinsi 7 tür ve *Gomphonema* cinsi ise 6 tür ile tür çeşitliliği en yüksek diyatome cinsleri olmuşlardır. Yıldız ve Özkıran (1994), Sakarya Havzası'nda yer alan Çubuk Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada tür çeşitliliği bakımından sırasıyla *Nitzschia* cinsine ait 19, *Navicula* cinsine ait 16, *Cymbella* cinsine ait 12, *Gomphonema* cinsine ait 10 tür başta olmak üzere toplamda 111 diyatome türü teşhis etmiştir. Bingöl vd. (2007), yine Sakarya Havzası'nda yer alan Yukarı Porsuk Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada *Nitzschia* cinsine ait 11, *Navicula* cinsine ait 6, *Cymbella* cinsine ait 6 ve *Gomphonema* cinsine ait 4 tür başta olmak üzere toplamda 58 tür teşhis etmiş ve bu çalışma ile diyatome cinslerinin dağılımı bakımından benzerlik göstermiştir.

Türlerin baskınlığı genel olarak değerlendirildiğinde ise *Achnanthes minutissimum*, *Cymbella excisa*, *Craticula subminuscula* ve *Fragilaria brevistriata* en baskın türler

olmuşlardır. *Achnantheidium minutissimum* türünün taksonomik açıdan olduğu kadar ekolojik açıdan da problemli bir tür olduğu bildirilmektedir (Potapova 2007). Kelly ve Whitton (1995), *Achnantheidium minutissimum* türünü sıklıkla yüksek rakımlı bölgelerde ve oligo/mezotrofik nehirlerde dominant olarak görülen bir tür olarak ifade etmiştir. Steinberg ve Schiefele (1988)'ye göre, beta-mezosaprobikten daha kötü koşullardan sakınan bir tür olarak belirtilmiştir. Cox (1996)'a göre, oldukça geniş su kalitesi aralıklarında yaygın bulunabilen, atık su ve beta-alfamezosaprobik koşullara hassas olan bir tür olarak tanımlanmıştır. van Dam vd. (1994), *Achnantheidium minutissimum* türünün asidik olmayan ve pH 5'in üzerinde pek çok suda bulunabileceğini, Stevenson ve Bahls (1999) ise kimyasal baskılara toleranslı bir tür olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada *Achnantheidium minutissimum* türü farklı su kalitesine sahip bazı istasyonlarda dominant olarak bulunmuştur. Bunun türün temiz sulardan kirli sulara kadar geniş bir aralıkta bulunabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bey ve Ector (2013a) tarafından *Cymbella excisa*, besin açısından orta seviyede zenginlikte koşullar için kozmopolit bir tür olarak tanımlanırken, Rimet (2009) bu türü düşük fosfor derişimlerinde bulunan ve birçok diyatome indeksine göre iyi su kalitesi indikatörü olarak ifade etmiştir. Taylor vd. (2007), *Craticula subminuscula* türünü elektrolitçe zengin ve kirli sular için kozmopolit bir tür olarak tanımlarken, *Fragilaria brevistriata* türünü oligotrofikten ötrofiğe kadar değişkenlik gösterebilen temiz ve alkali sularda bulunan bir tür olarak değerlendirmiştir. Yukarı Sakarya Havzası'nda örnek alınan istasyonlarda baskın olarak bulunan bu türler az miktarda besin maddesi bulunan temiz sulardan ötrofik sulara kadar bulunan kozmopolit türler arasında yer almaktadır.

5.2 Fizikokimyasal Parametreler ve Diyatome Bolluk Değerleri

1. istasyon için 4 döneme ait fizikokimyasal parametreler incelendiğinde, nihai kimyasal durumun Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir. 1. istasyon için sadece Temmuz ayına ait ortofosfat değeri (0.09 mg/l) ve Eylül ayına ait çözünmüş oksijen değeri (7.67 mg/l) ile II. sınıf su kalitesine işaret etmektedir. Su kalitesindeki mevcut değişimin değerlendirilmesi maksadıyla,

bölgede bulunan DSI'nin su kalitesi gözlem istasyonuna ait 2006-2010 yılları arasındaki ortofosfat ve çözünmüş oksijen değerleri incelenmiştir (Anonim 2016b). Ortalama Temmuz ayı ortofosfat değerlerinin 0.084 mg/l ve ortalama Ekim ayı çözünmüş oksijen değerlerinin 7.82 mg/l olduğu ve bu çalışma ile benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir.

1. istasyon Çatören ve Kunduzlar Baraj çıkışlarının birleşip Seydisuyu'nu oluşturduğu bölgede bulunmaktadır. Bu barajlar bölgedeki tarım alanlarını sulama maksadıyla kullanılmaktadır. Bu yüzden yaz aylarında artan tarım faaliyetleri ile su kalitesinde yaşanan değişimler ilişkilendirilebilir. Ayrıca su sıcaklığında yaşanan artış çözünmüş oksijen derişimindeki oransal azalmayı açıklamaktadır.

Su kalitesindeki değişimlerle birlikte diyatomelerin sıralı değişimleri de (süksasyon) izlenmiştir. Nisan döneminde % 60.3 ile *Achnantheidium minutissimum* dominant tür olmuştur. Solak (2011), Sakarya Havzası'nda yer alan Yukarı Porsuk Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada *Achnantheidium minutissimum* türünü dominant türler arasında bildirmiştir. Temmuz ayında % 39.4 ile *Navicula reichardtiana* ve % 23.0 ile *Craticula subminuscula* türü diğer türlere göre daha yüksek bolluklarla ilk sırada yer almışlardır. Taylor vd. (2007), *Navicula reichardtiana* için kirlilik seviyelerine toleranslı ve ötrofik suların iyi bir indikatörü olarak tanımlama yaparken Bey ve Ector (2013b) aynı şekilde *Craticula subminuscula* türünün kirli ve yüksek seviyede nutrient içeren sularda bulunduklarını ifade etmiştir. Eylül ayında *Craticula subminuscula* tekrar % 47.2 ile diğer türlere göre yüksek bollukta gözlenmiştir. Bu yüzden Temmuz ve Eylül ayında su kalitesinde yaşanan fizikokimyasal değişimler ile diyatome tür kompozisyonundaki değişimler benzerlik göstermektedir. Atıcı ve Obalı (2010), Sakarya Havzasında bulunan Asartepe Baraj Gölü'nde (Ankara) yapmış oldukları çalışmada *Navicula reichardtiana* teşhis ettikleri türler arasında yer almış ve Baraj Gölü'nün su kalitesi durumunu mezotrofikten ötrofiğe geçiş aşamasında olarak değerlendirmişlerdir. Açıkgöz ve Baykal (2005), Sakarya Havzası'nda yer alan Karagöl'de (Çubuk-Ankara) yapmış oldukları çalışmada, *Craticula subminuscula* türünü teşhis etmişler ve gölü yaz aylarında ötrofikasyona açık olarak değerlendirmişlerdir. Aralık ayında ise % 58.3 ile *Gomphonema olivaceum* dominant tür olmuştur. *Gomphonema olivaceum* van Dam vd. (1994)'e göre pH 7'nin üzerinde ve yüksek oksijen seviyelerinde bulunabilen bir tür

olarak belirtilmektedir. Yıldız (1987), Sakarya Havzası'nda yer alan Porsuk Çayı diyatomelerini incelediği çalışmasında *Gomphonema olivaceum* türünü dominant türler arasında olduğunu bildirmiştir. Ortofosfat, çözülmüş oksijen derişimi ve su sıcaklığındaki mevsimsel değişimler diyatomelerin tür kompozisyonundaki değişimlerini açıklamaktadır.

2. istasyon için 4 döneme ait fizikokimyasal parametreler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde tüm analiz sonuçlarının I. sınıf su kalitesini temsil ettiği belirlenmiştir. Nisan ayı örneklemede diyatome kompozisyonu incelendiğinde % 51.9 ile *Gomphonema micropus* türünün dominant tür olduğu tespit edilmiştir. Wojtal (2003)'a göre *Gomphonema micropus* genel olarak küçük su kütlelerinde yaygın olarak görülen ve oldukça yüksek oksijen derişimlerinde bulunabilen bir türdür. 2. istasyon yüksek rakımda yer alan küçük bir dağ akarsuyudur ve bu istasyondan Eylül ayı içerisinde kuru olması dolayısıyla örnekleme yapılamamıştır. Bu durum *Gomphonema micropus* türünün yaşam koşulları hakkında belirtilen ifadeleri desteklemektedir. Bu yüzden bu su kütlesinin mevsimsel akışlı tipoloji sisteminde değerlendirilmesi uygun olacaktır. Çünkü mevsimsel akışa sahip nehirlerin tipleri ve buna bağlı olarak referans değerleri ve EKO'ları da farklı olacaktır. Çiçek vd. (2010)'nin Darıören Deresi ve Isparta Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada *Gomphonema micropus* sık rastlanan türler arasında yer almıştır. Temmuz ayı örneklemede ise % 16.5 ile *Planothidium lanceolatum* türüne diğer türlere göre yüksek bollukta rastlanmıştır. Rimet vd. (2004), *Planothidium lanceolatum* türünü nehirlerin kaynak noktasına yakın ve oligosaprobik ve betamezosaprobik sularda bulunabilen bir tür olarak tanımlarken, Gesierich ve Kofler (2010), yüksek rakımlı dağ akarsularında (Himalaya ve Alpler) yapmış olduğu çalışmada % 10 bollukta bu türe rastlamıştır. Solak ve Wojtal (2012), 2. istasyonun içerisinde yer aldığı Türkmen Dağı'nda yapmış oldukları çalışmada *Planothidium lanceolatum* türünü yaygınlık ve bolluk açısından önemli türler arasında göstermiştir. Eylül ayında kuru olması dolayısıyla örnekleme yapılamayan bu istasyon için Aralık ayında *Eunotia bilunaris* ve *Meridion circulare* diğer türlere göre daha yüksek bollukta teşhis edilmişlerdir. Ortiz-Lerin ve Cambra (2007), *Eunotia* cinslerine ait türlerin çevresel özelliklere göre dağılımını incelediği çalışmada *Eunotia bilunaris* türüne 11.2-132 $\mu\text{S/cm}$ düşük

elektriksel iletkenlik aralıklarında rastlamışlardır. Yine Blinn ve Herbst (2003), *Eunotia bilunaris* türünü düşük elektriksel iletkenlik koşulları ile ilişkilendirmiştir. Wojtal (2003), 2. istasyonun geneli ile benzerlik gösterecek şekilde, kirlenmemiş nehirlerde *Gomphonema micropus* türünün genellikle *Planothidium lanceolatum* ve *Meridion circulare* ile birlikte sık görüldüğünü bildirmiştir. Şahin (2002), Yedigöller’de (Erzurum) yapmış olduğu çalışmada *Meridion circulare* türünü raporlamış ve gölleri oligotrofik olarak değerlendirmiştir. 2. istasyonda düşük iletkenlik değerleri (77.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ile tür kompozisyonu belirtilen araştırmalarla benzerlik göstermektedir.

3. istasyon için 4 döneme ait fizikokimyasal parametreler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre değerlendirildiğinde su kalitesinin nihai durumunun II. sınıf olduğu görülmektedir. Bu durumun oluşmasında en önemli nedeninin elektriksel iletkenlik olduğu anlaşılmaktadır. İletkenlik değeri her örnekleme döneminde II. sınıf su kalitesini işaret etmiştir. Tür kompozisyonu incelendiğinde ise Nisan ayında % 56.6 ile, Temmuz ayında ise % 86.3 gibi yüksek bir oranla dominant tür *Craticula subminuscula* olmuştur. Kokai vd. (2015)’ne göre *Craticula subminuscula* yüksek iletkenlik değerlerine sahip sularda bulunabilen bir türdür. Eylül döneminde ise *Gomphonema parvulum* türü % 35.5 ile diğer türlere göre daha yüksek bollukta temsil edilmiştir. Alakananda (2010), yine bu türü yapmış olduğu çalışmada yüksek iletkenlik değerleri ile ilişkilendirmiştir. Aralık ayında ise *Navicula tripunctata* diğer türlere göre daha yüksek bollukta bulunmuştur. Urrea-Clos (2010), *Navicula tripunctata* türünü yüksek iletkenliğe toleranslı türler arasında sıralamıştır. Atıcı ve Ahıska (2005), Sakarya Havzası’nda yer alan Ankara Çayı ve kollarının karıştığı bölgelerde yapmış oldukları çalışmada *Navicula tripunctata* ve *Gomphonema parvulum* türlerine rastlamış olup suyun ortalama iletkenlik değerini II. sınıf olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, çalışma kapsamında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

4. istasyon için 4 döneme ait fizikokimyasal parametreler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre değerlendirildiğinde su kalitesinin nihai durumunun II. sınıf olduğu görülmektedir. Su kalitesinin II. sınıf olmasında elektriksel iletkenlik parametresi rol oynamaktadır. Ayrıca Temmuz ve Eylül aylarında çözünmüş oksijen değerlerinde düşüşler yaşanmıştır. Nisan ayına ait diyatome tür kompozisyonu

incelendiğinde % 50.7 ile *Diatoma moniliformis* dominant tür olmuştur. Krammer ve Lange-Bertalot (1991a), bu türün yüksek iletkenliğe sahip sularda bulunduğunu belirtmiştir. Sakarya Havzası'nda yapılan çalışmalar incelendiğinde Atıcı ve Obalı (2010) Asartepe Baraj Gölü'nde benzer iletkenlik değerlerinde *Diatoma moniliformis* türünü teşhis etmiştir. Temmuz ayında gerçekleştirilen örneklemede ise *Amphora pediculus* türünün bolluğu diğer türlere göre daha yüksek çıkmıştır. Krammer ve Lange-Bertalot (1986), *Amphora pediculus* türünü alfa-mezosaprobikten polisaprobiğe kadar bulunabilen kozmopolit bir tür olarak tanımlamıştır. Solak vd. (2012b)'nin Sakarya Havzası'nda yer alan Felent Çayı'nda yapmış olduğu çalışma kapsamında *Amphora pediculus* türü, bolluğu diğer türlere göre yüksek olan türler arasında raporlanmıştır. Eylül ayında % 47.5 ile yüksek bolluğa sahip *Achnanthes minutissima* türü Aralık ayında ise % 56.1 ile dominant tür olmuştur.

Bu durum *Achnanthes minutissima* türünün ekolojik özellikleri üzerindeki karışıklıkları (Potapova 2007) açıklayıcı bir örnek olmuştur. Çünkü çoğu indekse göre (Cemagref 1982, Lenoir ve Coste 1996) iyi su kalitesi göstergesi olan *Achnanthes minutissima* 4. istasyonun Eylül ve Aralık dönemleri ile 5. ve 6. istasyonların tüm örnekleme dönemlerinde dominant ya da diğer türlere göre en yüksek bolluğa sahip olan tür olmuştur. Çalışma sonucunda 4. istasyon için kimyasal durumun II. sınıf, 5. ve 6. istasyonlar için ise kimyasal durumun III. sınıf olması nedeniyle elde edilen bulgular *Achnanthes minutissima* türüne ait ekolojik karışıklıklar ile benzerlik göstermiştir.

5. ve 6. istasyonlar kimyasal açıdan değerlendirildiğinde de bu durum ile benzerlik göstermektedirler. Çünkü her iki istasyon elektriksel iletkenlik ve toplam azot açısından değerlendirildiğinde II. sınıf su kalitesine, çözünmüş oksijen açısından değerlendirildiğinde ise III. sınıf su kalitesine sahiptir. Bu yüzden nihai su kalitesi durumu Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre III. sınıftır. Ancak 5. istasyon için *Achnanthes minutissima* Nisan ayında % 57.9, Temmuz ayında % 77.5 ve Aralık ayında % 75.6 ile dominantken, 6. istasyon ise Nisan ayında % 76.3, Temmuz ayında % 73.0, Aralık ayında % 70.2 ile dominant tür olurken Eylül ayında ise % 48.9 ile bolluğu en yüksek tür olmuştur. Ortaya çıkan durumun nedeni olarak 5. ve 6. istasyonun yeraltı suyundan beslenen bir nehir olması ve örneklerin kaynağa yakın bir noktadan alınarak

yeterli oksijenlenme koşullarının sağlanamamış olduğu düşünülebilir. Ayrıca her iki istasyon civarında da tarım arazilerinin olması nedeniyle tarımdan dönen sulama sularının yer altı suyuna karışmış olması ihtimali bulunmaktadır.

7. istasyon için 4 döneme ait fizikokimyasal parametreler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde su kalitesinin nihai durumunun II. sınıf olduğu görülmektedir. Bu durumun oluşmasında en önemli etkenin elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen olduğu görülmektedir. Tür kompozisyonu açısından bir değerlendirme yapıldığında Nisan ayı için *Melosira varians* ve *Lindavia balatonis* diğer türlere nazaran daha yüksek bir bollukta bulunmuştur. Krammer ve Lange-Bertalot (1991a) *Melosira varians* türünü bentik ve planktonik olarak bulunabilen, geniş spektrumda iletkenlik ve trofi düzeylerine sahip bir tür olarak nitelendirmiştir. *Lindavia balatonis* ise dikkat çekici bir tür olmuştur. Çünkü Solak ve Kulikovskiy (2013), Sakarya Havzası'nda yer alan Türkmen Dağı'nda yapmış oldukları çalışmada 8 adet sentrik diyatome türü bildirmiş olup *Lindavia praeterrissa* ve *Stephanodiscus minutulus* dışındaki 6 tür bu çalışma kapsamında da teşhis edilmiştir. Solak ve Kulikovskiy (2013)'ye göre teşhis edilen bu türler arasında yer alan *Lindavia balatonis* Türkiye için yeni kayıt olarak bildirilmiştir. Bu çalışma kapsamında *Lindavia balatonis* türüne bolluk açısından 7. istasyonda yüksek bollukta ve ayrıca 1. istasyonda düşük bolluklarda rastlanmıştır. Budyznskave ve Wojtal (2011)'a göre *Lindavia balatonis* mezotrofikten ötrofiğe kadar olan nehir ve göllerde bulunabilen bir türdür. 7. istasyon çalışma kapsamında örnekleme yapılan en geniş ve derin nehirdir. Bu tarz nehirlerin akış hızı yavaşlamakta ve planktonik diyatomelerin bolluğu yükselmektedir.

7. istasyonda Temmuz ayı diyatome kompozisyonunda *Melosira varians* % 58.4 ile tekrar dominant tür olurken Eylül ayında *Cocconeis placentula* ve *Cocconeis placentula* var. *lineata* türleri diğer türlere göre daha yüksek bollukta gözlemlenmiştir. Van Dam vd. (1994)'ne göre iki tür de betamezosaprobik ve ötrofik sularda bulunabilen türlerdir. Aralık ayına ait diyatome tür kompozisyonu incelendiğinde ise % 55.8 ile *Diatoma moniliformis* dominant tür olmuştur. Krammer ve Lange-Bertalot (1991a) bu türün yüksek iletkenliğe sahip sularda bulunduğunu belirtmiştir. Bu sonuçlar, çalışma kapsamında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

8. ve 9. istasyonlar Sakaryabaşı'ndaki Doğu ve Batı Göletleri olmakla birlikte kimyasal açıdan değerlendirildiğinde benzer iki kaynak olarak göze çarpmaktadır. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre nihai su kalitesi açısından her iki istasyon da iletkenlik ve çözünmüş oksijen parametreleri dolayısıyla II. sınıf su kalitesine sahiptir. Tür kompozisyonu açısından değerlendirildiğinde ise 8. istasyon için *Fragilaria brevistriata* Nisan ayında % 56.5, Temmuz ayında % 73.6, Aralık ayında ise % 75.6 ile dominant tür olmuştur. Krammer ve Lange-Bertalot (1991a)'a göre *Fragilaria brevistriata*, besin düzeyi ve iletkenlik açısından geniş bir aralığa sahip olmakla birlikte daha çok oligosaprobik suları tercih etmektedir. 9. istasyon için ise türler 8. istasyona göre değişiklik göstermiştir. Nisan ve Aralık aylarında *Cymbella excisa* dominant tür olurken Temmuz ayında % 61.1 ile *Ulnaria ulna* dominant tür olmuştur. Eylül ayında ise *Craticula accomoda* % 19.4 ile diğer türlere göre yüksek bollukta bulunmuştur. Bey ve Ector (2013c), *Ulnaria ulna* türünü kirlenmiş ve besince zengin sularda bulunan bir tür olarak tanımlamış ve Lange-Bertalot (2001) ise *Craticula accomoda* türünün organik kirliliğe maruz kalmış sularda bulunduğunu belirtmiştir. Demir ve Kırkağaç (2005)'in Batı Göleti'nde yapmış oldukları çalışmada *Ulnaria* türlerinin dominant türler arasında yer alması ve ortalama toplam fosfor değerinin 0.069 mg/l olması bu çalışma ile benzer özellikler göstermiştir.

10. istasyon ise 9. istasyondan gelen sular ile beslenen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu'ndan çıkan suların Sakarya Nehri'ne karıştığı küçük bir dereye aittir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre nihai su kalitesi II. sınıftır. 9. istasyona ait su kalitesi sınıfları ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. Çünkü her iki suya ait iletkenlik değerleri ve çözünmüş oksijen değerleri II. sınıftır. Nisan ayında *Diatoma vulgaris* % 24.3 ile bolluğu diğer türlere göre yüksek olan türlerdendir. Krammer ve Lange-Bertalot (1991a)'a göre bu tür orta seviyede iletkenliğe sahip sularda bulunan bir türdür. Solak vd. (2012a)'ne göre *Diatoma vulgaris* nehirlerde yapılan çalışmalarda en yaygın bulunan türler arasında yer almaktadır. Lange-Bertalot (1978; 1980) *Diatoma vulgaris* türünün I-II sınıf su kalitesinin belirgin organizmalarından olduğunu belirtmiştir (Taş vd. 2015). Dere vd. (2002) Nilüfer Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada bu türe sıkça rastlamışlardır. *Cymbella excisa*, Temmuz ayında % 35.6 ile Eylül ayında % 29.3 ile

yüksek bollukta yer almıştır. Aralık ayında ise % 38.2 ile *Nitzschia amphibia* diğer türlere göre daha yüksek bolluklarda tespit edilmiştir. Taylor vd. (2007)'ne göre bu tür genellikle ötrofik sularda bulunmakla birlikte geniş bir iletkenlik aralığına sahiptir. Bu sebeple 9. ve 10. istasyonlar kıyaslandığında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu'ndan çıkan suyun kimyasal ve biyolojik kalite sınıfları açısından çok fazla bir değişime uğramadığı ancak diyatome kompozisyonunda dominant türler açısından farklılıkların ortaya çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Yukarı Sakarya Havzası'nda çalışılan istasyonlarda fizikokimyasal sonuçlar ve diyatome türleri arasındaki kanonik uyum analizi değerlendirildiğinde sırasıyla iletkenlik, alkalinite, toplam azot ve su sıcaklığı parametreleri teşhis edilen diyatome türlerinin dağılımı üzerinde etkili olmuştur. İletkenlik ve alkalinite parametreleri aralarında pozitif bir korelasyon sergilemiştir. Sechriest (1960), doğal su örneklerinde yapmış olduğu çalışmada iletkenlik ve alkalinite parametreleri arasında pozitif ve yüksek seviyede korelasyon elde etmiştir. Sıcaklık ve çözünmüş oksijen parametreleri ise aralarında negatif bir korelasyon sergilemiştir. Oksijenin suda erime derecesi suyun sıcaklık derecesine bağlıdır. Bu yüzden sıcaklık yükseldikçe suda daha az oksijenin eridiği görülmektedir (Güler 1997).

Biggs (1990), Yeni Zelanda'da diyatome topluluklarının sınıflandırmasına dayalı yapmış olduğu çalışmada iletkenliği tür kompozisyonunun dağılımında en etkili parametre olarak belirtmiştir. Lobo vd. (1995), Japonya'da yapmış oldukları çalışmada iletkenliğin tür kompozisyonuna etki ettiğini ifade etmiştir. Pan ve Stevenson (1996), Kentucky'nin batısında yapmış olduğu çalışmada diyatome türlerinin dağılımı ile iletkenlik ve alkalinite parametreleri arasında güçlü korelasyonlar tespit etmiştir. Chetalat vd. (1999), Kanada'da perifiton biyokütlesi üzerinde yapmış oldukları çalışmalarda toplam azot parametresi ile iletkenlik arasında korelasyonlar olduğunu bildirmiştir. Hill vd. (2003), Amerika'da yapmış olduğu çalışmada diyatome tür zenginliği ile toplam azot arasında korelasyon olduğunu ifade etmiştir. Sonuçlar literatür bildirişleri ile uyum göstermektedir.

Çalışma kapsamında analize katılan türlerin büyük bir yüzdesinin sıcaklık parametresinin etrafında toplandığı tespit edilmiştir. Toman vd. (2014)'nin Slovenya'da yapmış oldukları çalışmada içerisinde *Achnanthidium minutissimum* türünün de dominant türler arasında yer aldığı diyatome kompozisyonunda sıcaklığın önemli parametreler arasında yer aldığını belirtmiştir. Benzer şekilde Izagirre ve Elozegi (2005), sıcaklığın diyatome kompozisyonunda etkili bir parametre olduğunu belirtmiştir.

CCA analizi neticesinde 2. istasyonun diğer istasyonlara göre oldukça farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Eylül ayında kuru olması nedeniyle üç kez örnekleme yapılabilen 2. istasyonda üç örnekleme sonucunun da diğer istasyonlardan farklı kuadratta yer aldığı gözlemlenmiştir. Türkmen Dağı Eskişehir İl sınırındaki en yüksek dağdır ve yüksekliği 1829 m'dir (Anonim 2014). Solak ve Wojtal (2012), Türkmen Dağı'nda yapmış oldukları çalışmada 304 tür teşhis etmiş ve bu türlerin içerisindeki 59 türü Türkiye için çok yaygın ancak birbirinden tamamen farklı su kütlelerinde bulunabilen türler olarak tanımlamıştır. Levkov vd. (2013)'ne göre dünya literatürüne kazandırılan *Luticola kemalii* Solak ve Levkov, *Luticola angusta* Solak ve Levkov, *Luticola rotunda* Solak ve Levkov türleri Türkmen Dağı'ndan alınan örneklerde teşhis edilmiştir. 2. istasyon için çalışma sonucunda elde edilen bulgular literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

5.3 Diyatome İndeksleri

Geliştirilen her bir diyatome indeksinde çalışılan bölgeye ait belirli sayıda bir tür kompozisyonu ve her bir türün de farklı çevresel istekleri olmaktadır. Bu yüzden tür kompozisyonu ve tür kompozisyonunda yer alan diyatome türlerinin çevresel istekleri her bir indekste farklılık gösterebilmektedir. Örneğin bir tür farklı indekslerde çevresel isteklerine göre farklı indikatör ve hassasiyet değerlerine sahip olabilmektedir. Bu yüzden teşhis edilen tür kompozisyonunun indekslerde hangi oranda temsil edildiği önemlidir.

Çalışma kapsamında OMNIDIA ve DARLEQ2 programlarında teşhis edilen 96 türün temsil edilme yüzdeleri belirtilmiştir. Nehirler için IDG indeksi cins düzeyinde hesaplama yapan bir indeks olması dolayısıyla türlerin % 100'ünü hesaplamalarda kullanarak ilk sırada yer almıştır. WAT indeksi ise teşhis edilen türlerin sadece % 36.4'ünü hesaplamalarda kullanabilmesi dolayısıyla en düşük orana sahip olmuştur. Göletler için hesaplama yapılan mevcut iki indeks arasında ise LTDI indeksi türlerin % 85.5'ini, TDIL indeksi türlerin % 37.4'ünü hesaplamalarda kullanmıştır. Türlerin indeks hesaplamalarında kullanılma oranlarının yanında fizikokimyasal parametreler ile olan ilişkileri de önemlidir.

Yukarı Sakarya Havzası'nda çalışılan istasyonlarda fizikokimyasal sonuçlar ve diyatome türlerine ait indeks sonuçları arasındaki Pearson korelasyonları, CCA analizinde ön plana çıkan sıcaklık, toplam azot, iletkenlik ve alkalinite parametreleri açısından değerlendirilmiştir. Sıcaklık; IDP, IPS, DI-CH ve EPI-D indeksleri ile anlamlı korelasyon gösterirken toplam azot; EKO, TID, IDAP ve LOBO indeksleri ile anlamlı korelasyon sağlamıştır. İletkenlik; % PT, LOBO ve EKO ile anlamlı korelasyon sergilerken, alkalinite sadece IDP indeksi ile korelasyon sağlamıştır.

Türlerin büyük bir yüzdesinin dağılımında etkili olan sıcaklığın indeksler ile arasındaki korelasyonlar incelendiğinde ise en yüksek korelasyonun IDP ($r = -0.4264$, $P < 0.01$) indeksi ile sağlandığı tespit edilmiştir. IDP indeksi ayrıca türlerin dağılımında önemli bir oynayan alkalinite ($r = -0.3224$, $P < 0.05$) ile korelasyon sağlamıştır. Bir ötrofikasyon indeksi olan IDP indeks sonuçları ile log toplam azot sonuçları arasında çizilen grafiğe ait R^2 değeri 0.7091 olarak tespit edilmiş ve Yukarı Sakarya Havzası'nda diyatomelerin değerlendirilmesinde IDP İndeksi kullanılmıştır.

IDP İndeksi Arjantin'in Pampean Ovası'nda yer alan nehirlerde geliştirilmiş bir indekstir. Toplamda 210 diyatome türünün organik zenginlik ve ötrofikasyona karşı hassasiyet değerleri BOI_5 , NH_4^+ ve PO_4^{3-} dikkate alınarak belirlenmiştir (Gomez ve Licursi 2001).

IDP İndeksi, Türkiye’de ilk defa Kalyoncu vd. (2009), tarafından Aksu Çayı’nın su kalitesinin belirlenmesine yönelik olarak kullanılan bir indekstir. Çalışma kapsamında diyatome indeksleri ve fizikokimyasal parametreler arasındaki en yüksek korelasyonu IDP indeksi ve NH_4^+ ($r = 0.854$, $P < 0.01$) sağlamıştır.

5.4 Ekolojik Durum

Yukarı Sakarya Havzası’nda çalışılan istasyonlarda fiziksel ve biyolojik durum birlikte incelenerek ekolojik durum değerlendirildiğinde, 1. istasyon kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre I. sınıf, biyolojik açıdan IDP İndeksi’ne göre II. sınıf ve hidromorfolojik değerlendirmelere göre II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SÇD’de yer alan “biri kötüyse hepsi kötü” (one out all out) prensibine göre 1. istasyonun ekolojik durumu II. sınıf olarak tahmin edilmiştir. 2. istasyonun sulama amacıyla kurulmuş Çatören ve Kunduzlar Baraj kollarının birleşim noktasında olması ve yaz aylarında bölgede tarım faaliyetlerinin artması mevcut durumun nedenleri arasında gösterilebilir. Albek vd. (2004)’nin Seydisuyu’nun su kalitesini incelemiş olduğu çalışmada, havzadan dönen suların etkisiyle elektriksel iletkenlik, klorür ve nitrat gibi su kalitesi bileşenlerinde artma görüldüğü ve tarımsal etkinlikler sonucu akarsuya ait su kalitesinin etkilendiği bildirilmiştir.

2. istasyon hem kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne, hem biyolojik açıdan IDP İndeksi’ne göre hem de hidromorfolojik değerlendirmelere göre I. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SÇD’de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre 2. istasyonun ekolojik durumu I. sınıf olarak tahmin edilmiştir. 2. istasyonun kirlilik oluşturabilecek baskılardan uzakta olması ve ayrıca tür çeşitliliği bakımından diğer istasyonlara göre farklılıklar göstermesi sebebiyle izlenmesine devam edilmesi gereken bir istasyondur. SÇD’ye göre hidromorfolojik durum çok iyi ve iyi olmak üzere iki sınıfta değerlendirilmektedir ve biyolojik ve kimyasal açıdan çok iyi durumda olan istasyonların referans istasyon olup olmadığının belirlenmesinde kullanılmaktadır. 2. istasyon çalışma kapsamında hidromorfolojik açıdan çok iyi duruma sahip tek

istasyondur ve bu yüzden SÇD kapsamında referans izleme ağına dâhil edilebilecek bir istasyondur.

3. istasyon kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre II. sınıf, biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre III. sınıf ve hidromorfolojik değerlendirmelere göre II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SÇD'de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre 3. istasyonun ekolojik durumu III. sınıf olarak tahmin edilmiştir. Kıvrak vd. (2012)'nin IDP İndeksi'ni kullanarak Akarçay'ın su kalitesini değerlendirdiği çalışmada, Akarçay'ın başlangıç kısımlarındaki su kalitesinin III. sınıf ve son kısımlarındaki su kalitesinin ise IV. sınıf olduğunu bildirmiştir. 3. istasyon Çatören Barajı'nı besleyen kolun kaynak bölgesine aittir. Ancak kaynağın yerleşim yerinden gelen atık sular ile kirlenmesi mevcut durumun nedenleri arasında gösterilebilir.

4. istasyon kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre II. sınıf, biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre I. sınıf ve hidromorfolojik değerlendirmelere göre II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SÇD'de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre 4. istasyonun ekolojik durumu II. sınıf olarak tahmin edilmiştir. 4. istasyonun etrafında tarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre sınır değer civarında I. sınıf olması mevcut durumun nedenleri arasında gösterilebilir.

5. ve 6. istasyonlar çalışma kapsamında en ilginç sonuçların ortaya konulduğu iki istasyon olmuştur. Her iki istasyon da kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre III. sınıf, biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre I. sınıf ve hidromorfolojik değerlendirmelere göre III. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. Böylelikle kimyasal ve biyolojik sınıflar arasında iki sınıf farkı sadece bu istasyonda gözlemlenmiştir. SÇD'de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre her iki istasyonun ekolojik durumu III. sınıf olarak tahmin edilmiştir. Her iki istasyon da yeraltı suyu ile beslenen ve etrafında tarım yapılan nehirlerdir. Ayrıca her iki istasyon için de *Achnanthydium minutissimum* baskın olan türlerdir. *Achnanthydium minutissimum* türünün taksonomik ve ekolojik özellikleri halen tartışma konusudur (Potapova 2007). Örneğin 5. ve 6. istasyonlar IBD indeksine göre değerlendirildiğinde I. sınıf su

kalitesine sahipken, LOBO indeksine göre değerlendirildiğinde V. sınıf su kalitesi ile karşılaşmıştır. Bu yüzden 5. ve 6. istasyonun biyolojik değerlendirilmesinde *Achnanthes minutissimum* türünün değerlendirme dışında bırakılmasıyla IDP İndeksi'ne göre 5. istasyonda II. sınıf su kalitesi (1.79) ve 6. istasyonda III. sınıf su kalitesi (2.04) elde edilmiştir.

7. istasyon hem kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne, hem biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre hem de hidromorfolojik değerlendirmelere göre II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SÇD'de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre 7. istasyonun ekolojik durumu II. sınıf olarak tahmin edilmiştir. 7. istasyon tüm yan kolların birleşip Sakarya Nehri'ni oluşturduğu bölgededir. Geniş, derin ve akış hızı açısından daha yavaş olan Sakarya Nehri, planktonik diatomlar açısından zenginlik göstermektedir. Bu yüzden bölgede ileride yapılacak çalışmalarda plankton çekimlerinin de gerçekleştirilmesi önerilebilir.

8. ve 9. istasyonlar hem kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne, hem biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre hem de hidromorfolojik değerlendirmelere göre II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SÇD'de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre 8. ve 9. istasyonun ekolojik durumları II. sınıf olarak tahmin edilmiştir. Gökkaya ve Pulatsü (2001), Doğu Göleti'nde 1999 yılının Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında aldıkları su örnekleri neticesinde göletin sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH değerleri açısından rekreatif kullanımı için standart sınırlar içerisinde yer aldığını belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında 8. istasyondan elde edilen değerler ile kıyaslandığında her iki çalışmanın da Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre benzerlik göstererek II. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Pulatsü ve Çamdeviren (1999), Batı Göleti'nin (giriş suyu) alabalık üretimi için su kalitesi açısından uygun olup olmadığını belirlemek ve alabalık yetiştiriciliği açısından çıkış suyunun Sakarya Nehri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla alabalık çiftliğinin giriş ve çıkış sularında 1997 yılında 12 ay süre ile bazı su kalite parametrelerini izlemişlerdir. Giriş suyunda ölçülen su kalitesi parametreleri ile bu

Çalışma kapsamında 9. istasyonda ortak olarak llen sıcaklık, nm oksien, pH ve elektriksel iletkenlik parametreleri karşılaştırılmış ve her iki çalışmanın da Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre benzerlik göstererek II. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Pulatsü ve amdeviren (1999), giriş suyunda bulunan toplam fosfor değerinin yüksek seviyede olduğunu ve su kalitesinin kontrol ve yönetiminin üzerinde durulması gereken esas konu olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sakaryabaşı kaynaklarını oluşturan kaynaklar önlerine birer set çekilerek gölet haline getirilmiştir. Ancak bu göletlerde suyun bekleme süresi oldukça düşüktür. Yerden kaynakayan sular kısa sürede göletlerden çıkararak akışa geçmektedir. Ancak göletlerin yeraltı suyundan beslenmesi dolayısıyla oksijen seviyeleri düşüktür ve ayrıca kayaç yapısından dolayı iletkenlik değerleri de yüksektir. Bu durum diyatome kompozisyonuna da etki etmektedir.

10. istasyon hem kimyasal açıdan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne hem de biyolojik açıdan IDP İndeksi'ne göre II. sınıf su kalitesi özelliği gösterirken hidromorfolojik değerlendirmelere göre III. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. SD'de yer alan biri kötüyse hepsi kötü prensibine göre 10. istasyonun ekolojik durumu II. sınıf olarak tahmin edilmiştir. 10. istasyon, 9. istasyondan beslenen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler Su rnleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nun çıkış suyunun karıştığı nehirde yer almaktadır. Ancak hem kimyasal hem de biyolojik açıdan sonuçlar farklılık sergilememiştir. Tek farklılık olarak diyatome kompozisyonu gösterilebilir ancak bu değişim de indeks sonuçlarında farklılıklar oluşturmamıştır. Kırkağaç vd. (2009)'nin alabalık iftliğinin giriş ve çıkış suyunda bulunan makroomurgasız kompozisyonunu incelediği çalışmada, giriş ve çıkış suyunun her ikisinde de sadece kirliliğe toleranslı olan Gastropoda türlerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ancak giriş suyunda bulunan makroomurgasız bolluğu çıkış suyundan daha düşük çıkmıştır. Çalışma sonucunda, alabalık iftliğinin giriş ve çıkış sularında makroomurgasız bolluğunun izlenmesinin çevresel etkilerin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olduğu belirtilmiştir.

İstasyonlardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde genellikle kimyasal ve biyolojik sonuçlar benzerlik göstermiştir. 5 istasyonda sonuçlar aynı sınıfa ait çıkarken, 3 istasyonda bir sınıf farkı gözlemlenmiştir. İki sınıf farkı sadece 5. ve 6. istasyonlarda gözlemlenmiş olup bu istasyonlar için hem taksonomik hem de ekolojik açıdan tartışma konusu olan *Achnanthydium minutissimum* türü baskın olmuştur. Bu türün hesaplama dışında tutulmasıyla oluşan IDP İndeksi sonuçlarına göre ise kimyasal durum ve biyolojik durum arasında 5. istasyon için bir sınıf farkı oluşurken 6. istasyonda aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Achnanthydium minutissimum türü yaygın olarak bulunan bir türdür ancak birçok yazar tarafından hala taksonomik ve ekolojik açıdan tartışmaya açık bir türdür. Bu türün hassasiyet ve indikatör değerleri birçok indekste değişkenlik göstermektedir. Ayrıca boyutlarının küçük olması dolayısıyla taksonomik açıdan daha detaylı incelenmesi gerekmektedir. Bu yüzden rutin ekolojik değerlendirme çalışmalarında bu türün dominant olduğu istasyonlarda değerlendirmelerin daha dikkatli yapılması gerekmektedir.

Kalyoncu vd. (2004)'nin, Ağlasun Deresi'nde yapmış oldukları çalışmada fizikokimyasal parametreler ve epilitik algilere göre iki farklı su kalitesi tespit edilmiş ve epilitik algilere göre yapılan su kalitesi değerlendirmesi yarım su kalitesi basamağı iyi yönde sapma göstermiştir. Diğer bir çalışmada Kalyoncu (2006), Isparta Deresi'nde epilitik diyatomelere göre yapılan su kalitesi değerlendirmesinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre yapılan su kalitesi değerlendirmesinden yarım basamak iyi yönde sapma gösterdiğini bildirmiştir. Yukarı Sakarya Havzası'nda yapılan çalışma kapsamında bazı noktalarda elde edilen fizikokimyasal ve biyolojik su kalitesi değerlendirmesinde yaşanan farklılıklar bu çalışmalar ile benzerlik göstermiştir.

Su kaynaklarında ekolojik durumun değerlendirilmesi için biyolojik indekslerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu çeşitlilik bölgeden bölgeye değişkenlik göstermekte ve bu durum biyolojik indekslerin çalışmasını etkilemektedir.

Bu yüzden sucul canlılar açısından ekobölgelerimizin belirlenmesi ve bu ekobölgelere özgü indekslerin geliştirilmesi önerilebilir. Biyolojik indekslerin uygulanması açısından yaşanan diğer bir zorluk ise türlerin teşhisidir. Diyatome tür teşhisleri konusunda uzman kişilerin yetişmesi gerekmektedir. SÇD kapsamında birçok nehir havzasında eş zamanlı yürütülen rutin izleme çalışmaları düşünüldüğünde, çalışmaların sürdürülebilirliği açısından cinse dayalı bölgesel diyatome indekslerinin geliştirilmesi pratik bir yöntem olacaktır.

Ülkemize özgü bir biyolojik indeks geliştirilmesinin yanında kimyasal açıdan da sınıf sınır değerlerimizin geliştirilerek bu indeksleri destekleyecek yapıda olması gerekmektedir. Çünkü birçok biyolojik indeksin arka planda baz aldığı kimyasal sınıflar mevzuatımıza ait su kalite sınır değerlerinden farklılıklar gösterebilmektedir. Bu yüzden biyolojik indekslerin yanında kimyasal sınıf sınır değerlerinin incelenmesi önerilir.

Türkiye’de nehir havzalarının SÇD’ye göre ekolojik açıdan izlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında nehir ve göletlerde biyolojik kalite unsuru olarak kullanılan diyatomeler ile ekolojik durum tahmin edilmiş ve bulgular su yönetimi uygulamaları açısından bir örnek oluşturmuştur. SÇD, su kütlelerinin iyi duruma getirilmesini hedeflemektedir. Bu yüzden iyi ve orta ekolojik durum arasındaki sınır çok önemlidir. Sakarya Nehri’nin kaynağını oluşturan Sakaryabaşı Kaynakları rekreasyonel alan ve alabalık yetiştiriciliği amacıyla kullanılmaktadır. Bu yüzden su kütlelerinin takibi açısından izlenmesi önemlidir. Bu araştırmada belirlenen orta ekolojik duruma sahip su kütleleri için önlemler alınması gerekmektedir ve iyi ekolojik duruma sahip su kütleleri korunmalıdır. Yukarı Sakarya Havzası, su potansiyeli yüksek olan ve Sakarya Havzası’nın membasını oluşturduğu için referans izleme ağı kapsamında izlenebilecek bir alt havzadır. Çok iyi ekolojik duruma sahip su kütlesi ise referans alan kapsamında değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acs, E., Szabo, K., Toth, B. and 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(3-4), 255-277.
- Açıkgöz, İ. ve Baykal, T. 2005. Karagöl (Çubuk-Ankara) alg florası. Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 1(2), 38-55.
- Akbulut, A. and Yıldız, K. 2002. The planktonic diatoms of Lake Çıldır (Ardahan-Turkey). *Turk. J. Bot.*, 26, 55-75.
- Akbulut, A. 2003. Planktonic diatom (Bacillariophyceae) flora of Sultan Sazlığı Marshes (Kayseri). *Turk. J. Bot.*, 27, 285-301.
- Akbulut, A. 2010. The diatom composition of the Salt Lake Basin and its relationship with salinity. *Ekoloji*, 19(74), 150-159.
- Alakananda, B., Supriya, G., Mahesh, M.K. and Ramachandra, T.V. 2010. Ecological characteristics of benthic diatom communities in assessment of lake trophic status. *Lake 2010: Wetlands, Biodiversity and Climate Change*, 1-15.
- Albay, M. ve Aykulu, G. 1994. Göksu Deresi'nin (İstanbul) algolojik özellikleri 1. planktonik algler. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne.
- Albay, M. and Aykulu, G. 2002. Invertebrate grazer-epiphytic algae interactions on submerged macrophytes in a mesotrophic Turkish lake. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, (1-2): 247-258.
- Albek, E., Albek, M., Göncü, S. ve Gence, S. 2004. Havza süreçleri ile ilişkili olarak Seydi Suyu'nda su kalitesinin izlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1, 73-81.
- Almeida, S.F.P., Pereira, M.J., Gil, M.C. and Rino, J.M. 1999. Freshwater algae in Portugal and their use for environmental monitoring. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 10-16, Douai.
- Altuner, Z. 1984. Tortum Gölü'nün epifitik ve epilitik algleri üzerinde bir araştırma, *J. Sci. Atatürk U.*, 1(4), 50-59.
- Altuner, Z. 1988. A study of the diatom flora of the Aras river Turkey. *Nova Hedwigia* 46(2), 255-263.
- Altuner, Z. ve Gürbüz, H. 1988. Karasu Nehrinin epilitik diyatomeleleri. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 3, 223-230.

- Altuner, Z. ve Gürbüz, H. 1991. Karasu (Fırat) Nehri epipelik alg florası üzerinde bir araştırma. Doğa – Tr. J. of Botany, 15, 253-267.
- Anonim. 1978. Yukarı Sakarya Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu. DSİ Basım ve Foto-film İşletme Müdürlüğü Matbaası, 89, Ankara.
- Anonim. 2011. Eskişehir İl Çevre Durum Raporu. 352, Eskişehir.
- Anonim. 2014. Kütahya İl Çevre Durum Raporu. 184, Kütahya.
- Anonim. 2016a. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. 10.08.2016. Resmi Gazete Sayısı: 29797.
- Anonim. 2016b. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Su Kalitesi Veri Tabanı. Web Sitesi: <http://dsisvt/sukalitesi/Pages/Hamveri/Default.aspx?action=result>, Erişim Tarihi: 07.09.2016
- Anonymous. 1703. Two letters from a gentleman in the country, relating to Mr. Leuwenhoeck's letter in Transaction, No. 283. communicated by Mr C. Philosophical Transactions Royal Society, 23(288), 1494-1501.
- Anonymous. 2000a. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, L327, 1-72.
- Anonymous. 2000b. Determination de l'indice Biologique Diatomees (IBD). Norme NFT 90-354. AFNOR.
- Anonymous. 2003. Determination of nitrogen – Determination of bound nitrogen (TN_b), following oxidation to nitrogen oxides. EN 12260. European Committee for Standardization, Brussels.
- Anonymous. 2007. Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD). Norme NF T90-354. 79. AFNOR.
- Anonymous. 2010a. Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. EN 15708. European Committee for Standardization, Brussels.
- Anonymous. 2010b. Avaluacio de l'estat ecologic de les zones humides I ajust dels indicadors de qualitat. Agencia Catalana de l'Aigua.
- Anonymous. 2012. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
- Anonymous. 2014a. Guidance standard for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes. EN 13946. European Committee for Standardization, Brussels.

- Anonymous. 2014b. Guidance standard for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes. EN 14407. European Committee for Standardization, Brussels.
- Anonymous. 2014c. UKTAG river assessment method macrophytes and phytobenthos. Phytobenthos-diatoms for assessing river and lake ecological quality (River DARLEQ2), Scotland.
- Anonymous. 2014d. Amendments to the UKTAG guide to phytobenthos in rivers diatoms for assessing river and lake ecological quality (River DARLEQ2), Scotland.
- Anonymous. 2014e. UKTAG river assessment method macrophytes and phytobenthos. Phytobenthos-diatoms for assessing river and lake ecological quality (Lake DARLEQ2), Scotland.
- Anonymous. 2014f. Amendments to the UKTAG guide to phytobenthos in lakes diatoms for assessing river and lake ecological quality (DARLEQ2), Scotland.
- Anonymous. 2014g. MPCA stream habitat assessment (MSHA) protocol for stream monitoring sites. Minnesota Pollution Control Agency, Biological Monitoring Program.
- Anonymous. 2015a. Web Sitesi: www.wiser.eu/results/method-database/, Erişim Tarihi: 18.12.2015
- Anonymous. 2015b. Hustedt Diatom Collection Database. Web Sitesi: http://hustedt.awi.de/#ViewID=Unit_ListView_Specimens_Web_Locality&ObjectClassName=EarthCape.Module.Core.Unit, Erişim Tarihi: 25.12.2015
- Ardel, A. 1955. Yukarı Sakarya Havzası. Türk Coğrafya Dergisi, 13-14, 3-24.
- Atıcı, T. ve Yıldız, K. 1996. Sakarya Nehri diatomeleri. Tr. J. of Botany, 20, 119-134.
- Atıcı, T. 1997. Sakarya Nehri kirliliği ve algler. Ekoloji ve Çevre Dergisi, 6(24), 28-32.
- Atıcı, T. and Obalı, O. 1999. A study on diatoms in upper part of Çoruh River-Turkey. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(3), 473-496.
- Atıcı, T. and Ahıska, S. 2005. Pollution and algae of Ankara Stream, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 18 (1), 51-59.
- Atıcı, T., Ahıska, S., Altındağ, A. and Aydın, D. 2008. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sarıyar Dam Reservoir in Turkey. African Journal of Biotechnology, 7(12), 1972-1977.

- Atıcı, T. and Obalı, O. 2010. The diatoms of Asartepe Dam Lake (Ankara), with environmental and some physicochemical properties. *Turk J. Bot.*, 34, 541-548.
- Aysel, V. 2005. Check-list of the freshwater algae of Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 11, 1-124.
- Baker, H. 1753. *Employment for the Microscope*. 442, London.
- Beltrami, M.E., Ciutti, F., Cappelletti, C., Lösch, B., Alber, R. and Ector, L. 2012. Diatoms from Alto Adige/Südtirol (Northern Italy): characterization of assamlages and their application for biological quality assessment of in the context of the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, 695, 153-170.
- Bennion, H., Kelly, M.G., Juggins, S., Yallop, M.L., Burgess, A., Jamieson, J. and Krokowski, J. 2014. Assessment of ecological status in UK lakes using benthic diatoms. *Freshwater Science*, 33(2), 639-654.
- Bere, T. and Tundisi, J. G. 2010. Biological monitoring of lotic ecosystems: the role of diatoms. *Braz. J. Biol.*, 70(3), 493-502.
- Bey, Maurice-Yves and Ector, L. 2013a. Atlas des Diatomees des Cours d'eau de la Region Rhone-Alpes. Naviculacees: Cymbelloidees, Gomphonematoidees. Tome 5, Dreal Rhone Alpes, 751-972.
- Bey, Maurice-Yves and Ector, L. 2013b. Atlas des Diatomees des Cours d'eau de la Region Rhone-Alpes. Naviculacees: Naviculoidees. Tome 3, Dreal Rhone Alpes, 331-530.
- Bey, Maurice-Yves and Ector, L. 2013c. Atlas des Diatomees des Cours d'eau de la Region Rhone-Alpes. Araphidees, Brachyraphidees. Tome 2, Dreal Rhone Alpes, 181-330.
- Biggs, B.J.F. 1990. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 24(3), 367-386.
- Bingöl, N.A., Özyurt, M.S., Dayıoğlu, H, Yamık, A. ve Solak, C.N. 2007. Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) diyatomeleri. *Ekoloji*, 15(62), 23-29.
- Blinn, D.W. and Herbst, D.B. 2003. Use of diatoms and soft algae as indicators of environmental determinants in the Lahontan Basin, USA. Annual Report for California State Water Resources Board Contract Agreement 704558.01.CT766.
- Blum, J. L. 1956. The ecology of river algae. *The Botanical Review*, 22(5), 291-341.
- Bogaczewicz-Adamczak, B., Klosinska, D., Zgrundo, A. 2004. Diatoms as indicators of water pollution in the coastal zone of the gulf of Gdansk (Southern Baltic Sea). *Oceanol Stud.* 30, 59-75.

- Bory de Saint-Vincent, J.B.M. 1822. Dictionnaire Classique d'Histoire Naturelle, 621, Paris.
- Budzynska, A. and Wojtal, A.Z. 2011. The centric diatom *Puncticula balatonis* (Pantocsek) Wojtal et Budzynska, comb. nov., in the plankton of eutrophic-hypertrophic Rusalka Lake (Western Poland). *Nova Hedwigia* 93(3-4), 509-524.
- Cemagref, 1982. Etude des Méthodes Biologiques Quantitatives D'appréciation de la Qualité des Eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon Agence de l'Eau Rhône-Méditerranéen-Corse, 218, Pierre Bénite.
- Chetelat, J., Pick, F.R., Morin, A. and Hamilton, P.B. 1999. Periphyton biomass and community composition in rivers of different nutrient status. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56, 560-569.
- Ciutti, F., Cappelletti, C., Monauni, C., Siligardi, M. and Dell'Uomo, A. 2000. Qualità biologica e funzionalità del Torrente Ferina (Trentino). *Dendronatura* 2, 12-22.
- Ciutti, F., Cappelletti, C. and Torrisi, M. 2001. Le diatomee come indicatori della qualità biologica dei corsi d'acqua. *Il Pescatore Trentino* 3, 32-35.
- Coring, E. 1999. Situation and developments of algal (diatom)-based techniques for monitoring rivers in Germany. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 122-127, Douai.
- Coste, M. and Ayphassorho, H. 1991. Etude de la Qualité des Eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des Communautés de Diatomees Benthiques (Application des indices diatomiques). 228, Cemagref, Bordeaux.
- Coste, M., Boutry, S., Tison-Rosebery, J. and Delmas, F. 2009. Improvements of the Biological Diatom Index (BDI): Description and efficiency of the new version (BDI-2006). *Ecological Indicators*, 9, 621-650.
- Cox, E.J. 1996. Identification of Freshwater Diatoms From Live Material. Chapman and Hall, 158, London.
- Çetin, A.K. and Şen, B. 1998. Diatoms (Bacillariophyta) in the phytoplankton of Keban Reservoir and their seasonal variations, *Tr. J. of Bot.*, 22, 25-33.
- Çiçek, N.L., Kalyoncu, H., Akköz, C. ve Ertan, Ö.O. 2010. Darıören Deresi ve Isparta Çayı (Isparta)'nın epilitik algleri ve mevsimsel dağılımları. *J FisheriesSciences.com*, 4(1), 78-90.
- Dell'Uomo, A. 1996. Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for diatom-based monitoring of Italian watercourses. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. Whitton, B.A., Rott, E. (eds), 65-72, Innsbruck Austria.

- Dell'Uomo, A. 1999. Use of algae for monitoring rivers in Italy: current situation and perspectives. In: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 17-25, Douai.
- Dell'Uomo, A. 2004. L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Lince guida. APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per I servizi tecnici, 101, Roma.
- Demir, N. and Kırkağaç M. U. 2005. Plankton composition and water quality in a pond of spring origin in Turkey. *Limnology*, 6, 189-194.
- Demiryürek, E. and Obalı, O. 2000. Etude sur la flore des algues benthiques de la zone littorale du lac d'İkizce-Haymana (Ankara-Turkey). *OT Sistematiik Botanik Dergisi*, 7(2), 233-249.
- Dere, Ş., Karacaoğlu, D. and Dalkıran, N. 2002. A study on the epiphytic algae of the Nilüfer Stream (Bursa). *Turk. J. Bot.*, 26, 219-233.
- Descy, J.P. 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia*, 64, 305-323.
- Descy, J.P. and Coste, M. 1991. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung Für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 24, 2112-2116.
- Descy, J.P. and Ector, L. 1999. Use of diatoms for monitoring rivers in Belgium and Luxembourg. In: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 128-137, Douai.
- Dumlu, G. 1980. Sakarya Nehri üzerinde kirlenme noktalarının tesbiti ve çözünmüş oksijen değerinin mevsimsel değişiminin incelenmesi. *DSİ Teknik Bülteni*, 48, 6-14.
- Efe, T. ve Türkteki, M. 2007. Keçiçayırı (Seyitgazi-Eskişehir) 2007 yılı kurtarma kazıları. *Colloquium Anatolicum*, 6, 75-84.
- Eloranta, P. 1999. Application of diatom indices in Finnish rivers. In: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 138-144, Douai.
- Eloranta, P. and Soininen, J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *Journal of Applied Phycology*, 14, 1-7.
- Erençin, Z. 1978. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(4), 603-613.
- Gesierich, D. and Kofler, W. 2010. Epilithic diatoms from Rheocrene Springs in the Eastern Alps (Vorarlberg, Austria). *Diatom Research*, 25(1), 43-66.

- Gmelin, J. F. 1791. *Systema Naturae* Edition. 884, Lipsiae,
- Goma, J., Ortiz, R., Cambra, J. and Ector, L. 2004. Water quality evaluation in Catalanian Mediterranean rivers using epilithic diatoms as bioindicators. *Viet Milieu*, 54(2), 81-90.
- Gomez, N. and Licursi, M. 2001. The Pampean Diatom Index (PDI) for assessment of rivers and streams in Argentina. *Aquatic Ecology* 35, 173-181.
- Gökkaya, Z. and Pulatsü, S. 2001. Sakaryabaşı Doğu Göleti'nin bazı su kalite parametrelerinin mevsimsel değişimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1), 20-25.
- Gönüloğlu, A. 1987. Studies on the benthic algae of the Bayındır Dam Lake. *Turkish Journal of Botany*, 11(1), 38-55.
- Gönüloğlu, A., Öztürk, M. and Öztürk, M. 1996. A check-list of the freshwater algae of Turkey. *O.M.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7, 8-46.
- Güler, Ç. 1997. Su Kalitesi. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 43, 95, Ankara.
- Gürbüz, H. and Kırarak, E. 2002. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. *J of Environmental Biology*, 23(3), 239-246.
- Harding, J.P.C. and Kelly, M.G. 1999. Recent developments in algal-based monitoring in the United Kingdom. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 26-34, Douai.
- Hill, B.H., Herlihy, A.T., Kaufmann, P.R., DeCelles, S.J. and Borgh, M.A.V. 2003. Assessment of streams of the eastern United States using a periphyton index of biotic integrity. *Ecological Indicators*, 2, 325-338.
- Hofmann, G., Werum, M. and Lange-Bertalot, H. 2013. *Diatomeen im Süßwasserbenthos von Mitteleuropa*. Koeltz Scientific Books, 908, Königstein.
- Hürlimann, J., Elber, F. and Niederberger, K. 1999. Use of algae for monitoring rivers: an overview of the current situation and recent developments in Switzerland. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 39-56, Douai.
- Hürlimann, J. and Niederhauser, P. 2002. *Methode d'étude et d'appréciation de l'état de santé des cours d'eau: Diatomees-niveau R (region)*. OFEFP, Berne.
- Izagirre, O. and Eloegi, A. 2005. Environmental control of seasonal and inter-annual variations of periphytic biomass in a North Iberian stream. *Ann. Limnol.-Int. J. Lim.*, 41(1), 35-46.

- İzıdırak, R. 1945. Eskişehir’le Çifteler çevresinde bir coğrafya gezisi. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 3(3), 271-288.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O. ve Gülbay, H. 2004. Ağlasun Deresi’nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik algelere göre belirlenmesi. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Dergisi, 2(12), 7-14.
- Kalyoncu, H. 2006. Isparta Deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diatomelere göre belirlenmesi. S.D.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi, 1(1-2), 14-25.
- Kalyoncu, H., Barlas M. ve Ertan, Ö.O. 2009. Aksu Çayı’nın su kalitesinin biotik indekslere (diatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. Türk Bilim Araştırma Vakfı, 2(1), 45-57.
- Kawecka, B., Kwadrans, J. and Szykowski, A. 1999. Use of algae for monitoring rivers in Poland-Situation and development. In: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l’Eau Artois Picardie, 57-65, Douai.
- Kelly, M.G. and Whitton, B.A. 1995. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. Appl. Phycol., 7, 433-444.
- Kelly, M.G. 1998. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. Wat. Res., 36, 236-242.
- Kelly, M.G., Adams, C., A. Graves, C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E.B., Murray-Bligh, J., Pritchard, S. and Wilkins, C. 2001. The Trophic Diatom Index: A User's Manual. Revised Edition, R&D Technical Report E2/TR2, Environment Agency, 135, Bristol.
- Kelly, M.G., King, L., Jones, R. I., Barker, P.A. and Jamieson, B.J. 2008a. Validation of diatoms as proxies for phyto-benthos when assessing ecological status in lakes. Hydrobiologia, 610, 125-129.
- Kelly, M., Juggins, S., Guthrie, R., Pritchard, S., Jamieson, J., Rippey, B., Hirst, H. and Yallop, M. 2008b. Assessment of ecological status in U.K. rivers using diatoms. Freshwater Biology, 53, 403-422.
- Kelly, M. 2013. Data rich, information poor? Phyto-benthos assessment and the Water Framework Directive. European Journal of Phycology, 48(4), 437-450.
- Kılınç, S. and Sıvacı, E.R. 2001. A study on the past and present diatom flora of two alkaline lakes, Tr. J. of Botany, 25, 373-378.

- Kırkağaç, M.U. and Demir, N. 2006. The effects of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val., 1844) on water quality, plankton, macrophytes and benthic macroinvertebrates in a spring pond.
- Kırkağaç, M.Ü., Pulatsü, S. and Topçu, A. 2009. Trout farm effluent effects on water sediment quality and benthos. *Clean*, 37(4-5), 386-391.
- Kıvrak, E. and Uygun, A. 2012. The structure and diversity of the epipellic diatom community in a heavily polluted stream (the Akarçay, Turkey) and their relationship with their environmental variables, *Journal of Freshwater Ecology*, 27(3), 443-457.
- Kıvrak, E., Uygun, A. ve Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) su kalitesini değerlendirmek için diyatome indekslerinin kullanılması, *AKU. J. Sci.*, 12, 27-38.
- Kokai, Z., Bacsi, I., Török, P., Buczko, K., T-Krasznai, E., Balogh, C., Tothmeresz, B. and B-Beres, V. 2015. Halophilic diatom taxa are sensitive indicators of even short term changes in lowland lotic systems. *Acta Bot. Croat.*, 74(2), 287-302.
- Kolkwitz, R. and Marsson, M. 1908. Orologie der pflanzlichen saprobien. *Ben Deustsh Botan Gen*, 26(3), 505-519.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1985. Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologia*, Band 9. J. Cramer, 230, Berlin-Stuttgart.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Ed: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, 876, Stuttgart.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Ed: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag, 596, Jena.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Ed: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, 576, Stuttgart, Jena.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Ed: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. And Mollenhauer, D. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, 437, Stuttgart, Jena.
- Krstic, S., Levkov, Z. and Stojanovski, P. 1999. Saprobiological characteristics of diatom microflora in river ecosystems in Macedonia as a parameter for

- determination of the intensity of anthropogenic influence. In: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 145-153, Douai.
- Lange-Bertalot, H. 1978. Diatomeen-differentialarten anstelle von leitformen: ein geeigneteres kriterium der gewasserbelastung. Arch Hydrobiol. Suppl., 51, Algological Studies, 21, 393-427.
- Lange-Bertalot, H. 1979. Toleranzgrenzen und populationsdynamik benthischer diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. Arch Hydrobiol., 56, 184-219.
- Lange-Bertalot, H. 1980. Kieselalgen als indikatoren der gewasserqualitat. Insbesondere bei hoher kommunaler und industrieller Belastung in Main und Rhein. Cour. Courier Forschungsthemen-institu Senckenberg, 41, 97-110.
- Lange-Bertalot, H. 2001. Diatoms of the European inland water and comparable habitats. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. In: Diatoms of Europe 2. Lange-Bertalot, H. (eds), 1-526. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Vaduz.
- Lecointe, C., Coste, M. and Prygiel, J. 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia, 269/270, 509-513.
- Leclercq, L. and Maquet, B., 1987. Deux Nouveaux Indices Chimiques et Diatomiques de Qualite d'eau Courante. Application au Samson et Ses Affluents (Bassin de la Meuse Belge). Comparaison Avec d'autres Indices Chimiques Biocenotiques et Diatomiques. Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Document de Travail, 38, 1-113.
- Leclercq, L. and Lecointe, C. 2008. Présentation de l'indice diatomique de saprobie-eutrophisation (IDSE) introduit dans la nouvelle version de Omnidia. 27 ème Colloque de l'ADLaF Dijon 1-4 Sept.2008. Livre des résumés. F. R. A. L. ECTOR. C23: 50
- Leclercq, L. and Ntislidou, C. 2009. Application de l'indice diatomique de saprobie-eutrophisation (IDSE) pour déterminer l'évolution de l'eutrophisation anthropique du lac Bütgenbach (province de Liège, Belgique) depuis sa construction en 1932. In C. RIAUX-GOBIN (Eds.) 28 ème Colloque de l'ADLaF Lab. Arago Banyuls 7-10 Sept.2009, 50 (poster P21)
- Leeuwenhoek, A. van 1703. Part of a letter from Mr. Antony van Leeuwenhoek, F. R. S. Concerning green weeds growing in water and some Animalcula found about them. Philosophical Transactions Royal Society, 23(283), 1304-1311.

- Lek, S., Scardi, M., Verdonchot, P.F.M., Descy, J-P., Park, Y-S. 2005. Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 518, Germany.
- Lenoir, A. and Coste, M. 1996. Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French national water board network. In: Use of Algae for Monitoring Rivers II. B.A. Whitton and E. Rott (eds.), Institut für Botanik, Univ., Innsbruck, 29-43, Innsbruck.
- Leps, J. and Smilauer, P. 2003. Multivariate Analysis of Ecological Data Using Canoco. Cambridge University Press, 269, New York.
- Levkov, Z., Metzeltin, D. and Pavlov, A. 2013. *Luticola* and *Luticolopsis*. In: Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 7. Lange-Bertalot, H. (eds), 698, Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Liebmann, H. 1962. Handbuch der Frischwasser-und Abwasser-Biologie. Fischer, 588, München.
- Lobo, E. and Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. Rev. Biol. Mar., 22(1), 1-29.
- Lobo, E.A., Katoh, K. and Aruga, Y. 1995. Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo Metropolitan area, Japan. Freshwater Biology, 34, 191-204.
- Lobo, E. A., Bes, D., Tudesque, L. and Ector, L. 2004. Water quality assessment of the Pardino River, RS, Brazil, using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators. Vie et Milieu Life and Environment, 54, 115-125
- Lowe, R.L. 1979. Phytobenthic ecology and regulated streams. In: The Ecology of Regulated Streams. Ward, J. V., Stanford, J. A. (eds), Plenum Press, 25-34, New York.
- Meissner, K. 2014. Training on evaluating and assessment of monitoring results. Technical Assistance for Capacity Building on Water Quality Monitoring Project.
- Merino, V., Garcia, J. and Hernandez-Marine, M. 1995. Use of diatoms for pollution monitoring in the Valira basin (Andorra). In: Proceedings of the 13th International Diatom Symposium. Marino, D., Montresor, M. (eds), Biopress limited, 107-119, Bristol.
- Montesanto, B., Ziller, S. and Coste, M. 1999. Communautés diatomiques epilithiques et qualité des ruisseaux du Mont Stratoniko, Chalkidiki (Grèce): premiers resultants. Crypt Algol., 20, 137-138.

- Munsuz, N. ve Ünver, İ. 1999. Türkiye Suları. A.Ü. Zir. Fak. Yay., 1505, Ankara.
- Müller, O.F. 1786. Animalcula Infusoria Fluviatilia et Marina. 367, Havniae.
- Ortiz-Lerin, R. and Cambra, J. 2007. Distribution and taxonomic notes of *Eunotia* Ehrenberg 1837 (*Bacillariophyceae*) in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica*, 26(2), 415-434.
- Ölmez, M. 1992. Yukarı Sakarya Havzası Sakaryabaşı bölgesi balıklarının popülasyon dinamiği üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı. 228, Ankara.
- Pan, Y. and Stevenson, J. 1996. Gradient analysis of diatom assemblages in Western Kentucky Wetlands. *J. Phycol.*, 32, 222-232.
- Pantle, R. and Buck, H. 1955. Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, 96, 604, München.
- Pardo, I., Alvarez, M., Casas, J., Moreno, J.L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jaimez-Cuellar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suarez, M.L., Toro, M. and Vidal-Abarca, M.R. 2002. El habitat de los rios mediterraneos. Diseño de un indice de diversidad de habitat. *Limnetica*, 21(3-4), 115-133.
- Potapova, M. 2007. Morphological and ecological variation within the *Achnanthes minutissimum* (*Bacillariophyceae*) species complex. *J. Phycol.*, 43, 561-575.
- Prygiel, J., Leveque, L. and Iserentant, R. 1996. L'IDP: Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualite des eaux en reseau de surveillance. *Revue des Sciences de l'eau*, 9, 97-113.
- Prygiel, J. and Coste, M. 1998. Mise au point de l'Indice Biologique Diatomée, un indice diatomique pratique applicable au reseau hydrographique français. *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances* 211, 40-45.
- Prygiel, J. and Coste, M. 2000. Guide methodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées. NF T 90-354. Agences de l'eau-Cemagref, Douai.
- Pulatsü, S. and Çamdeviren, H. 1999. Water quality parameters in inflow and outflow of Sakaryabaşı trout farm. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(2): 30-35.
- Rimet, F., Ector, L., Cauchie, H.M. and Hoffmann, L. 2004. Regional distribution of diatom assemblages in the headwater streams of Luxembourg. *Hydrobiologia*, 520, 105-117.
- Rimet, F. 2009. Benthic diatom assemblages and their correspondence with ecoregional classifications: case study of rivers in north-eastern France. *Hydrobiologia*, 636, 137-151.

- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. and Pipp, E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 73, Wien.
- Rott, E. and Pipp, E. 1999. Progress in the use of benthic algae for monitoring rivers in Austria. In: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska, J. (eds), Agence de l'Eau Artois Picardie, 110-112, Douai.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Ortler, K., Binder, N. and Pall, K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern. Teil 2: Trophieindikation (Sowie Geochemische Präferenzen, Taxonomische und Toxikologische Anmerkungen). Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 248, Wien.
- Rott, E., Pipp, E. and Pfister, P. 2003. Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. *Algolog Stud.*, 110, 91-115.
- Round, F.E. 1965. The epipsammon; a relatively unknown freshwater algal association. *British Phycological Bulletin*, 2(6), 456-462.
- Round, F.E., Crawford, R.M. and Mann, D.G. 1990. *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, 442, London.
- Rumeau, A. and Coste, M. 1988. Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. *Bull. Fr. Piscic.*, 309, 69.
- Sabater, S., Guasch, H., Picon, A., Romani, A.M. and Munoz, I. 1996. Using diatom communities to monitor water quality in a river after the implementation of a sanitation plan (River Ter, Spain). In: Use of Algae for Monitoring Rivers II. Whitton, B.A., Rott, E. (eds), Innsbruck, 97-103, Austria.
- Schiefele, S. and Schreiner, C. 1991. Use of diatoms for monitoring nutrient enrichment, acidification and impact of salt in rivers in Germany and Austria. In: Use of Algae for Monitoring Rivers. Whitton, B.A., Rott, E., Friedrich, G. (eds), Institut für Botanik Universität Innsbruck, 103-110, Düsseldorf, Germany.
- Schiefele, S. and Kohmann, F. 1993. Bioindikation der Trophie in Fließgewässern. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 272, Umweltbundesamt.
- Sechriest, R.E. 1960. Relationship between total alkalinity, conductivity, original pH, and buffer action of natural water. *The Ohio Journal of Science*, 60(5), 303-308.
- Sladeczek, V. 1973. System of Water Quality From the Biological Point of View. *Archiv für Hydrobiologie, Ergebnisse der Limnologie*, 7, 1-218.

- Sladecek, V. 1986. Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta Hydroch Hydrobiol.*, 14, 555-566.
- Solak, C.N. 2011. The application of diatom indices in the Upper Porsuk Creek Kütahya-Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 31-36.
- Solak, C.N. and Acs, E. 2011. Water quality monitoring in European and Turkish rivers using diatoms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 329-337.
- Solak, C.N. and Wojtal, A.Z. 2012. Diatoms in spring and streams of Türkmen Mt. (Sakarya River Basin) common in Turkish inland waters. *Polish Botanical Journal*, 57(2), 375-425.
- Solak, C.N., Ector, L., Wojtal, A.Z., Acs, E. and Morales, E.A. 2012a. A review of investigations on diatoms (Bacillariophyta) in Turkish inland waters. *Nova Hedwigia, Beiheft* 141, 431-462.
- Solak, C.N., Barinova, S., Acs, E. and Dayıoğlu, H. 2012b. Diversity and ecology of diatoms from Felenk creek (Sakarya River basin) Turkey, *Turk. J. Bot.*, 36, 191-203.
- Solak, C.N. and Kulikovskiy, M. 2013. Species composition and distribution of centric diatoms from Türkmen Mountain (Sakarya River Basin/Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 37, 589-596.
- Solimini, A.G., Cardoso, A.C. and Heiskanen, A-S. 2006. Indicators and methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive. European Commission, EUR 22314 EN.
- Steinberg, C. and Schiefele, S. 1988. Biological indication of trophic and pollution of running waters. *Z. Wasser. Abwasser. Forsch.*, 21: 227-234.
- Stenger-Kovacs, C., Buczko, K., Hajnal, E. and Padisak, J. 2007. Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia*, 589, 141-154
- Stevenson, R.J., Bothwell, M.L. and Lowe, R.L. 1996. *Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press, 753, London.
- Stevenson, B.J. and Bahls, L.L. 1999. Periphyton protocols. In: *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Second Edition, Washington, D.C.
- Szabo, K., Kiss, K.T., Ector, L., Kecskes, M. and Acs, E. 2004. Benthic diatom flora in a small Hungarian tributary of river Danube (Rakos-stream). *Algol Stud.*, 111, 79-94.

- Şahin, B. 1992. Trabzon yöresi tatlısu diyatome florası üzerinde bir araştırma. *Doğa Tr. J. of Botany*, 16, 104-116.
- Şahin, B. 1998. Epipellic and epilithic algal flora of Cakirgol (Gumushane), Turkey. *First International Symposium on Fisheries and Ecology Proceedings*, 535-538.
- Şahin, B. 2002. Epipellic and epilithic algae of the Yedigöller Lakes (Erzurum-Türkiye). *Türk. J. Biol.*, 26, 221-228.
- Şen, B., Yıldız, K., Akbulut, A. ve Atıcı, T. 1994. Karamuk Gölü planktonundaki Bacillariophyta üyeleri ve su kalitesinin değerlendirilmesi, XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne, 4, 166-172.
- Taş, B., Yılmaz, Ö. ve Kurt, I. 2015. Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda su kalitesinin göstergesi olan epipelik diyatome. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(7), 610-616.
- Taylor, J.C., Archibald, C.G.M. and Harding, W.R. 2007. *An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species From South Africa*. Water Research Commission, TT282/07.
- Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4)*. Microcomputer Power, New York.
- Tokatlı, C. and Dayıoğlu, H. 2011. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality of Murat Stream (Sakarya River basin, Kütahya): Different sabrobity levels and pH status, *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(2), 55-60.
- Tokatlı, C. 2012. Sucul ekosistemlerin izlenmesinde bazı diyatome indekslerinin kullanılması: Gürleyik Çayı örneği (Eskişehir). *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29, 21-28.
- Tokatlı, C. and Dayıoğlu, H. 2014. Use of biological diatom index to evaluate the water quality of lotic ecosystems: a case study of Murat Stream (Kütahya, Turkey). *4th International Conference on Environment Science and Engineering*, 68, 19-23.
- Toman, J.M., Groseli, A.M. and Zelnik, I. 2014. The influence of selected factors on the distribution of epilithic diatoms in a torrential river the Kamniska Bistrica (Slovenia). *Acta Bot. Croat.*, 73(2), 447-463.
- Torrisi, M. 2003. Monitoraggio biologico dei corsi d'acqua Appenninici mediante l'Indice Algale di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D) comparator ad altri indici diatomici europei. *Università di Camerino*.
- Urrea-Clos, G. 2010. Distribution of diatom communities in agricultural and mining watersheds of southwest Spain. *Doktora Tezi. Institut d'Ecologia Aquatica, Universitat de Girona*, 276, Girona.

- Ünal, Ş. 1985. Beytepe ve Alap göletlerinde bentik alglerin mevsimsel değişimi, C. Ü. Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Bilgisi Dergisi, 3, 211-236.
- van Dam, H., Mertenés, A. and Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology, 28, 117-133.
- Watanabe, T., Asai, K. and Houki, A. 1988. Numerical water quality monitoring of organic pollution using diatom assemblage. In: Proceedings of the Ninth International Diatom Symposium 1986. Round, F.E. (eds), Koeltz Scientific Books, 123-141.
- Watanabe, T., Asai, K. and Houki, A. 1990. Numerical simulation of organic pollution in flowing waters. In: Encyclopedia of Environmental Control Technology vol. 4. Hazardous Waste Containment and Treatment. P. N. Cheremisinoff., Gulf Publishing Company Houston, 251-284.
- Wojtal, A.Z. 2003. Diatoms of the genus *Gomphonema* Ehr. (Bacillariophyceae) from a karstic stream in the Krakowsko-Czestochowska upland. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 72(3), 213-220.
- Yıldırım, V., Şen, B., Çetin, A.K. ve Alp, M.T. 2003. Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın (Elazığ) epipelik diatom florası. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(3), 329-336.
- Yıldız, K. 1985. Meram Çayı alg toplulukları üzerinde araştırmalar Kısım III- Sedimanlar üzerinde yaşayan algler, Doğa Bilim Dergisi, 9, 428-434.
- Yıldız, K. 1987. Diatoms of the Porsuk River Turkey. Doğa TU J. Biology, 11(3), 162-181.
- Yıldız, K. ve Özkıran, Ü. 1994. Çubuk Çayı diatomeleri. Tr. J. of Botany, 18, 313-329.
- Yıldız, K. ve Atıcı, T. 1996. Ankara Çayı diatomeleri. Gazi Üniv. Fen-Ed. Fak. Fen Bilimleri Dergisi, 6, 59-87.
- Zelinka, M. and Marvan, P. 1961. Zur praxisierung der biologischen klassifikation der reinheit fliessender gewasser. Archiv für Hydrobiologie, 57(3), 389-407.
- Ziller, S. and Montesanto, B. 2004. Phytobenthos (diatoms) and water framework directive implementation: the case of two Mediterranean rivers in Greece. Fresen Environ Bull., 13, 128-138.

EKLER

EK 1 Bacillariales Takımına İlişkin Türler

EK 2 Cocconeidales Takımına İlişkin Türler

EK 3 Cymbellales Takımına İlişkin Türler

EK 4 Eunotiales Takımına İlişkin Türler

EK 5 Fragilariales Takımına İlişkin Türler

EK 6 Licmophorales Takımına İlişkin Türler

EK 7 Mastogloiales Takımına İlişkin Türler

EK 8 Naviculales Takımına İlişkin Türler

EK 9 Rhopalodiales Takımına İlişkin Türler

EK 10 Surirellales Takımına İlişkin Türler

EK 11 Tabellariales Takımına İlişkin Türler

EK 12 Thalassiophysales Takımına İlişkin Türler

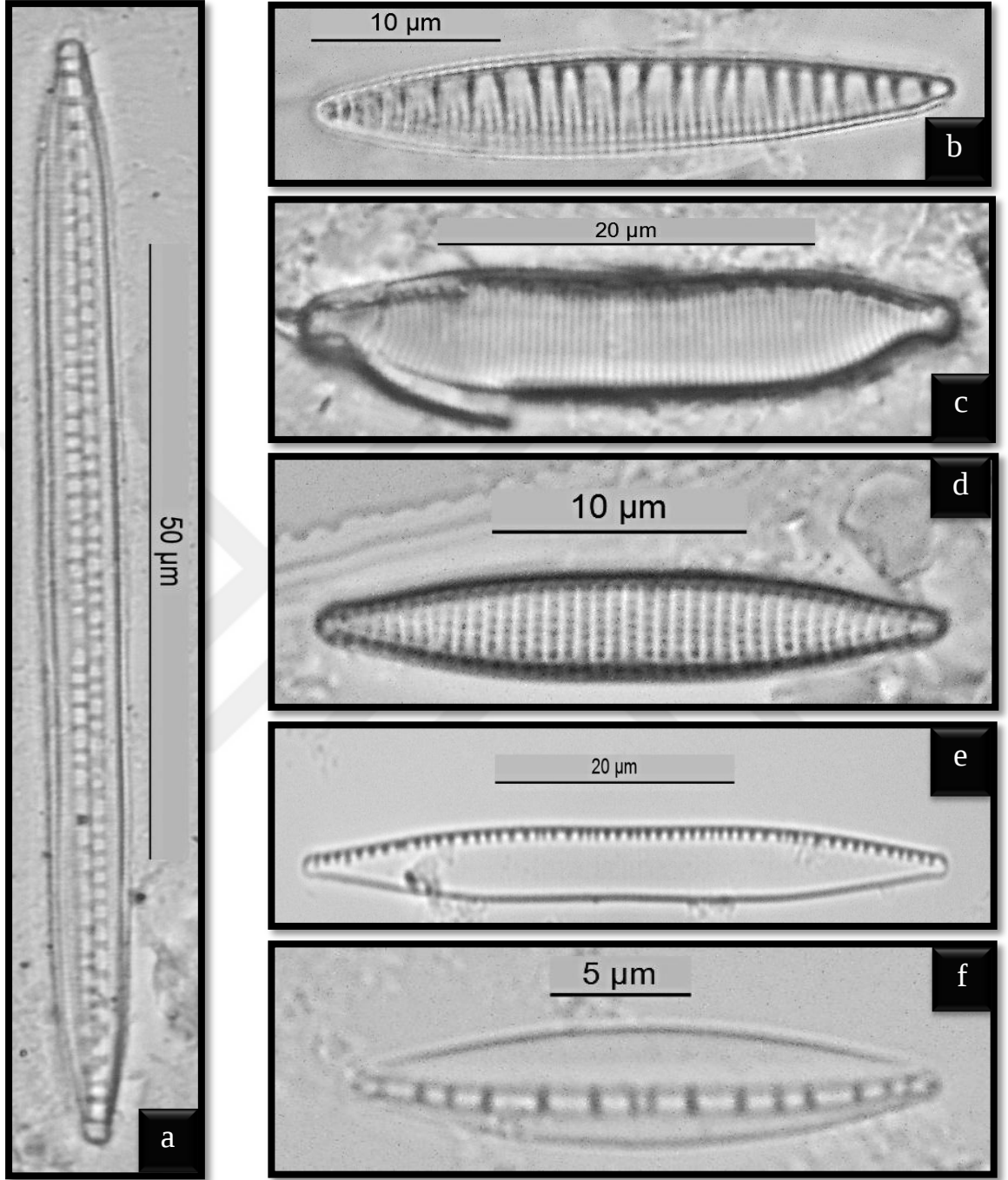
EK 13 Aulacoseirales Takımına İlişkin Türler

EK 14 Coscinodiscales Takımına İlişkin Türler

EK 15 Melosirales Takımına İlişkin Türler

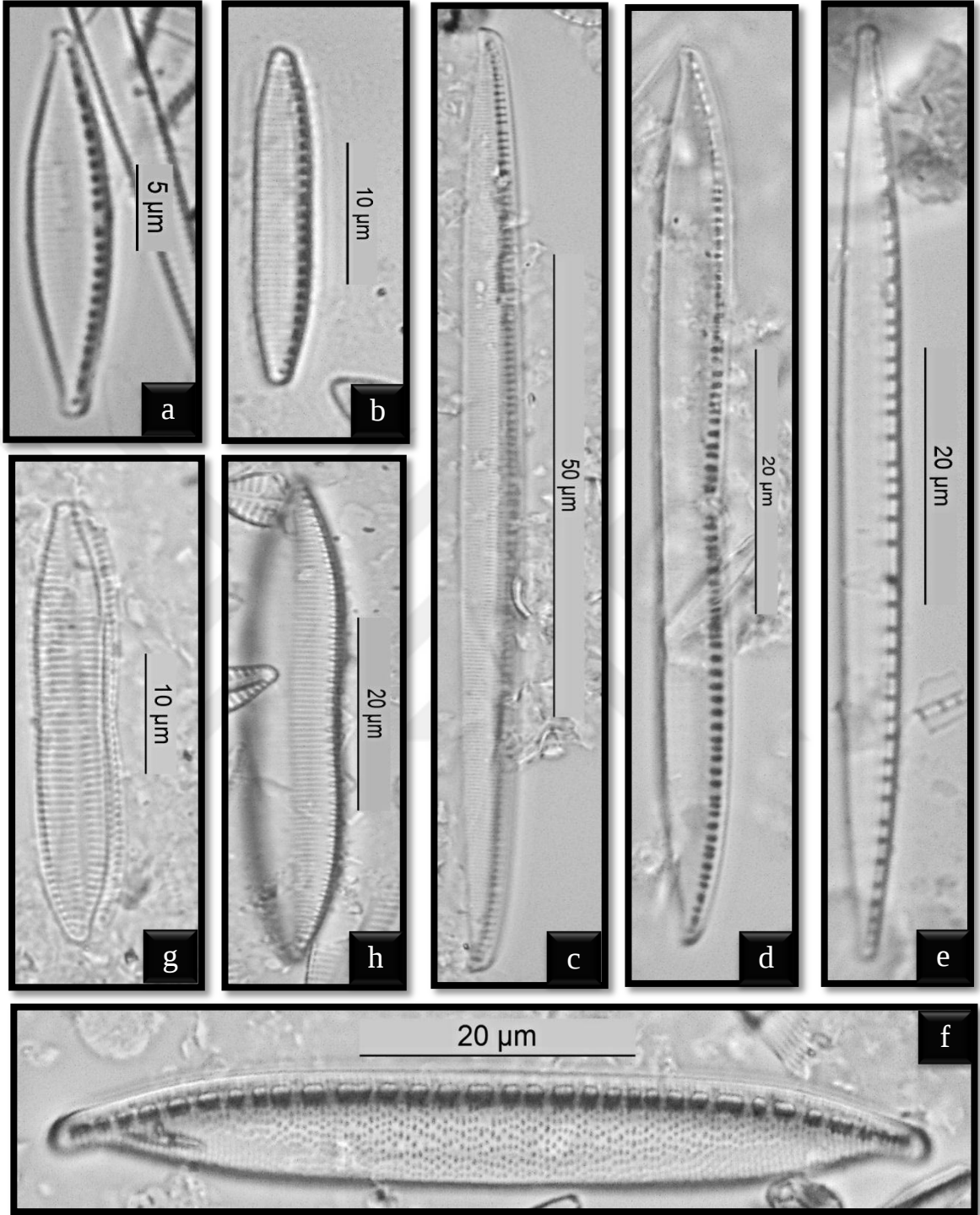
EK 16 Stephanodiscales Takımına İlişkin Türler

EK 1 Bacillariales Takımına İlişkin Türler



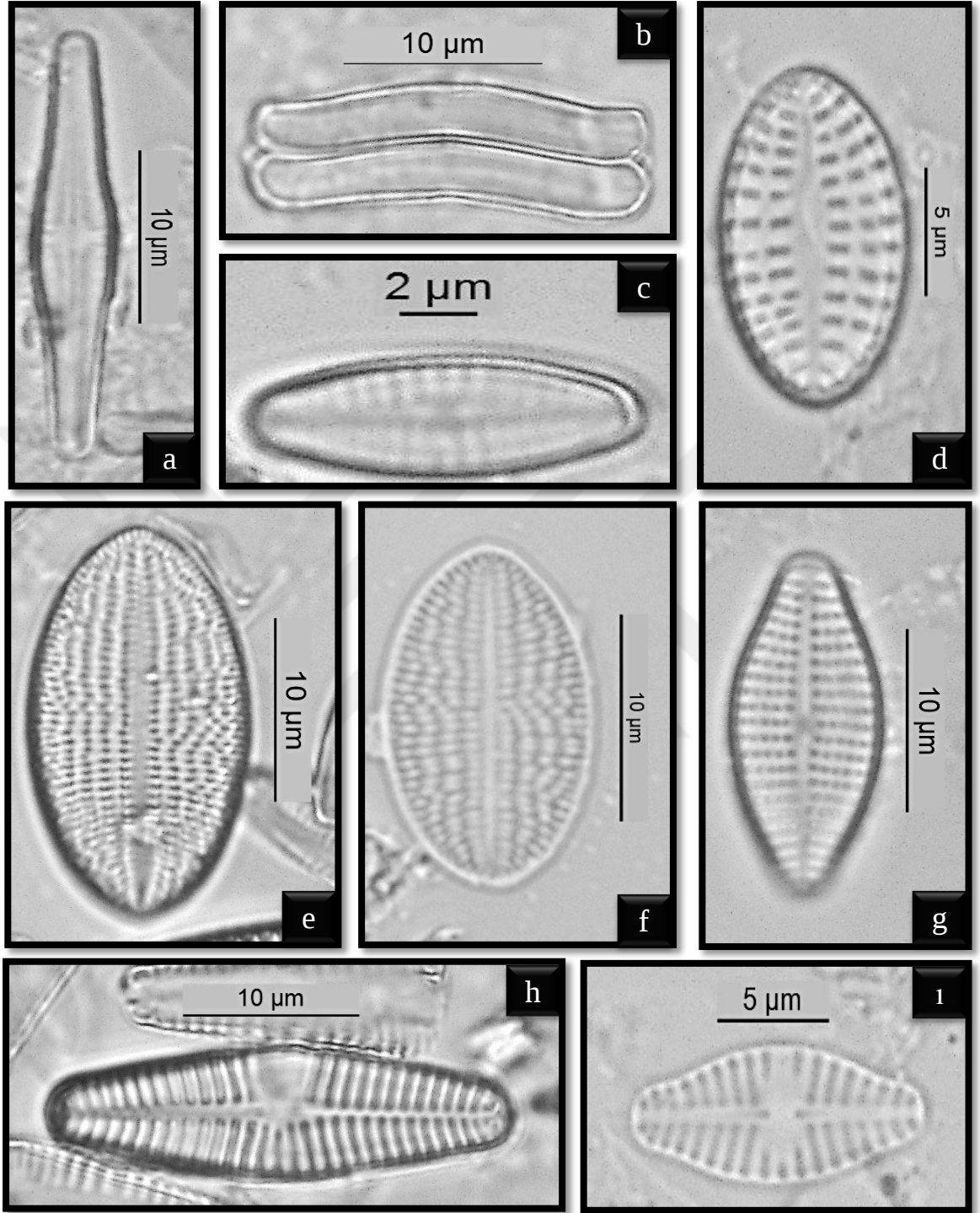
Şekil 1 a. *Bacillaria paxillifera* (O.F.Müller) T.Marsson b. *Denticula kuetzingii* Grunow c. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow d. *Nitzschia amphibia* Grunow e. *N. capitellata* Hustedt, nom. inval. f. *N. dissipata* (Kützing) Rabenhorst

EK 1 Bacillariales Takımına İlişkin Türler (devam)



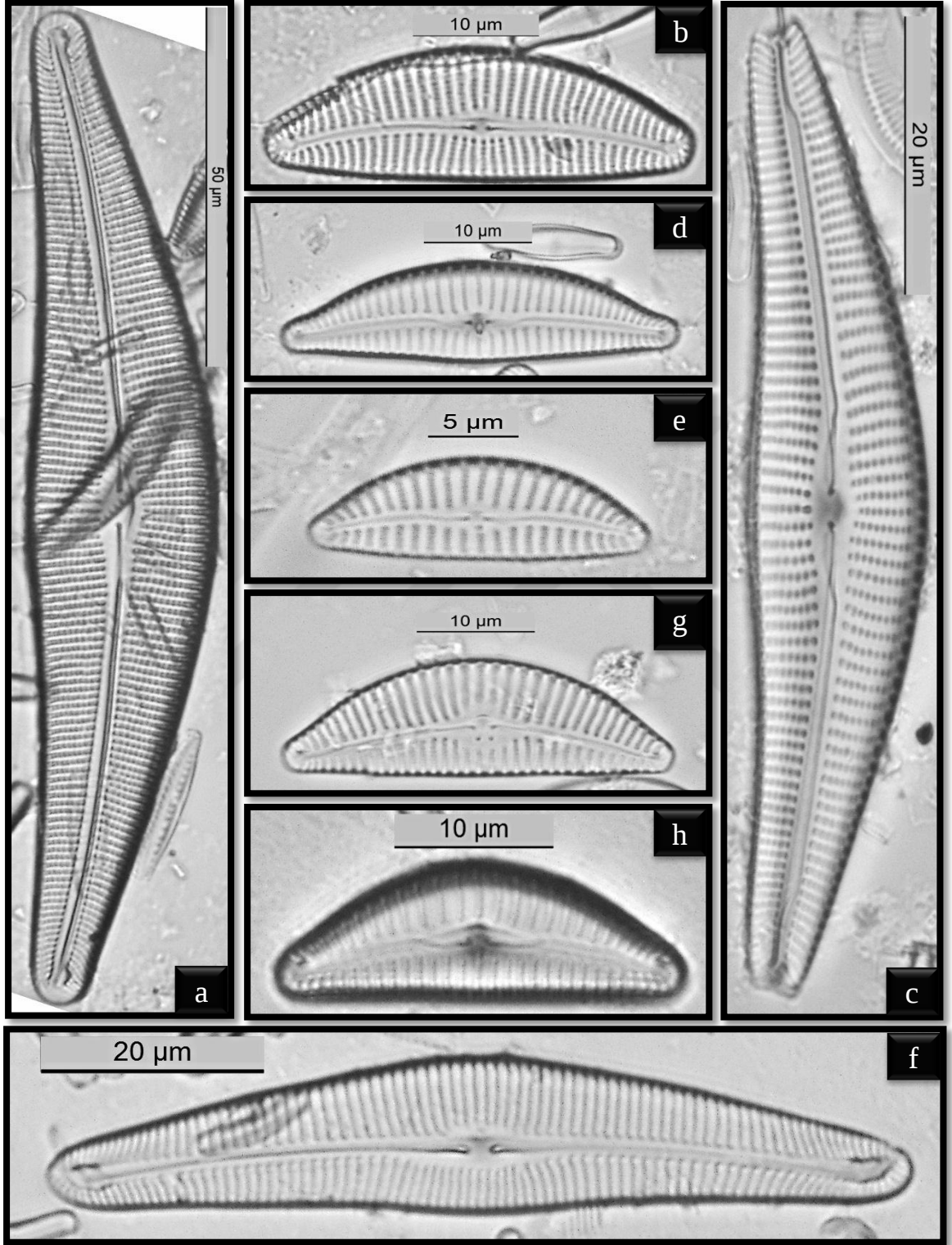
Şekil 2 a. *Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow b. *N. frustulum* (Kützing) Grunow c. *N. heufleriana* Grunow d. *N. linearis* W.Smith e. *N. recta* Hantzsch ex Rabenhorst f. *N. vitrea* G.Norman g. *Tryblionella apiculata* W.Gregory h. *T. hungarica* (Grunow) Frenguelli

EK 2 Cocconeoidales Takımına İlişkin Türler



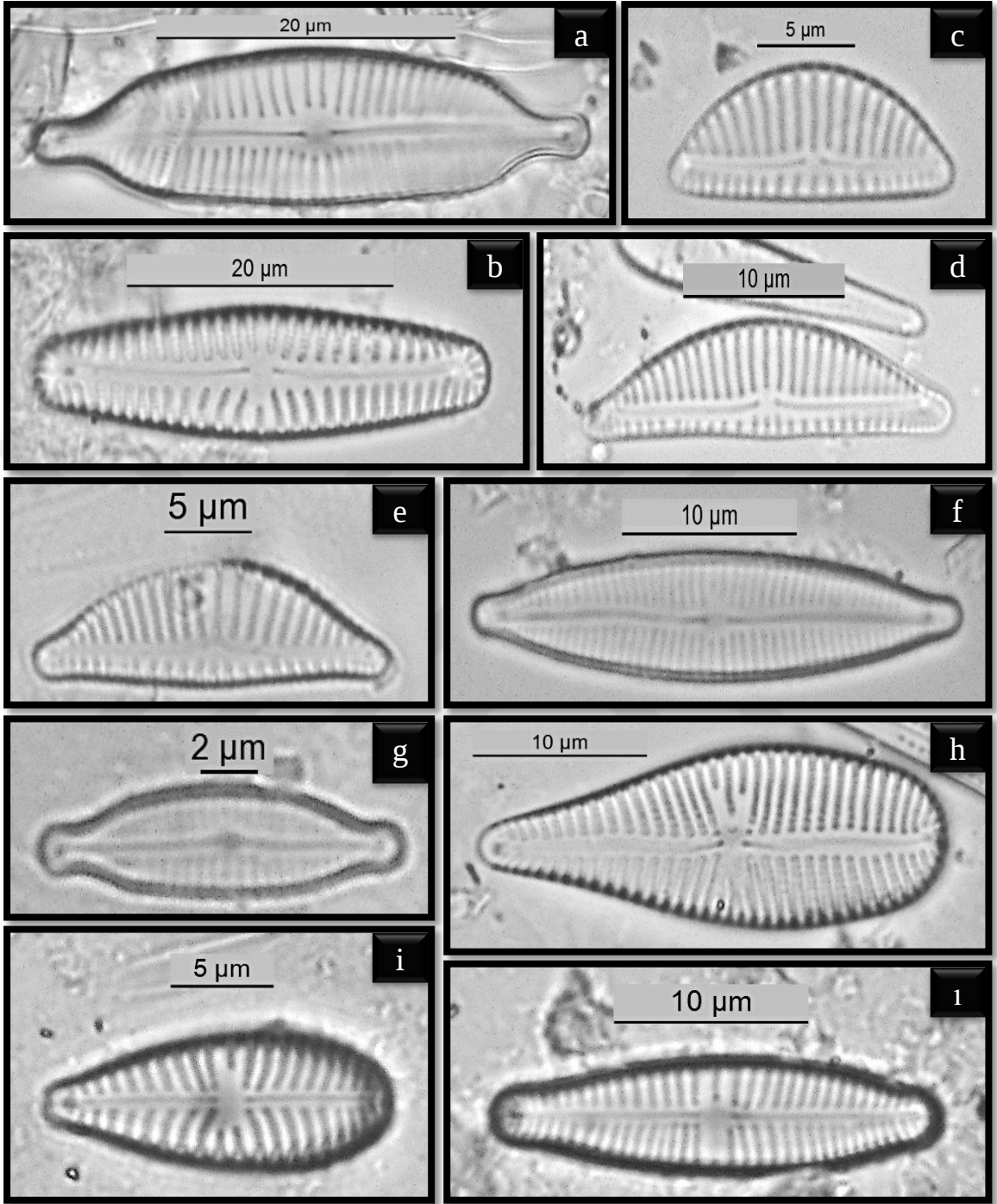
Şekil 1 a. *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki b. *A. minutissimum* (Kützing) Czarnecki c. *A. pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi d. *Cocconeis disculus* (Schumann) Cleve e. *C. placentula* Ehrenberg f. *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck g. *Karayevia clevei* (Grunow) Round & Bukhtiyarova h. *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot i. *P. rostratum* (Østrup) Lange-Bertalot

EK 3 Cymbellales Takımına İlişkin Türler



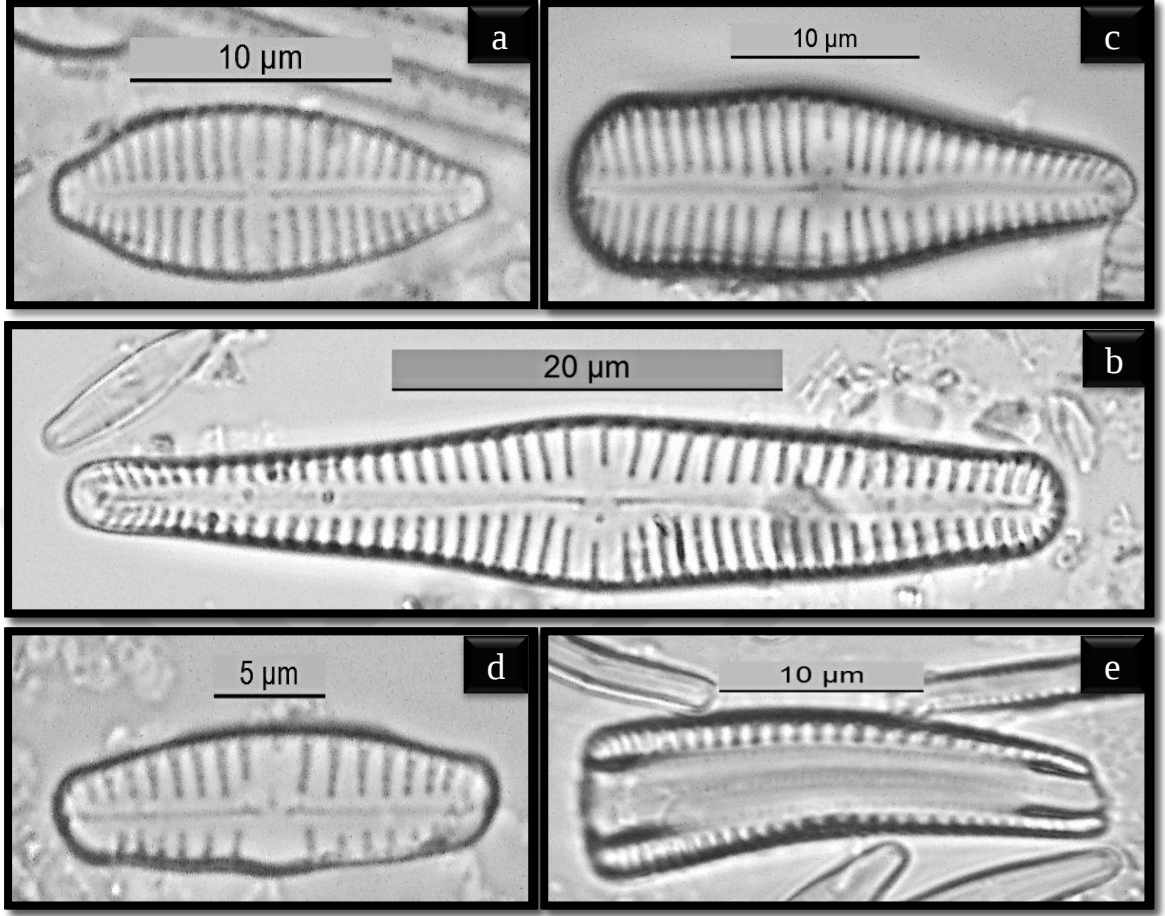
Şekil 1 a. *Brebissonia lanceolata* (C.Agardh) Mahoney & Reimer b. *Cymbella compacta* Østrup c. *C. cymbiformis* C.Agardh d. *C. excisa* Kützing e. *C. hustedtii* Krasske f. *C. lange-bertalotii* Krammer g. *C. neocistula* Krammer h. *C. parva* (W.Smith) Kirchner

EK 3 Cymbellales Takımına İlişkin Türler (devam)



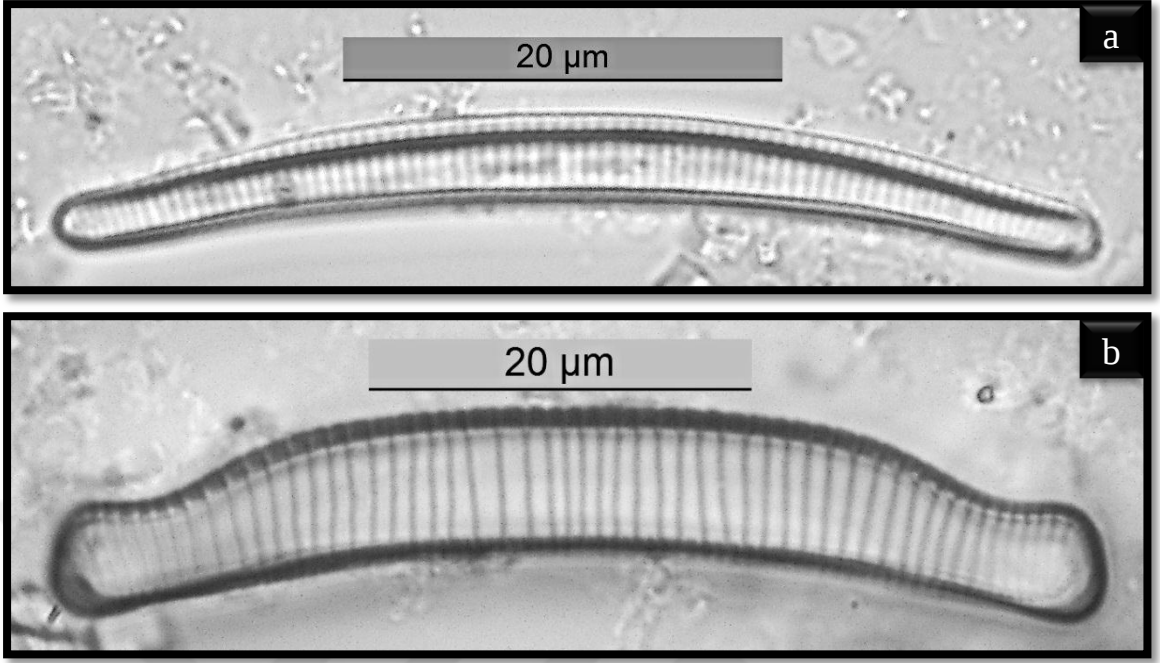
Şekil 2 a. *Cymboplectra amphicephala* (Nägeli) Krammer b. *Encyonema lacustre* (C.Agardh) Pantocsek c. *E. minutum* (Hilse) D.G.Mann d. *E. silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann e. *E. ventricosum* (C.Agardh) Grunow f. *Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) Krammer g. *E. minuta* Krammer & E.Reichardt h. *Gomphonema italicum* Kützing i. *G. micropus* Kützing j. *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson

EK 3 Cymbellales Takımına İlişkin Türler (devam)



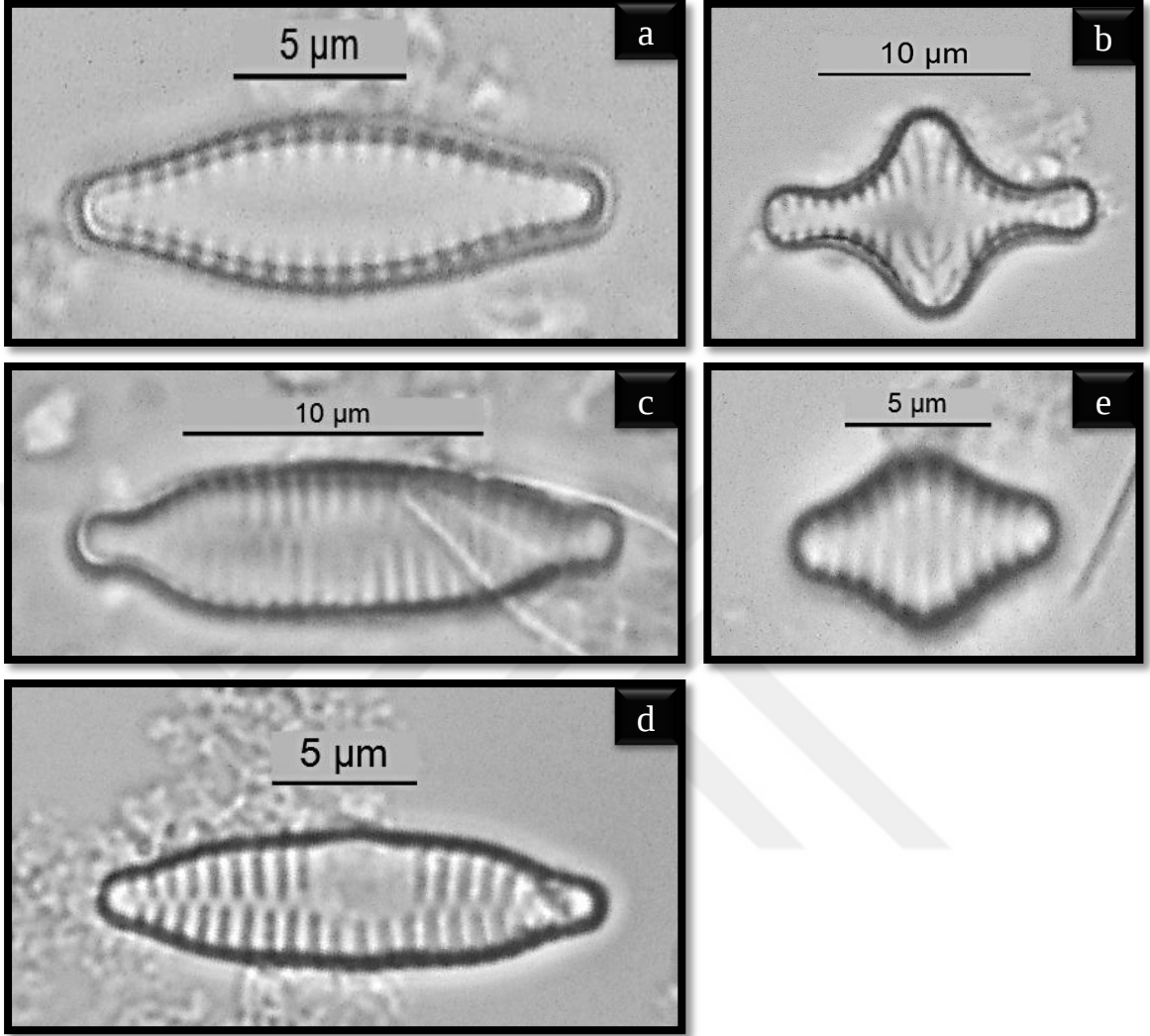
Şekil 3 **a.** *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing **b.** *G. subclavatum* (Grunow) Grunow **c.** *G. truncatum* Ehrenberg **d.** *Reimeria sinuata* (W.Gregory) Kociolek & Stoermer **e.** *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot

EK 4 Eunotiales Takımına İlişkin Türler



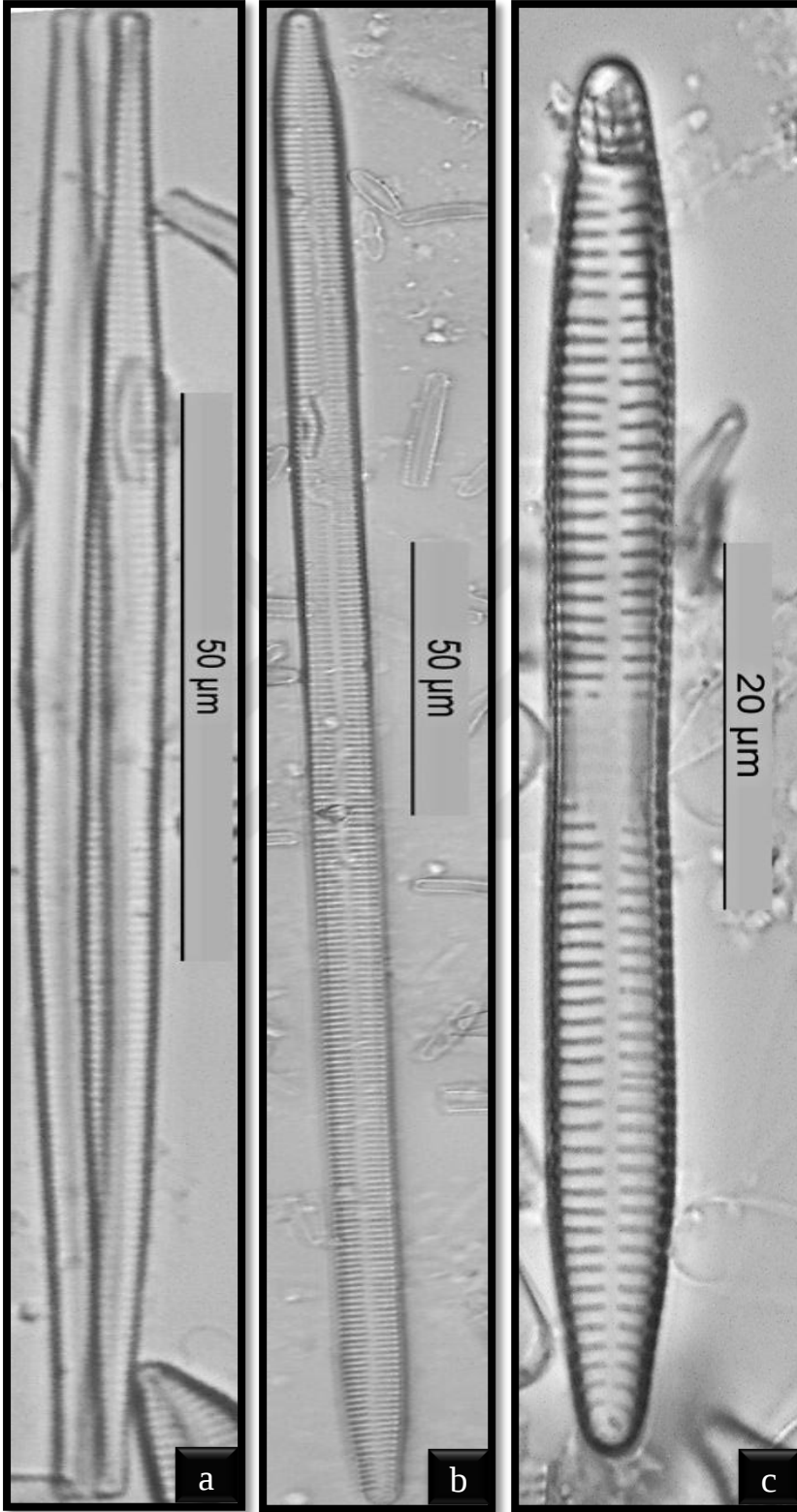
Şekil 1 a. *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt b. *E. minor* (Kützing) Grunow

EK 5 Fragilariales Takımına İlişkin Türler



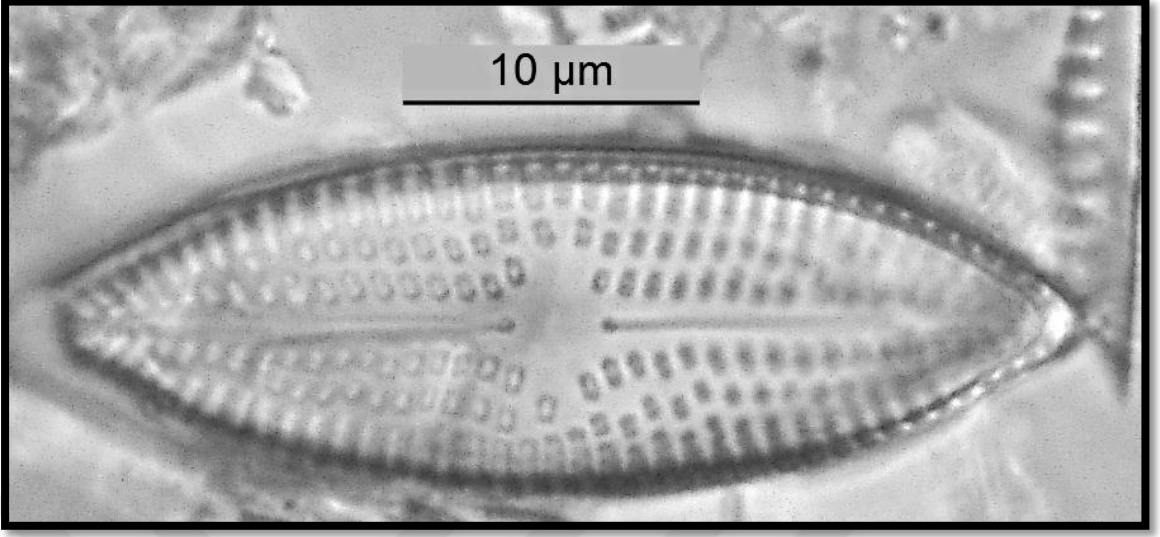
Şekil 1 **a.** *Fragilaria brevistriata* Grunow **b.** *F. construens* (Ehrenberg) Grunow **c.** *F. recapitellata* Lange-Bertalot & Metzeltin **d.** *F. vaucheriae* (Kützing) J.B.Petersen **e.** *Staurosira venter* (Ehrenberg) Cleve & J.D.Möller

EK 6 Licmophorales Takımına İlişkin Türler



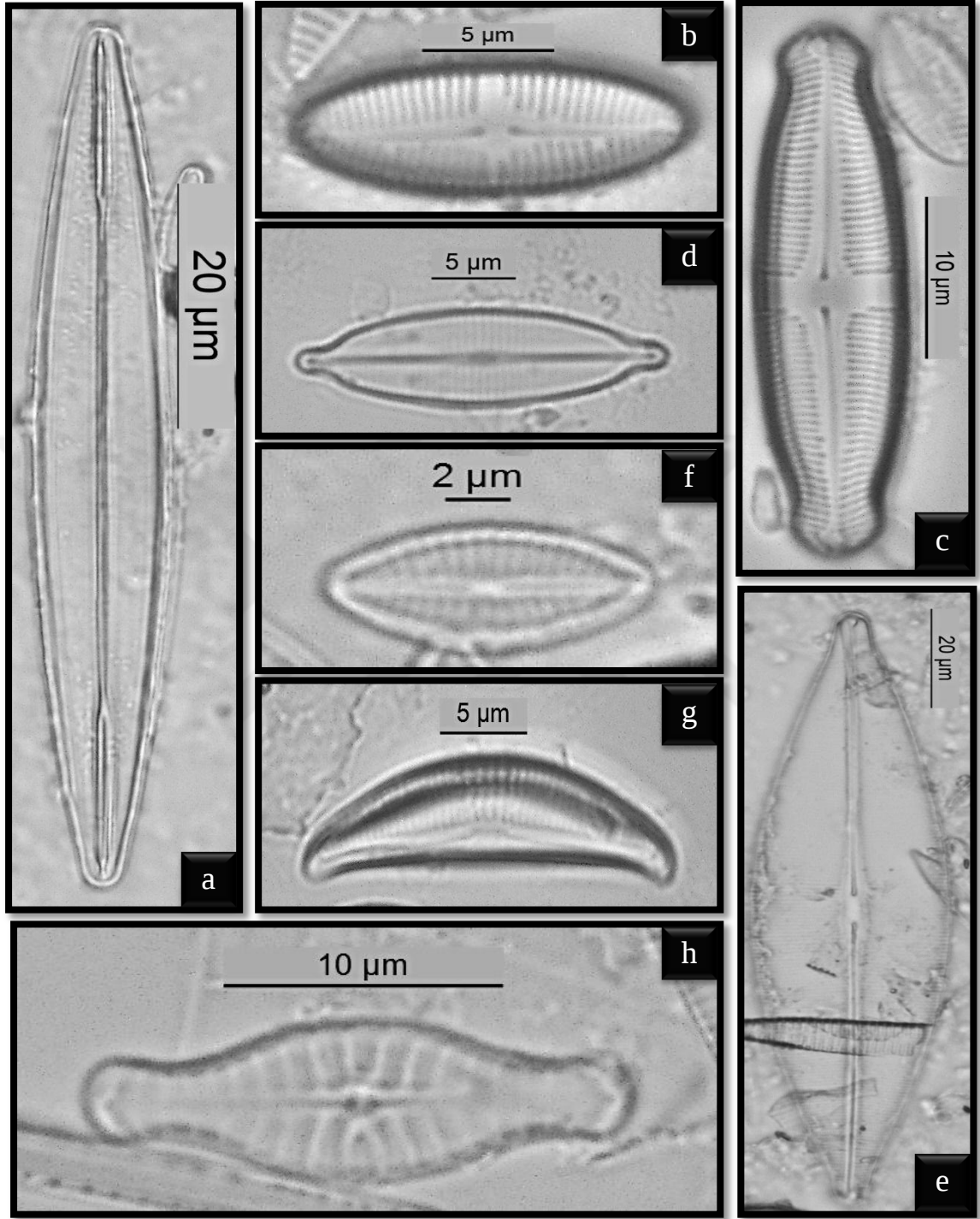
Şekil 1 a. *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal b. *U. biceps* (Kützing) Compère c. *U. ulna* (Nitzsch) Compère

EK 7 Mastogloiales Takımına İlişkin Türler



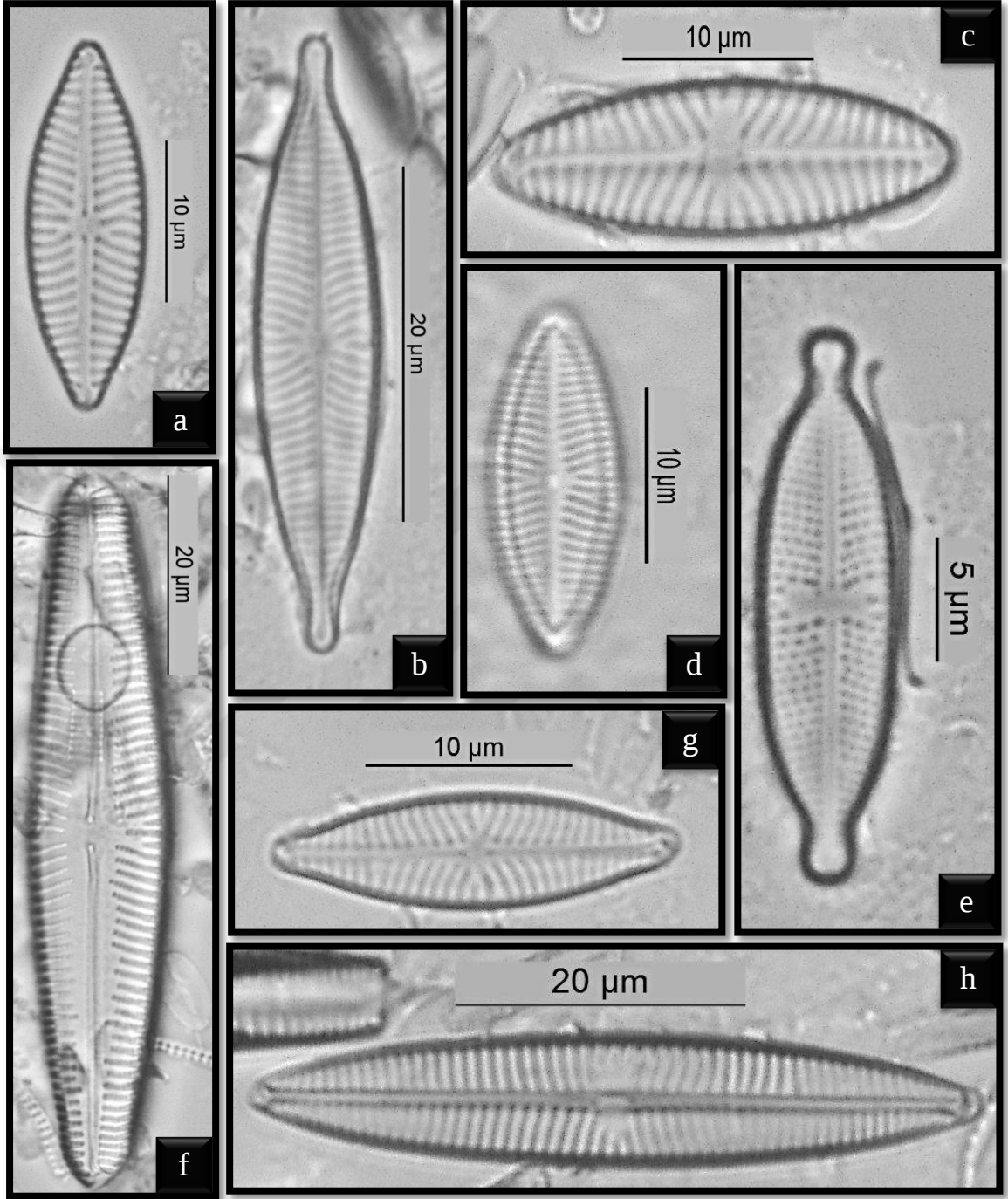
Şekil 1 *Aneumastus minor* Lange-Bertalot

EK 8 Naviculales Takımına İlişkin Türler



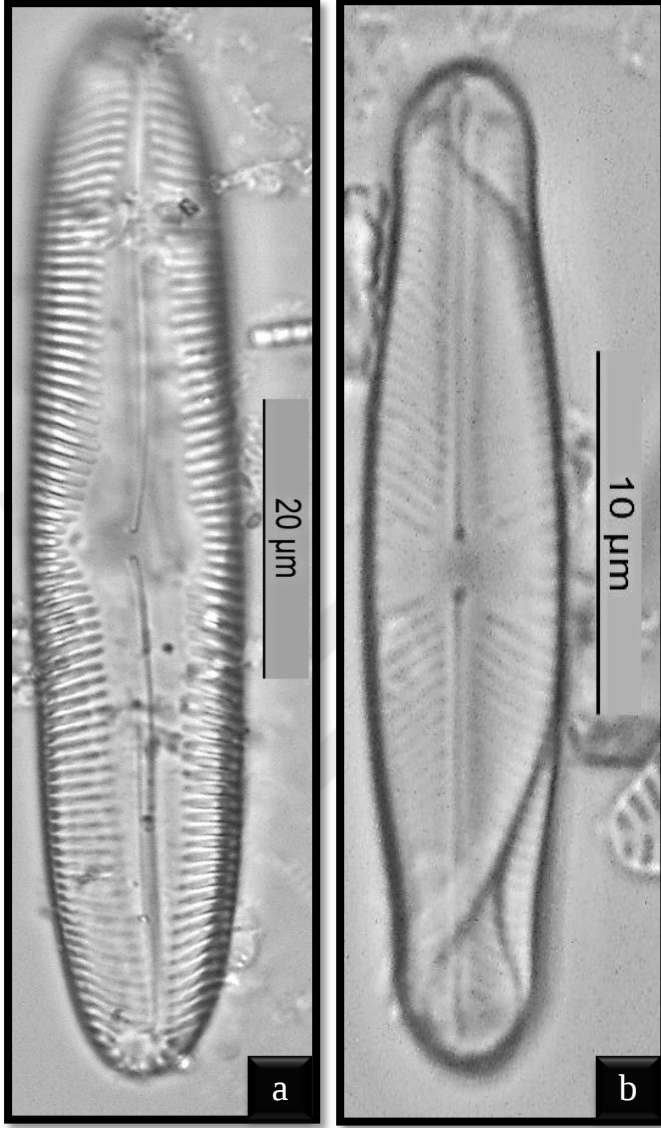
Şekil 1 a. *Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing b. *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve c. *C. macedonica* Hustedt d. *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G.Mann e. *C. cuspidata* (Kutzing) D.G.Mann f. *C. subminuscule* (Manguin) C.E.Wetzel & L.Ector g. *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov h. *Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

EK 8 Naviculales Takımına İlişkin Türler (devam)



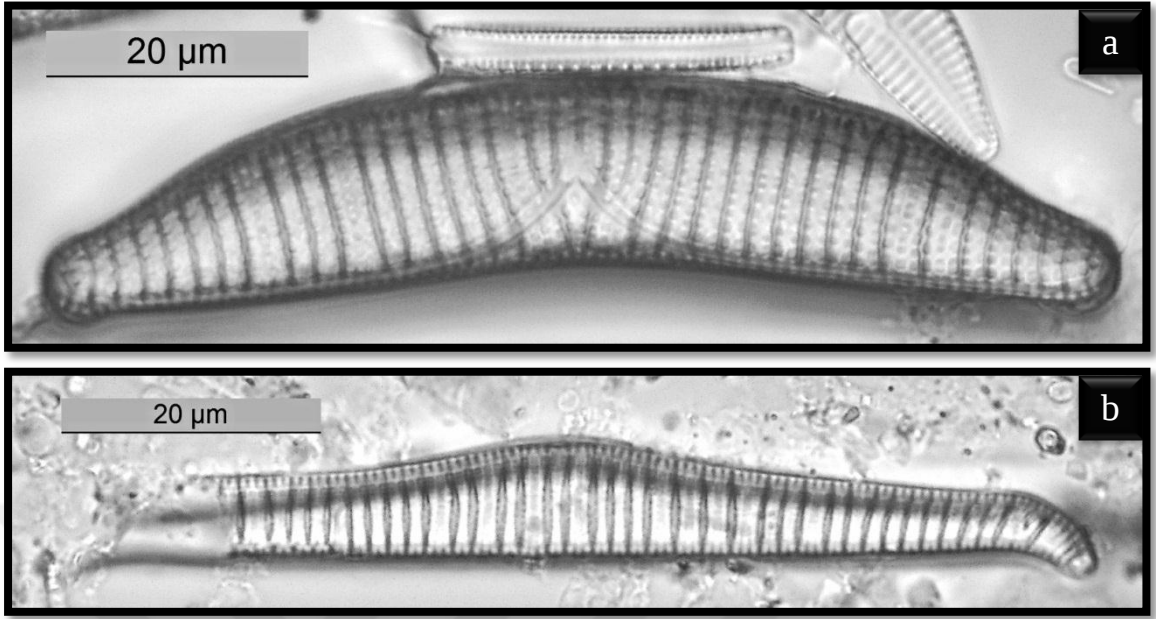
Şekil 2 a. *Navicula antonii* Lange-Bertalot b. *N. capitatoradiata* H.Germain c. *N. cari* Ehrenberg d. *N. cryptotenella* Lange-Bertalot e. *N. kotschyi* Grunow f. *N. oblonga* (Kützing) Kützing g. *N. reichardtiana* Lange-Bertalot h. *N. tripunctata* (O.F.Müller) Bory

EK 8 Naviculales Takımına İlişkin Türler (devam)



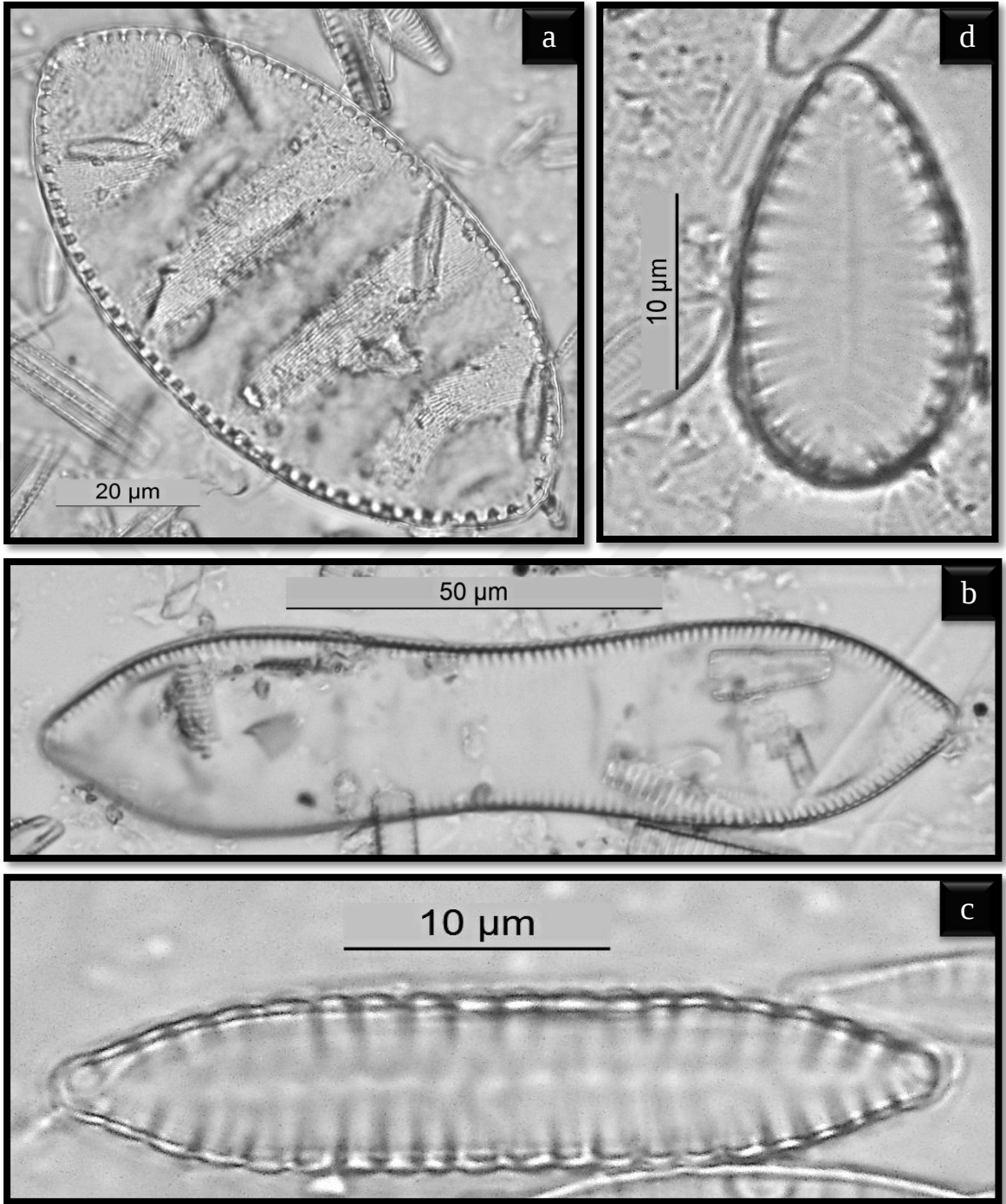
Şekil 3 a. *Pinnularia viridiformis* Krammer b. *Sellaphora pupula* (Kützing)
Mereschkovsky

EK 9 Rhopalodiales Takımına İlişkin Türler



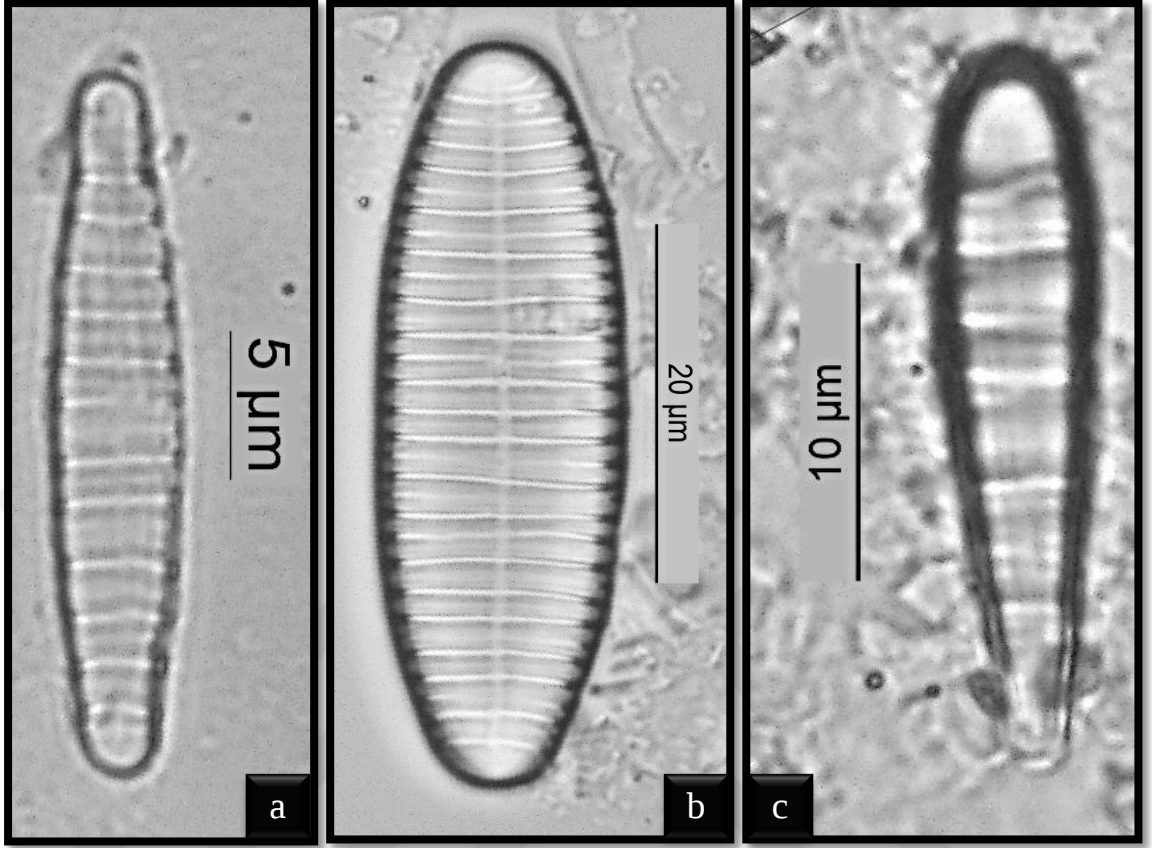
Şekil 1 a. *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing b. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller

EK 10 Surirellales Takımına İlişkin Türler



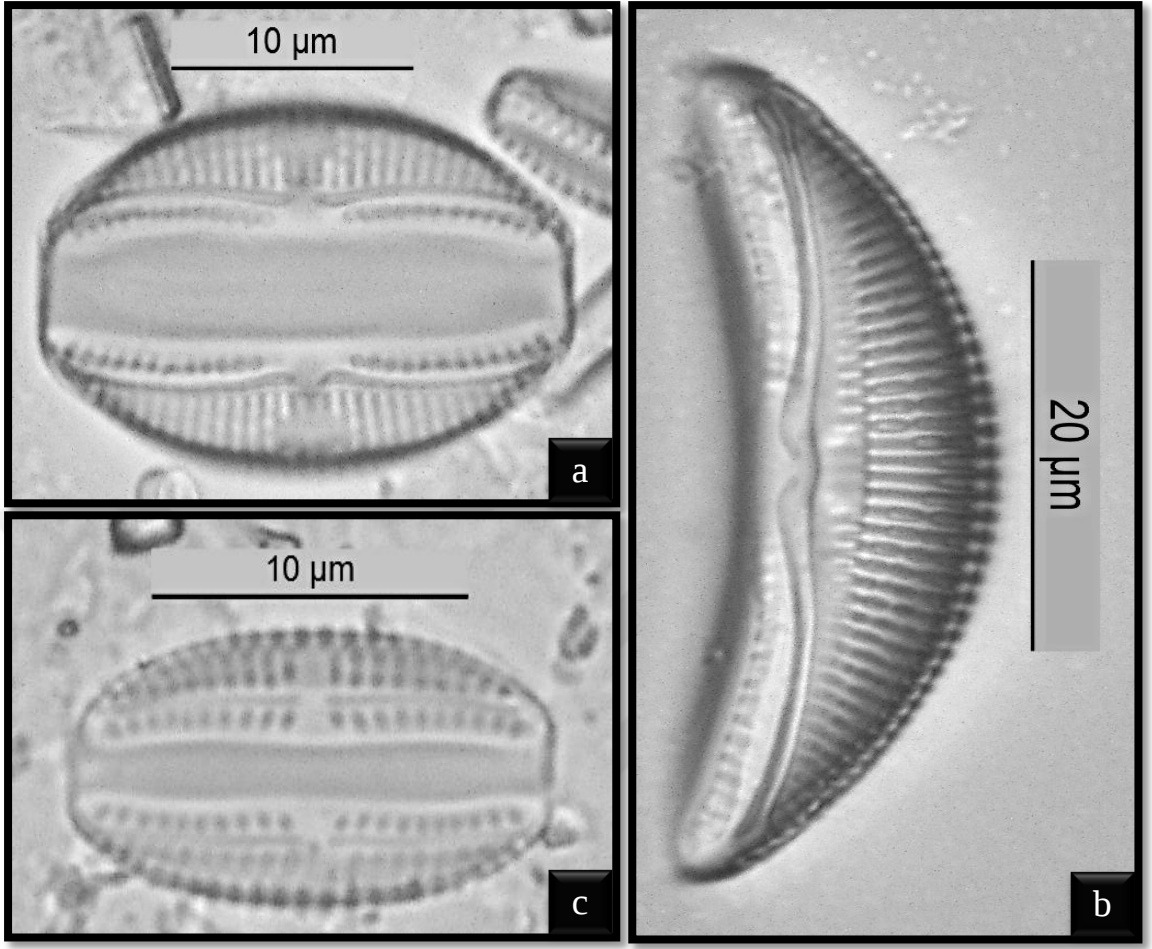
Şekil 1 a. *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W.Smith b. *C. solea* (Brébisson) W.Smith c. *Surirella angusta* Kützing d. *S. brebissoni* Krammer & Lange-Bertalot

EK 11 Tabellariales Takımına İlişkin Türler



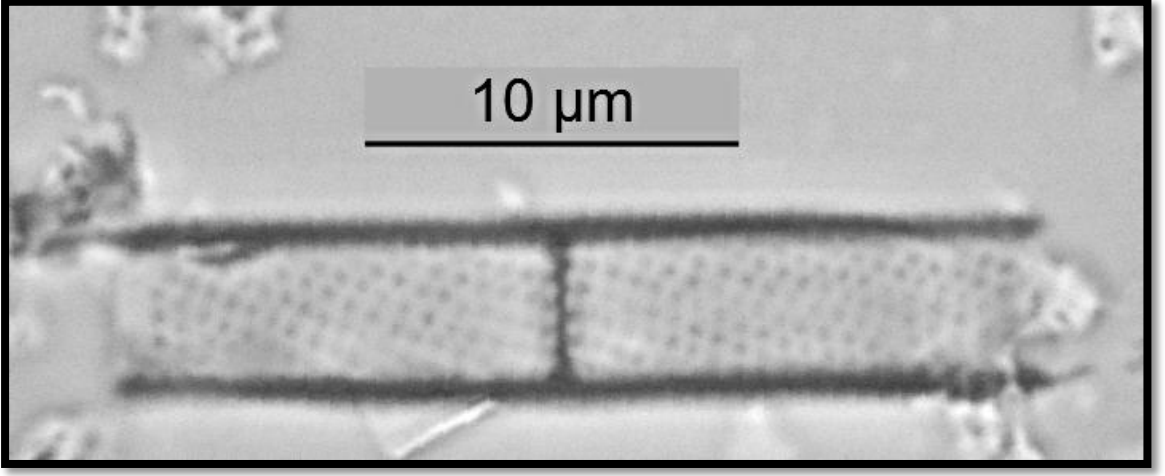
Şekil 1 **a.** *Diatoma moniliformis* (Kützinger) D.M.Williams **b.** *D. vulgaris* Bory **c.** *Meridion circulare* (Greville) C.Agardh

EK 12 Thalassiophysales Takımına İlişkin Türler



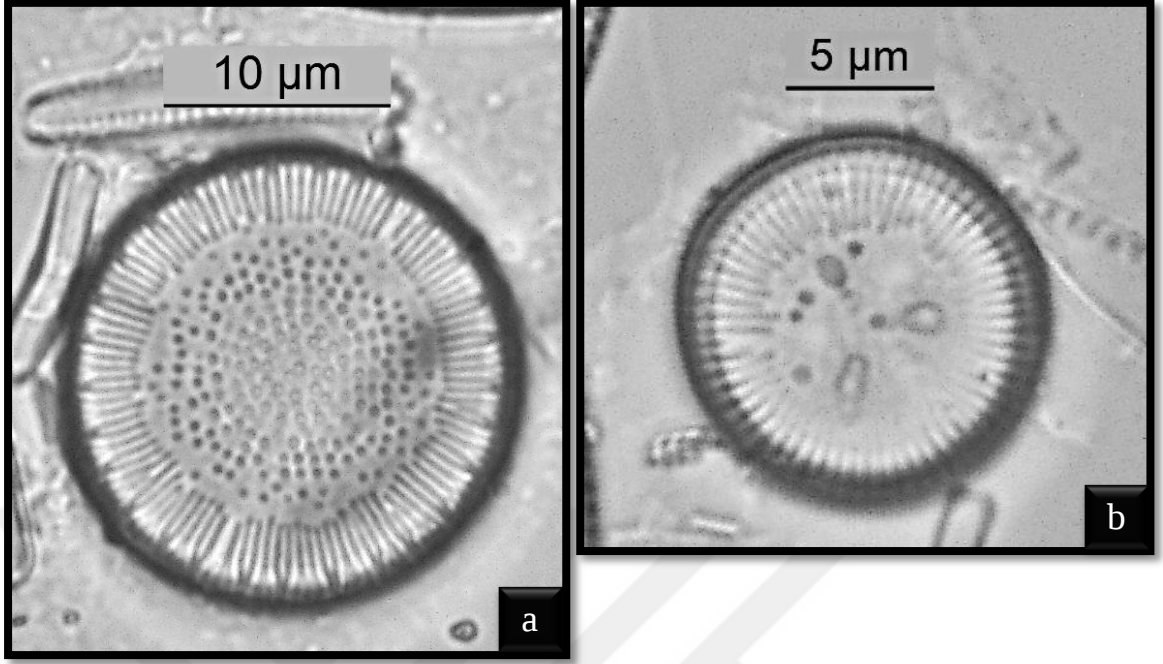
Şekil 1 a. *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald b. *A. ovalis* (Kützing) Kützing c. *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow ex A.Schmidt

EK 13 Aulacoseirales Takımına İlişkin Türler



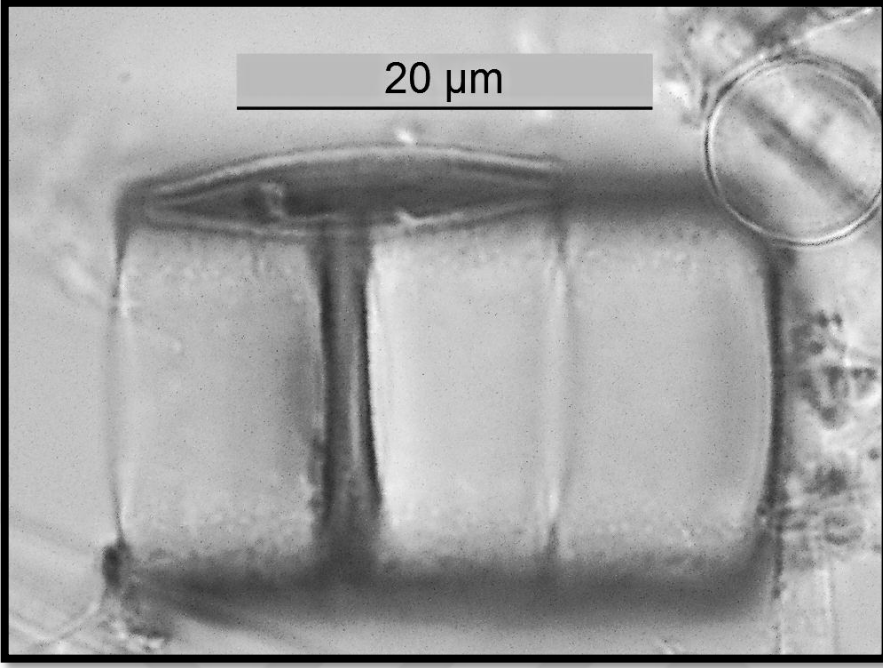
Şekil 1 *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (Otto Müller) Simonsen

EK 14 Coscinodiscales Takımına İlişkin Türler



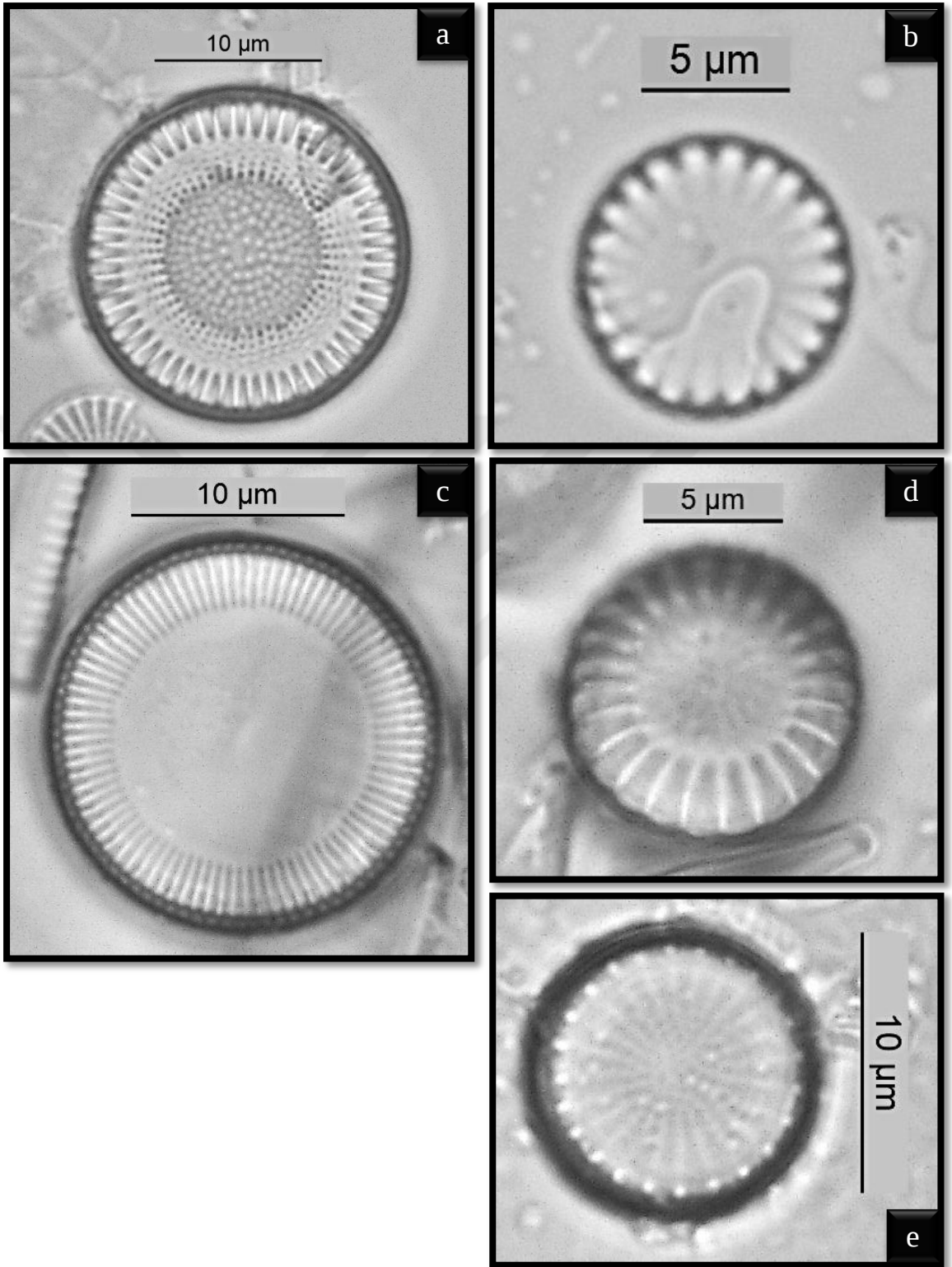
Şekil 1 a. *Lindavia balatonis* (Pantocsek) T.Nakov et al. b. *L. ocellata* (Pantocsek) T.Nakov et al.

EK 15 Melosirales Takımına İlişkin Türler



Şekil 1 *Melosira varians* C. Agardh

EK 16 Stephanodiscales Takımına İlişkin Türler



Şekil 1 a. *Cyclostephanos dubius* (Hustedt) Round b. *Cyclotella atomus* Hustedt c. *C. distinguenda* Hustedt d. *C. meneghiniana* Kützing e. *Stephanodiscus hantzschii* Grunow

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tolga ÇETİN
Doğum Yeri : Balıkesir
Doğum Tarihi : 07.10.1985
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Bandırma Anadolu Lisesi (2003)
Lisans : 19 Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü (2007)
Yüksek Lisans : Balıkesir Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü (2011)

Çalıştığı Kurum

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Uzman (2011-halen)

Yayınlar

Çetin, T. 2014. Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Elementleri: Fitoplankton ve Fitobentoz. Uzmanlık Tezi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 127.

Demir, N., **Çetin, T.**, Gök, C. and Şanal, M. 2017. First Biological Monitoring in the Akarçay Basin According to the Water Framework Directive: Phytoplankton and Phytobenthos. Turkish Journal of Water Science and Management, 1(1), 90-107.

Uluslararası kongrelerde sunulan bildiriler

Çetin, T. 2016. Türkiye’de Su Çerçeve Direktifi’nin Uyumlaştırılması Çalışmaları: Büyük Menderes Nehir Havzası Örneği. International Symposium of Water and Wastewater Management, 26-28 October, Malatya, 1026-1035.

Ulusal kongrelerde sunulan bildiriler

Çetin, T., Bahçeci, H., Arı, S. ve Kayaalp, N. 2014. Su Kalitesi İzleme Konusunda Kapasite Geliştirme Projesi. (SB03). 6. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos, Bursa.

Demir, N., **Çetin, T.**, Gök, C. ve Şanal, M. 2014. Su Çerçeve Direktifi'ne Göre Akarçay Havzası'nda Biyolojik İzleme: Fitoplankton ve Fitobentoz. (SB01). 6. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos, Bursa.

Çelekli, A., Gümüş, E.Y., Kayhan, S., Lekesiz, Ö., Gültekin, E., **Çetin, T.** ve Karaslan, Y. 2016. Ceyhan Havzasındaki Bazı Göllerin Fitoplankton Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri. (SS/E-13). 23. Ulusal Biyoloji Kongresi, 05-09 Eylül, Gaziantep.

Çelekli, A., Lekesiz, Ö., Gümüş, E.Y., Kayhan, S., Arslanargun, H., Karaaslan, Y. ve **Çetin, T.** 2016. Kuzey Ege Akarsularının Diyatome Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri. (SS/E-15). 23. Ulusal Biyoloji Kongresi, 05-09 Eylül, Gaziantep.

Çelekli, A., Kayhan, S., Lekesiz, Ö., Gümüş, E.Y., Gültekin, E., Karaaslan, Y. ve **Çetin, T.** 2016. Aras Havzasındaki Akarsu Ekosistemlerinin Diyatome Türleri ile Değerlendirilmesi. (SS/E-16). 23. Ulusal Biyoloji Kongresi, 05-09 Eylül, Gaziantep.