



**SERÇEME ÇAYI (KARASU NEHRİ'NDE)
(ERZURUM-TÜRKİYE) EPİFİTİK VE EPİLİTİK
DİATOM TOPLULUKLARININ MEVSİMSEL
OLUŞUMLARI VE KİRLİLİK GÖSTERGELERİ
OLARAK KULLANILMASI**

Hürrem YUMUK ARSLAN

**Doktora Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Telat YANIK
2021
(Her hakkı saklıdır.)**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**SERÇEME ÇAYI (KARASU NEHRİ'NDE) (ERZURUM-TÜRKİYE) EPİFİTİK VE
EPİLİTİK DİATOM TOPLULUKLARININ MEVSİMSEL OLUŞUMLARI VE
KİRLİLİK GÖSTERGELERİ OLARAK KULLANILMASI**

(SEASONAL FORMATION OF EPIPHYTIC AND EPILITHIC DIATOMS AND THEIR USE AS INDICATOR OF
POLLUTION IN SERÇEME STREAM/ KARASU RIVER (ERZURUM TURKEY))

DOKTORA TEZİ

Hürrem YUMUK ARSLAN

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK

Erzurum
Temmuz 2021

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Hürrem YUMUK ARSLAN tarafından hazırlanan “Serçeme Çayı (Karasu Nehri’nde) (Erzurum-Türkiye) Epifitik ve Epilitik Diatom Topluluklarının Mevsimsel Oluşumları ve Kirlilik Göstergeleri Olarak Kullanılması ” başlıklı çalışması 22 / 06 / 2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Su Ürünleri Mühendisliği Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Mükerrer KAYA
Atatürk Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK
Atatürk Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP
Atatürk Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ
Kastamonu Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Doç.Dr. Ekrem MUTLU
Kastamonu Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun
....../....../.... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP Hızlı Destek projesi ile desteklenmiştir.
Proje No: 8911

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Telat YANIK danışmanlığında sunulan “Serçeme Çayı (Karasu Nehri’nde) (Erzurum-Türkiye) Epifitik ve Epilitik Diatom Topluluklarının Mevsimsel Oluşumları ve Kirlilik Göstergeleri Olarak Kullanılması” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	11	30
Kuramsal Temeller	16	30
Materyal ve Yöntem	4	35
Bulgular	14	20
Tartışma	9	20
Tezin Geneli	11	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5’den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Hürrem YUMUK ARSLAN	Prof. Dr. Telat YANIK
22/06/2021	22/06/2021
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☒ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmanın araştırma konusunun belirlenmesi, planlanıp yürütülmesi ve tez haline getirilmesinde bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanı ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Telat YANIK'a

Jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. Mükerrer KAYA'ya, Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'e, Sayın Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ'e ve Sayın Doç. Dr. Ekrem MUTLU'ya, labaratuvar analizlerinde yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Özden FAKIOGLU'na ve yüksek lisans öğrencisi Büşra AYDOĞDU'ya

Çalışmalarım süresince benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hürrem YUMUK ARSLAN

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SERÇEME ÇAYI (KARASU NEHRİ'NDE) (ERZURUM-TÜRKİYE) EPİFİTİK VE EPİLİTİK DIATOM TOPLULUKLARININ MEVSİMSEL OLUŞUMLARI VE KİRLİLİK GÖSTERGELERİ OLARAK KULLANILMASI

Hürrem YUMUK ARSLAN

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK

Amaç: Erzurum İli'nde bulunan Serçeme Çayı/Karasu Nehri'nin, diatom indeks hesaplama programı olan OMNIDIA programı ile ekolojik kalitesinin belirlenmesi ve bununla birlikte Serçeme Çayı/Karasu Nehri epifitik ve epilitik diatom tür çeşitliliğinin tanımlanmasıdır.

Yöntem: Belirlenen 5 istasyondan alınan aylık su ve diatom örnekleriyle çayın fiziko-kimyasal özellikleri ile epifitik ve epilitik diatomların dağılımları incelenmiştir. Çayın su kalitesinin epifitik ve epilitik diatomlara göre belirlenmesi için OMNIDIA yazılım programında bulunan diatom indeksleri kullanılmıştır. Diatom indekslerinin birbirleriyle ve fiziko-kimyasal değişkenlerle olan ilişkileri ile diatom türleri ve fiziko-kimyasal veriler arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bulgular: Araştırmada suyun fiziko-kimyasal parametrelerinin yıllık ortalama değerlerine bakıldığında; su sıcaklık değeri en yüksek 4. istasyonda, en düşük 2. istasyonda; çözünmüş oksijen değeri en yüksek 2. istasyonda, en düşük 5. istasyonda; pH değeri en yüksek 1. istasyonda, en düşük 5. istasyonda; toplam sertlik değeri en yüksek 4. istasyonda, en düşük 1. istasyonda; elektrik iletkenliği değeri en yüksek 5. istasyonda, en düşük 1. istasyonda; toplam ortofosfat, amonyak ve nitrit azotu değerleri en yüksek 5. istasyonda, en düşük 2. istasyonda; nitrat azotu değeri ise en yüksek 4. istasyonda, en düşük 2. istasyonda tespit edilmiştir. Araştırmada en fazla bulunan türler; *Hannaea arcus* (Ehrenberg) R.M.Patrick, *Cymbella affinis* Kützing, *Diatoma vulgare* Bory, *Odontidium mesodon* (Kützing) Kützing, *Odontidium hyemale* (Roth) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann, *Gomphonella olivacea* (Hornemann) Rabenhorst ve *Melosira varians* C.Agardh olarak tespit edilmiştir.

Sonuç: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğine göre çayın su kalitesi 1., 3., 4. ve 5. istasyonlarda III. sınıf ve 2. istasyonda II. sınıf olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara benzerlik gösteren IDSE indeksinin biyolojik yönden su kalitesi değerlendirilmesinde kullanılabileceği tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Serçeme Çayı/Karasu, epifitik-epilitik diatom, OMNIDIA

Haziran 2021, 133 sayfa

ABSTRACT

PH.D. THESIS

SEASONAL FORMATION OF EPIPHYTIC AND EPILITHIC DIATOMS AND THEIR USE AS INDICATOR OF POLLUTION IN SERÇEME STREAM/ KARASU RIVER (ERZURUM TURKEY)

Hürrem YUMUK ARSLAN

Supervisor: Prof. Dr. Telat YANIK

Purpose: Determination of the ecological quality of Serçeme Stream/Karasu River in Erzurum with the OMNIDIA software program, and in addition to this, the epiphytic and epilithic diatom species diversity of Serçeme Stream/Karasu River.

Method: The physico-chemical properties of tea and the distribution of epiphytic and epilithic diatoms were investigated with monthly water and diatom samples taken from 5 stations. In order to determine the water quality of the tea according to epiphytic and epilithic diatoms, diatom indices in the OMNIDIA software program were used. The relationships between diatom indices and physico-chemical variables and the relationship between diatom species and physico-chemical data were examined.

Findings: Considering the annual average values of the physico-chemical parameters of water in the research; at the 4th station with the highest water temperature value, at the 2nd station with the lowest; at the 2nd station with the highest dissolved oxygen value, at the 5th station with the lowest; At the 1st station with the highest pH value, at the 5th station with the lowest; the highest total hardness value in the 4th station, the lowest in the 1st station; at the 5th station with the highest electrical conductivity value, at the 1st station with the lowest; the highest total orthophosphate, ammonia and nitrite nitrogen values are at the 5th station, and the lowest at the 2nd station; nitrate nitrogen value was determined at the 4th station with the highest and the lowest at the 2nd station. The most common species in the study; *Hannaea arcus* (Ehrenberg) R.M.Patrick, *Cymbella affinis* Kützing, *Diatoma vulgaris* Bory, *Odontidium mesodon* (Kützing) Kützing, *Odontidium hyemale* (Roth) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann, *Gomphonella olivacea* (Hornemann) Rabenhorst and *Melosira varians* C.Agardh were identified.

Results: According to the Surface Water Quality Regulation, the water quality of the creek was at the 1st, 3rd, 4th and 5th stations III. class and II at station 2. designated as class. It has been estimated that the IDSE index, which is similar to the results obtained, can be used in the biological evaluation of water quality.

Keywords: Serçeme Stream/Karasu, epiphytic-epilithic diatom, OMNIDIA

June 2021, 133 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
GİRİŞ	1
KAYNAK ÖZETLERİ	14
MATERYAL ve METOD	26
Materyal	26
Araştırma yeri.....	26
Saha çalışması	28
Su ve diatom örneklerinin alınması	28
Metod	28
Labaratuvar çalışması.....	28
Fiziksel ve kimyasal özelliklere göre istasyonların su kalitesinin değerlendirilmesi	29
Epifitik ve epilitik diatom analizi.....	29
Diatom İndeksleri Hesaplaması	30
İstatistiksel analizler.....	31
ARAŞTIRMA BULGULARI	32
Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Sonuçları	32
Su sıcaklığı.....	32
Çözünmüş oksijen	33
pH.....	34
Toplam sertlik	35
Elektrik iletkenliği.....	36
Toplam ortofosfat (PO ₄ -P)	37
Amonyak azotu (NH ₃ -N)	38

Nitrat azotu (NO ₃ -N).....	39
Nitrit azotu (NO ₂ -N)	40
Fiziko-kimyasal yönden istasyonların su kalitesinin değerlendirilmesi	41
Serçeme ayı/Karasu Diatom Kompozisyonu Sonuçları	41
4.3. Diatom İndeksleri Sonuçları	62
Diatom İndeksleri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	64
Diatom İndeksleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular.....	67
Diatom Türleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular.....	70
TARTIŞMA ve SONUÇ	73
Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	73
Sıcaklık.....	73
Çözünmüş oksijen	73
pH.....	74
Toplam sertlik	75
Elektrik iletkenliği.....	75
Toplam Ortofosfat (PO ₄ -P)	76
Amonyak azotu (NH ₃ -N)	76
Nitrat azotu (NO ₃ -N).....	77
Nitrit azotu (NO ₂ -N)	78
Diatom Kompozisyonu	78
Diatom İndeksleri.....	84
Diatom İndeksleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişki	87
Diatom Türleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişki	88
KAYNAKLAR	90
EKLER	103
EK 1. İstasyonlara Ait Fotoğraflar	103
EK 2. Diatomlara Ait Fotoğraflar (Zeiss Axio cam binoküler mikroskop görüntüleri).....	111
EK 3. Araştırma İzin Belgeleri	116
ÖZGEÇMİŞ	119

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Nehirlerin Kirlilik Açısından Sınıflandırılması.....	5
Tablo 2. Diatom Topluluklarının Bulundukları Substrata Göre Adlandırılması ve Toplanması	8
Tablo 3. Centrales ve Pennales Takımlarının Karşılaştırılması.....	9
Tablo 4. Descy's İndeksine Göre Nehir Suyu Kalitesi	11
Tablo 5. Serçeme Çayı/Karasu'da Belirlenen İstasyonların Hidromorfolojik Özellikleri	27
Tablo 6. OMNIDIA Programında Hesaplanan İndekslerin (SLA, EPI-D, LOBO, TID, SID, IDP, DESCY, IDSE, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT ve TDI) Sınır Değerleri	30
Tablo 7. İstasyonlara Ait Su Sıcaklık Değerleri	32
Tablo 8. İstasyonlara Ait Çözünmüş Oksijen Değerleri	33
Tablo 9. İstasyonlara ait pH Değerleri	34
Tablo 10. İstasyonlara Ait Toplam Sertlik Değerleri.....	35
Tablo 11. İstasyonlara Ait Elektrik İletkenliği Değerleri	36
Tablo 12. Ortofosfat Fosforu (PO ₄ -P) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi ..	37
Tablo 13. Amonyak Azotu (NH ₃ -N) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi	38
Tablo 14. Nitrat Zotu (NO ₃ -N) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi.....	39
Tablo 15. Nitrit Azotu (NO ₂ -N) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi	40
Tablo 16. Serçeme Çayı/Karasu Nehri Su Kalite Parametre Sonuçlarının Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına Göre Değerlendirilmesi	41
Tablo 17. Serçeme Çayı/Karasu'da Belirlenen İstasyonlarda Tespit Edilen Diatom Tür Listesi	42
Tablo 18. Serçeme Çayı/Karasu'da Tespit Edilen Epifitik ve Epilitik Diatom Türleri Listesi	45
Tablo 19. Serçeme Çayı/Karasu'da Tespit Edilen Epifitik Diatom Türlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı Listesi	49
Tablo 20. Serçeme Çayı/Karasu'da Tespit Edilen Epilitik Diatom Türlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı Listesi	52
Tablo 21. Serçeme Çayı/Karasu'da Belirlenen İstasyonlara Göre OMNIDIA Programında Hesaplanan Diatom İndeksleri Sonuçları	63

Tablo 22. Serçeme Çayı/Karasu’da Tespit Edilen Epifitik ve Epilitik Diatom Türlerinin Diatom İndekslerinde Ortalama Kullanım Oranları (%)	64
Tablo 23. Serçeme Çayı/Karasu’da Hesaplanan Diatom İndekslerinin Birbirleriyle Olan Korelasyon Analizi Sonuçları.....	66
Tablo 24. Serçeme Çayı/Karasu’da Hesaplanan Diatom İndeksleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları	69
Tablo 25. Epifitik ve Epilitik Diatomlar İçin Uygulanan DCA Analizi Sonucunda Eksenlere Ait Öz Değer ve Eğim Uzunlukları	72
Tablo 26. Çevresel Parametrelere Ait DCA Eksenleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi	72



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Diatomların frustül yapısı	7
Şekil 2. Diatomlarda üreme.....	7
Şekil 3. Erzurum ili ve örnekleme istasyonları	27
Şekil 4. İstasyonlarda belirlenen su sıcaklığı değerlerinin aylara bağlı değişimi	33
Şekil 5. İstasyonlarda belirlenen çözülmüş oksijen değerlerinin aylara bağlı değişimi.....	34
Şekil 6. İstasyonlarda belirlenen pH değerlerinin aylara bağlı değişimi.....	35
Şekil 7. İstasyonlarda belirlenen toplam sertlik değerlerinin aylara bağlı değişimi	36
Şekil 8. İstasyonlarda belirlenen elektrik iletkenliği değerlerinin aylara bağlı değişimi	37
Şekil 9. İstasyonlarda belirlenen toplam ortofosfat değerlerinin aylara bağlı değişimi.....	38
Şekil 10. İstasyonlarda belirlenen amonyak azotu değerlerinin aylara bağlı değişimi	39
Şekil 11. İstasyonlarda belirlenen nitrat azotu değerlerinin aylara bağlı değişimi	40
Şekil 12. İstasyonlarda belirlenen nitrit azotu değerlerinin aylara bağlı değişimi	41
Şekil 13. 1. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	56
Şekil 14. 1. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	57
Şekil 15. 2. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	57
Şekil 16. 2. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	58
Şekil 17. 3. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	58
Şekil 18. 3. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	59
Şekil 19. 4. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	59
Şekil 20. 4. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	60
Şekil 21. 5. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	61
Şekil 22. 5. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%).....	62
Şekil 23. Epifitik ve epilitik diatom türleri ile suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri arasındaki DCA analizi diyagramı	71

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde oran
°C	Santigratderece
EDTA	Etilen diamin tetra asitik asit
m ³	Metreküp
mg/l	Litrede bir miligram
mm	Milimetre
ml	Mililitre
nm	Nonometre
HCHO	Formaldehit
HCl	Hidroklorik asit
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
NH ₃ -N	Amonyak azotu
NO ₂ -N	Nitrit azotu
NO ₃ -N	Nitrat azotu
PO ₄ -P	Toplam ortofosfat
Rpm	Revolution per minute (dakikadaki devir sayısı)
μs/cm	Mikro Siemens/santimetre

Kısaltmalar

APHA	American Public Health Associaton/Amerikan Halk Sağlığı Birliği
CEE	Avrupa İndeksi
DCA	Detrended Correspondence Analysis
DESCY	Descy İndeksi
DI-CH	İsviçre Diatom İndeksi
EC	Elektrik İletkenliği
EPI-D	Diatomlar için Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi
IBD	Biyolojik Diatom İndeksi
IDAP	Artois-Picardie Diatom İndeksi
IDG	Cins Düzeyinde Diatom İndeksi

IDP	Pampean Diatom İndeksi
IDSE	Leclercq ve Maquet İndeksi
IPS	Spesifik Kirlilik İndeksi
LOBO	Lobo İndeksi
Rott SI	Rott Saprobik İndeksi
Rott TI	Rott Trofik İndeksi
SHE	Steinberg ve Schiefele İndeksi
SLA	Sládeček İndeksi
TDI	Trofik Diatom İndeksi
WAT	Organik Kirlilik için Diatom Topluluk İndeksi



GİRİŞ

Su tüm canlılar ve ekosistem için vazgeçilmez bir kaynaktır. Canlı yaşamı için oldukça önemli olan su, çevre ile yakından ilişkili olup çevresel faktörlerle de etkileşim içerisinde. Yeryüzünün üçte ikisi sularla kaplı olup, içilebilir su miktarı ise yeterli düzeyde değildir. Dünyada toplam su miktarı 1,4 milyar km³'tür. Bunun %97,5'i okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak, %2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar az olan tatlı su kaynaklarının da %90'ının kutuplar ve yeraltında bulunduğu düşünülürse insanlığı için kolaylıkla yararlanılabileceği içilebilir ve kullanılabilir su miktarı oldukça azdır (Yılmaz 2015).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 574 mm olup, bu da yılda ortalama 450 milyar m³ suya denk gelmektedir. Günümüz şartlarına bakıldığında, çeşitli maksatlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yılda ortalama toplam 94 milyar m³'tür. 18 milyar m³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup bu miktarın 57 milyar m³'ü kullanılmaktadır. Kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı ise 2000 yılında 1652 m³, 2009 yılında 1544 m³, 2020 yılında ise 1346 m³ olmuştur. Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su baskısı yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır (DSİ 2020).

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak su ihtiyacı da artmaktadır. Hızlı kentleşme ve endüstrileşmeyle artmakta olan su tüketimi atık su miktarının artmasına ve temiz su kaynaklarının da kirlenmesine sebep olmaktadır. Bu bağlamda, su kaynaklarının iyi yönetilmesi ve sürdürülebilir su kullanımının sağlanması büyük önem arz etmektedir (Crosa *et al.* 2006; Sarkar *et al.* 2006; Zhou *et al.* 2007; Huang *et al.* 2014; Korkanç vd 2017; Cıkcıoğlu vd 2018; Arslan Topal 2020). Nüfus artışı, düzensiz kentleşme ve sanayileşme, tarımda kimyasalların aşırı kullanımı, evsel atık suların boşaltılması ve vadilere katı atık depolanması sular üzerinde ciddi baskı oluşturmaktadır (Ustaoglu ve Tepe 2019; Arslan Topal 2020). Bu durum su sistemlerinin doğal yapısını bozmakta ve su kalitesinin her geçen gün daha da bozulmasına neden olmakla birlikte dünyadaki temel çevre sorunlarından biri haline gelmektedir (Ustaoglu vd 2020; Arslan Topal 2020).

Akarsular endüstri ve tarımda kullanılmaları, enerji sağlamaları, içme suyu tüketimi amaçlı kullanılmaları, bu alanlarda su ürünleri üretiminin yapılabilmesi ve en önemlisi gölleri besleyen kaynaklar olmaları açısından oldukça önemli bir yere sahiptir (Çağlar 2011).

Akarsular açık sistemler olup, çevreden gelen etkileri hızlı bir şekilde yansıtırlar. Bu sistemlerde meydana gelebilecek kirlenme akarsuyun ulaştığı tüm havza boyunca hem akarsuyu ve akarsu çevresini hem de burada yaşayan canlıları olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Kalyoncu vd 2004; Mestik 2019).

Dünyadaki yüzeysel tatlı su miktarının %2'sini nehirler oluşturmaktadır ve su döngüsünde önemli rol oynamaktadırlar. Bu sebeple nehir sularının iyi yönetilmesi sürdürülebilir su yönetimi için oldukça önemli olup bu ortamlarda meydana gelen kirliliğin çok iyi belirlenip takip edilmesi gerekmektedir. Nehir kirleticisi etkenlerinin başında kanalizasyon suları, fabrika atıkları, yüzey akışlarıyla taşınan materyaller, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan pestisit ve gübre gibi noktasal ve yaygın kaynaklı kirleticiler gelmektedir (Gümrükçüoğlu ve Baştürk 2008).

Akarsu sistemlerinde su kalitesinin belirlenmesine yönelik geliştirilen kriterlerin bazıları dünya genelinde kabul görmüş olup, bazıları ise ülkelere özgü bir şekilde geliştirilmiştir. Ülkemizde Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Kanunu kapsamında Kıta İçi Yerüstü Su Kaynakları Kalite Kriterleri'ne göre iç sular 3 sınıfa ayrılmıştır (Resmi Gazete 2021). Buna göre;

Sınıf I: Yüksek kaliteli su (I. sınıf su kalitesinde olması "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir);

- İçme suyu potansiyeli yüksek olan yerüstü suları
- Rekreatif maksatlar için kullanılabilen su (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil)
- Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su
- Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su

Sınıf II: Az kirlenmiş su (II. sınıf su kalitesinde olması "İyi" su durumunu ifade etmektedir);

- İçme suyu potansiyeli olan yerüstü suları
- Rekreatif amaçlar için kullanılabilir nitelikte su
- Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su
- Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu

Sınıf III: Kirlenmiş su (III. sınıf su kalitesinde olması "Orta" su durumunu ifade etmektedir);

- Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyunu ifade etmektedir.

Kimyasal açıdan su kalitesi inorganik besin maddeleri (fosfat ve nitrat değerleri), organik kirleticiler, inorganik kirleticiler, pH ve tuzluluk değerlerini içermektedir. Bu parametreler genel olarak tüm su hacminden ölçülebilir fakat biyolojik izlemeye göre daha pahalı ve zaman gerektiren bir durumdur. Fiziko-kimyasal değerlendirmeler tek bir noktaya ilişkin tam zamanında bilgi vermesine karşın biyolojik değerlendirmeler uzun süreli zaman boyunca tüm su kalitesini yansıtır. Biyolojik izleme çevresel parametrelerin sucul canlılar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesini sağlar (Bellinger and Sigeo 2010).

Su kalitesinin belirlenmesinde fiziksel ve kimyasal parametrelerin yanı sıra günümüzde biyolojik indikatör olarak sucul organizmalar da kullanılmaya başlanılmıştır (Lowe and Pan 1996; Soininen 2002; Uygun 2010). Bu canlılar sudaki değişimler karşısında, fiziko-kimyasal analizlerden daha güvenilir olup uzun vadeli izlemelerde ise kesin sonuçlara varılabilmektedir. Ayrıca, sudaki kimyasal içeriğin gün içerisinde ve/veya birkaç saatte dikkati çekecek şekilde değiştiği akarsu ve nehirler gibi hareketli su sistemlerinde; su kalitesinin gözlenmesinde indikatör canlıların daha güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Whitton *et al.* 1991; Prygiel and Coste 1993; Whitton and Rott 1996; Uygun 2010).

Yakın zamana kadar birçok ülkede nehir suyu kalitesinin izlenmesinde *Escherichia coli* yükü (kanalizasyon kirliliği) ve klorofil-a konsantrasyonu (trofik durum) indikatör olarak kullanılmıştır. Mikroalglerin biyoindikatör olarak kullanımına Patrick (Patrick *et al.* 1954) öncülük etmiş ve özellikle bentik organizmalar üzerine yoğunlaşmıştır. Çünkü fitoplanktonun su akışı ile hızlı bir şekilde geçişi, nehir sistemlerinde bu alglerin herhangi bir noktada çevresel değişikliklere uyum sağlamak için çok az zamana sahip olması anlamına gelmektedir. Aksine bentik algler (perifiton ve biyofilm) belirli yerlerde kalıcı olarak bulunur, zaman içinde fiziksel ve kimyasal özellikleri bütünleştirir ve çevresel kaliteyi izlemek için ideal hale gelir. (Bellinger and Sigeo 2010).

Diatom topluluklarının yapısı ile suyun fiziksel ve kimyasal durumu doğrudan birbirleriyle ilişkilidir. Bu nedenle diatomlar farklı morfo-dinamiğe sahip nehirlerin su kalitesinin incelenmesinde ve birbirleriyle karşılaştırılmasında kullanılmaktadır (Round 1991; Solak 2011; Solak and Acs 2011; Şanal 2016). Diatomlar durgun su ve akarsularda çevresel koşulların göstergesi olarak kullanılabilirler. Nehir ve akarsu topluluklarının tür açısından en zengin bileşenlerinden biri olan diatomlar nehir ve akarsulardaki biyolojik çeşitliliğin ve genetik kaynakların önemli unsurlarıdır (Patrick 1961; Smol and Stoermer 2010). Buna ek

olarak içme suyunun tadı ve kokusunda bozulma, su berraklığını azaltma ve su filtrelerinin tıkanması gibi birçok rahatsız edici alg probleminin kaynağı da olabilmektedir (Smol and Stoermer 2010). Su kalitesinin izlenmesinde diatomların kullanımının bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Şanal 2016);

- Diatomlar tüm su kaynaklarında bulunmaktadırlar.
- Besin zincirinde birincil üreticiler olarak yer aldıklarından dolayı bulundukları ortamların fiziksel, kimyasal ve biyolojik unsurlarından doğrudan etkilenebilmektedirler.
- Substratlar üzerinde yapışık olarak bulunmaları nedeniyle ortamdan uzaklaşamayıp, ortama ya tolerans gösterirler ya da ölürler.
- Diatomların populasyon çeşitliliği makro-omurgasızlardan daha fazladır. Çok sayıda farklı form içerdiklerinden tüm substrat tiplerinde bulunurlar. Ayrıca diatomlar küçük yüzeylerden de çok sayıda ve kolayca örneklenebilmektedir.
- Diatom örneklemeleri, su içine yerleştirilen yapay yüzeylerden yapılabilir.
- Örnekler, sabit preparatlar ya da küçük şişelerde uzun dönemli saklanabilirler.
- Diatomların yaşam sürelerinin kısa olmasından dolayı su kalitesindeki değişikliklere makro-omurgasızlar veya diğer biyo-indikatör organizmalardan daha hızlı yanıt verirler.
- Diatomlar uzun yıllardır örneklendiğinden su kalitesindeki değişimlere hassasiyet ve toleransları kullanılarak çok sayıda diatom indeksi tanımlanmıştır. Ayrıca diatom indeks değerlerinden daha çabuk sonuca ulaşıldığı saptanmıştır (Örneğin; Descy's, IBD, TDI).
- Dezavantajları ise, teşhislerin taksonomik bilgi gerektirmesidir (Şanal 2016).

Akarsularda su kalitesi ve ekolojik kalitenin belirlenmesinde diatomların kullanılmasına yönelik oldukça fazla araştırma mevcuttur (Atıcı 1997; Eloranta and Soinien 2002; Blanco *et al.* 2004; Johnson *et al.* 2006; Kalyoncu vd 2009b; Uygun 2010; Solak and Acs 2011; Solak 2011; Salomoni *et al.* 2011; Gün 2011; Kıvrak vd 2012; Tokatlı 2012; Kalyoncu ve Şerbetçi 2013; Tokatlı ve Dayıoğlu 2014; Taş vd 2015; Morkoyunlu Yüce ve Gönülol 2016; Solak vd 2017; Solak vd 2020).

Araştırmacılar farklı diatom toplulukları açısından farklı su kalitesi seviyelerini değerlendirmişlerdir. Round (1993), İngiltere'de bulunan nehirlerden alınan sonuçlara dayanarak aşağıdaki sınıflandırmayı önermiş ve bu değerlendirmede artan kirliliğe (organik ve inorganik çözünürlüklü besinler) bağlı olarak beş ana bölge belirlemiştir (Bellinger and Sige 2010).

Tablo 1. Nehirlerin Kirlilik Açısından Sınıflandırılması (Round 1993)

BÖLGELER	ÖZELLİKLERİ	RASTLANAN DOMİNANT TÜRLER
1.Bölge	Temiz su, nehirlerin en üst tabakası,düşük pH	<i>Eunotia exigua</i> <i>Achnanthes microcephala</i>
2.Bölge	Besin maddelerince zengin biraz daha yüksek pH (5,6-7,1)	<i>Hannaea arcus</i> <i>Fragilaria capucina</i> <i>Achnanthes minutissima</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Peronia fibula</i>
3.Bölge	Besin maddelerince zengin yüksek pH (6,5-7,3)	<i>Achnanthes minutissima</i> <i>Cymbella minuta</i> <i>Cocconeis placentula</i> <i>Reimeria sinuata</i> <i>Amphora pediculus</i>
4.Bölge	Ötrofik	Amphora, Cocconeis, Reimeria grupları <i>Gomphonema parvulum</i>
5.Bölge	Çok kirli bölgeler	Küçük <i>Navicula</i> türleri <i>Navicula atomus</i> <i>Navicula pelliculosa</i>

Diatomlar, mikroskobik, kamçılı olmayan tek hücreli, basit koloniler, filamentler, şeritler veya tüp şeklinde yerleşik olarak bulunan ökaryotik alglerin çok farklı bir grubudur. Bitkilerin Bacillariophyta divizyosuna dahil olup, sarı-kahverengi renklenmeleri ve kalın silika hücre duvarları sayesinde ışık mikroskobu altında tanımlanabilirler (Du Buf and Bayer 2002).

Diatomlar doğada en yaygın fitoplankton türlerinden biridir. Dünya çapında toplam 285 kayıtlı cinse ayrılmış en az 10 000-12.000 tür olduğu tahmin edilmektedir. Bunlar denizde, tatlı su ortamlarında, yüksek ve düşük sıcaklıklarda, farklı pH değerlerinde, aşırı tuzlu ortamlarda ve acı su ortamlarında tespit edilebilmektedir. Diatomlar özellikle büyük miktarlarda karbondioksiti sabitledikleri ve deniz besin zincirinde zooplankton besinlerinin ana kaynağı olarak görev yapan karbonhidratları sentezledikleri okyanuslarda önemli bir rol oynarlar. Diatomlar ayrıca hem planktonik hem de bentik tatlı su ortamlarında çok fazla bulunmakla birlikte algal biyokütlenin geniş bir bölümünü kapsayıp birincil üretime önemli derecede katkı sağlarlar (Bellinger and Sigeo 2010). Diatomlar dünya genelindeki net birincil karbon üretiminin %20'sinden veya daha fazlasından sorumludurlar (Mann 1999). Diatomların boyutları 2 nm'den birkaç mm'ye kadar değişir. Ancak birkaç tür 200 µm'den

büyüktür. Hücreler serbest yüzen (planktonik) veya bir substrata yapışmış (sesil) halde bulunabilirler (Seckbach and Kociolek 2011).

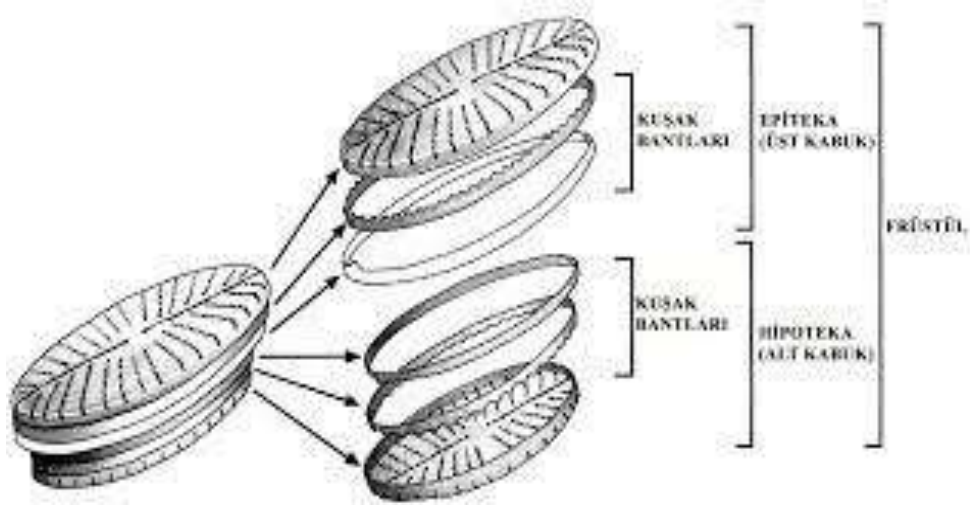
Diatom hücresi canlı protoplastın kendisinden ve onu çevreleyen hücre duvarından oluşur. Protoplast, çekirdek, golgi aygıtı, mitokondri ve kloroplastlar dahil olmak üzere ökaryotik bitkilerin karakteristiği olan tüm organelleri içerir. Çekirdek genellikle merkezde veya merkezin yakınında bulunur (Björnland and Liaaen Jensen 1989; Jeffrey 1989). Bu canlıların fotosentetik pigmentleri klorofil a ve c ile β karotin ve fukoksantindir. Diatomların sentez maddeleri hücrelerinde damlacıklar halinde bulunan yağ granülleridir. Ayrıca levkosin ve volotin yedek maddeleri görülmektedir (Cirik ve Gökpınar 2006). Planktonik türlerde genellikle çok sayıda küçük kloroplast vardır. Öte yandan bentik türler daha az (1, 2 veya 4) kloroplasta sahiptir. Bunlar çok daha büyük ve daha ayrıntılıdır. Hücre döngüsü sırasında yeniden düzenlemelere ve şekil değişikliklerine uğrarlar (Mann 1996). Her kloroplastta genellikle bir veya daha fazla pirenoid bulunur ve bunlar genellikle taksona özgü konumlara ve morfolojiye sahiptir (Du Buf and Bayer 2002). Diatomların ayırt edici sitolojik özellikleri (Bellinger and Sigeo 2010);

- Periplazmik endoplazmik retikulumlu plastidler ve kuşaklı lamellerinin varlığı
- Mevcut plastidin dışında krizolaminarin ve lipid besin rezervleri varlığı
- Opalin silika dioksitten (silika) ve organik bileşiklerden oluşan ayırt edici bir hücre duvarı, frustül

Diatomların hücre duvarı diğer alglerden farklı olup neredeyse tamamen inorganik bileşimdir. Diğer alglerin selüloz, protein ve mukopeptid yapıları hücre duvarlarından önemli ölçüde daha az enerji üretmektedir. Bu özellik sınırlı fotosentez zamanlarında diatomlara bazen büyük bir ekolojik avantaj sağlar (Bellinger and Sigeo 2010).

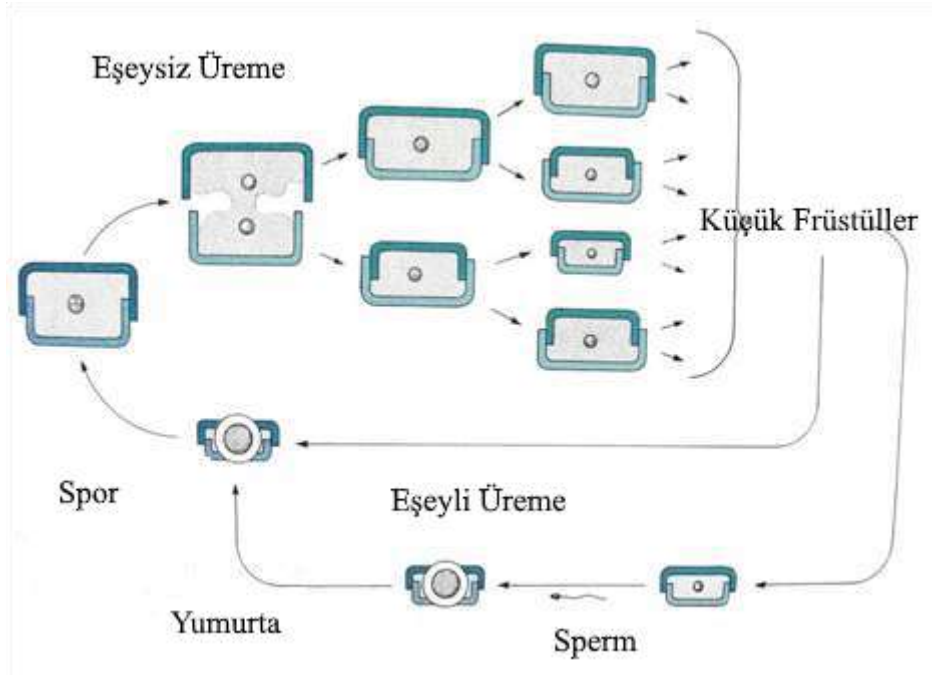
Diatomların hücre duvarı (frustül), petri kutusunun kapağı ve tabanı gibi birbirine uyan "epiteka" ve "hipoteka" adı verilen iki farklı yarıdan oluşmaktadır. Hücre bölünmesi sırasında hücre ekvatorunda arka arkaya dahili olarak iki yeni hücre duvarı oluşur ve iki yavru hücrenin hipotekleri haline gelir. Ana diatomun orijinal epiteka ve hipotekası, iki yavru hücrenin epiteli olur. Bu nedenle epiteka her zaman frustülün en eski kısmıdır. Hipoteka ise daha genç kapak olarak bilinir. Çoğu algden farklı olarak (desmidler) diatomlardaki duvar oluşumu bu nedenle yarı korumalıdır. Hem sentrik hem de pennat diatomlarda epiteka iki ana parçadan oluşur. Bu parçalar dairesel bir disk ve ekli bir bant veya kuşak şeklindedir. Hipoteka ise buna uygun bir hipovalve, hipovalve manto ve hipocingulumdan oluşmaktadır. Bu silika duvar, protoplastı sınırlar ve korur. Ancak aynı zamanda besin alımı, gaz alış veriş

ve polisakkaritler gibi hücresel ürünlerin salgılanması için yollar da sağlar (Seckbach and Kociolek 2011).



Şekil 1. Diatomların frustül yapısı (Yıldız 2018)

Diatomlar, eşeyli ve eşeysiz şekillerde üreyebilirler. Bunlarda eşeysiz üreme, hücre bölünmesi ile meydana gelmektedir. Bu sırada valvler birbirinden ayrılıp mitoz ile iki tane nükleus oluşur ve protoplazma bölünür. Hücre duvarı iki yarıma bölünmüş olur. Her yarım içerisine girebilecek şekilde yeni bir kapak parçası oluşturularak hücrenin büyüklüğü her bölünmede azalmış olur. Diatomların çoğalmasında Auxosporulizasyon, Mikrosporulasyon ve Restingsporlar olmak üzere geliştirilmiş özel yöntemler mevcuttur (Cirik ve Gökpinar 2006).



Şekil 2. Diatomlarda üreme (Şanal 2016)

Diatomlar, yaşadıkları alanlara göre deniz ve tatlı su türleri şeklinde sınıflandırılabilir. Bu türler planktonik veya bentik olarak da bulunabilir. Okyanuslarda ise tropikal, ılıman ve

kutup bölgelerinde bulunmalarına göre ayrılabilir. Örneğin, bazı türler hem planktonik hem de bentik olarak bulunmalarına rağmen, bazıları yapışık olarak bulundukları substrata bağlı olarak da isimlendirilebilir ve bu substratlara göre farklı bir şekilde incelenebilmektedirler (Bellinger and Sigeo 2010; Şanal 2016). Diatom topluluklarının bulundukları substrata göre adlandırılması ve toplanma yöntemi Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Diatom Topluluklarının Bulundukları Substrata Göre Adlandırılması ve Toplanması (Bellinger and Sigeo 2010; Şanal 2016)

Topluluk Adı	Substrat	Toplanma Yöntemi
Epilimon (Epilitik)	Taş-kaya	Taş yüzeyinden bıçakla kazıma veya sert bir fırça ile fırçalama
Epifiton (Epifitik)	Bitki yüzeyi	Makrofitlerin yüzeyinden diatomlar fırçalanır veya kazınır
Epipelon (Epipelik)	Sediment yüzeyi	Sediment yüzeyinden pipet ile yavaşça çekilerek veya uygun bir kap ile sedimentin üst tabakasından toplanır
EPI-Dendron (EPI-Dendrik)	Tahta	Tahta yüzeyinden bıçakla kazıma veya sert bir fırça ile fırçalama
Episammon (Epipsammik)	Kum	Yüzeyden bir miktar kum toplanır ve bir kap içine konarak bir miktar su ile kuvvetlice çalkalanır
Epizoon (Epizoik)	Sert kabuklu canlılar	Konakçı canlı üzerinden kazınarak toplanırlar

Diatomlar temelde hücre şekline ve frustül morfolojisine dayalı olarak "pennat" ve "sentrik" diatomlar diye iki ana gruba ayrılmaktadır. "Sentrik Diatomlar" tipik olarak valf görünümünde radyal bir simetriye sahip silindirik şekildedir ve rafeleri yoktur. "Pennat Diatomlar", uzunlamasına ve enine eksenleri olan uzun iki taraflı simetriye sahip ve genellikle tüylü görümlü olup rafeleri ve pseudorafeleri bulunmaktadır. Rafe, pennat diatomların alt ve üst kısımlarında bulunan uzunlamasına uzanan yarıklardır. Bu yarıktan dışarı doğru çıkan sitoplazma yardımı ile kayma hareketini gerçekleştirirler. Rafelerin yeri ve biçimi türlere göre farklılık gösterir. Bazı diatom türlerinde valf eksen alanının hafif oluşundan dolayı rafe varmış gibi görünür ve buna da pseudoraphe (yalancı rafe) adı verilir (Cirik ve Gökpınar 2006). Pennat diatomlar geniş bölünmüş, izopolar, heteropolar, asimetric ve simetric olmak üzere çeşitli şekillere sahiptirler. Yapı ve simetri ile ilgili olarak sentrik ve pennat diatomlar arasındaki farklılıklar, hareketlilik, plastidlerin sayısı ve boyutu, eşeyli üreme ve ekolojisi olmak üzere bir dizi başka ayırt edici özelliği yansıtır. Tablo 3’de Centrales ve Pennales takımlarının karşılaştırılması belirtilmiştir.

Tablo 3. Centrales ve Pennales Takımlarının Karşılaştırılması (Bellinger and Sige 2010)

Özellikler	Sentrik Diatomlar	Pennat Diatomlar
Simetri	Radyal (<i>Cyclotella</i>)	Bilateral (<i>Navicula</i>)
Kayma hareketliliği	Hareketsiz	Bazı rapid diatomlar aktif olarak hareketli
Plastidler	Birçok diskoid plastid	İki büyük tabak benzeri plastid
Üremenin başlatılması	Ebeveynden bağımsız gamet oluşturan hücreler	Gametten önce ebeveyn hücrelerinin eşleşmesiyle olan üretim
Yumurta hücreleri	Oogami	İzogami
Sperm hücreleri	Ana hücre başına 4-128 sperm	Az sayıda amipli, kamçılı olmayan sperm
Ekoloji	Planktonik	Planktonik, epifitik ve bentik

Sentrik diatomlar çoğunlukla planktonik alglerdir. Açık su ortamlarında üreme verimliliğini arttırmak için çok sayıda hareketli spermin üretilmesiyle oogaminin oluşumu görülür. Pennat diatomlar eşit büyüklükte kamçılı olmayan gametler (ana hücre başına iki) ile hemen hemen eş eşlidir. Bu alglerde daha kısıtlı bentik ortamlara olası bir adaptasyon, gamet oluşumundan önce gamet ebeveyn hücrelerinin eşleştirilmesiyle döllenme etkinliği artırılır (Bellinger and Sige 2010).

Tatlı su diatomlarının büyümesini, dağılımını ve mevsimsel değişimlerini etkileyen ekolojik faktörler arasında, hücre duvarlarının oluşumu için gerekli olan fotosentez ve silika için vazgeçilmez olan ışığın yanı sıra suyun akış hızı, sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen ve suyun kimyasal bileşimi oldukça önemlidir (Seckbach and Kociolek 2011).

Tüm tatlı su algleri çevre koşullarına duyarlıdır ve bir su kütleinde meydana gelen çeşitli olayları kaydedebilir. Algler arasında diatomlar akan suları izlemek için en kullanışlı olanlardır. Esasen tüm nehir ortamlarında bulunurlar. Örneklem için belirli problemler yaratmazlar ve su kalitesindeki değişikliklere kısa bir süre içinde (2-4 hafta) tepki verirler. Bu nedenle su kütleinin trofik durumunu ve kirlilik derecesini değerlendirmede yüksek derecede hassasiyet sağlarlar (Seckbach and Kociolek 2011).

Diatom indeksleri, biyo-indikatör algler veya çoklu takson değerlendirmeleridir. Bu indeksler diatom topluluklarının yapısını kullanarak tatlı su sistemlerinde insan etkisinden kaynaklanan çevresel değişiklikleri ve su kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılırlar (Bellinger and Sige 2010). Çok fazla ve çeşitli diatom indekslerinin mevcut olmasından dolayı hangilerinin hangi durumlarda kullanılabileceğinin bilinmesi açısından uygulanacak indeksin şu özelliklere sahip olması gerekmektedir (Şanal 2016);

- Kullanımı kolay olmalı
- Farklı indeksler birbirleriyle karşılaştırılabilir olmalı

- Diatom indeksleri ve diğer biyo-indikatör organizmalara ilişkin indeksler karşılaştırılabilir olmalı
- Su kalitesinde meydana gelen değişimleri yansıtabilecek özellikte olmalı
- Biyo-indikatör organizma olarak diatomların kullanıldığı standart yaklaşımlar oluşturulabilmeli
- Elde edilecek tahminlerin güvenilirliği yüksek olmalı

Alg biyo-indikatörlerinin önemli bir yönü, su kalitesinde meydana gelen hızlı bir değişikliği tespit edebilmeleridir. Daha kısa sürede üremeleri nedeniyle diatom toplulukları daha uzun zaman dilimlerinde su kalitesini entegre eden diğer biyo-indikatör gruplarından (makro-omurgasızlar, balıklar) potansiyel olarak daha hızlı yanıt verebilirler. Diatom değişiminin zaman dizisi, diatom biyofilmlerin kirli sulardan kirli olmayan sulara aktarılmasıyla incelenebilir ve şunları kaydedebilir;

- Farklı diatom indekslerinin sabit zaman dilimlerini karşılaştırması
- Su kalitesinde önemli bir değişikliği göstermek için farklı indeksler için gereken süre

Yapılan çalışmalar, bentik diatomların makro-omurgasız örneklemesine alternatif olarak kullanılabilen, nehir izleme için standart bir yaklaşım olarak temel sağladığını göstermektedir. Sonuçların karşılaştırılabilirliğini sağlamak için standart prosedürler önemlidir. Bunlar arasında örnekleme prosedürlerinin standardizasyonu (Kelly and Whitton 1998), analist kalite kontrollerinin benimsenmesi, erişim ortak veri tabanları ve karşılaştırılabilir diatom indekslerinin kullanımı mevcuttur (Bellinger and Sigeo 2010).

Ortak veri tabanlarına erişim, Avrupa Diatom Veritabanı Girişimi (EDDI) gibi web tabanlı veri sitelerine erişim, tanımlama, veri toplama ve işleme için standart bir yaklaşımı teşvik eder. Bu site özellikle paleolimnoloji için uygulamaya sahip olup özellikle bentik diatomlar üzerine, diğer veri tabanları ise nehir çalışmaları için daha uygulanabilir bir yapıdadır (Bellinger and Sigeo 2010).

Diatom araştırmalarında yaygın olarak kullanılan indeksler;

Tek Takson Değerlendirmesi

- **Kothe's indeks:** Bu basit indeks, tek bir tür üzerindeki çevresel etkiyi değerlendirir. Alan 1'in o nehir için tipik bir bölge olduğunu ve seçilen türlerin sayısındaki değişikliklerin diğer bölgelerde de meydana geleceğini varsayar.

Çoklu Takson İndeksleri

Çoğu diatom indeksleri çoklu taksonlara (cinsler veya türler) dayanmaktadır. Anahtar gösterge türlerin varlığı/yokluğu ile belirlenir.

- **Palmer indeks (Palmer 1969):** Nehir diatomlarına uygulanan Palmer indeksi, kapsamlı bir literatür taramasından türetilmiştir. 20 yaygın diatom türünün oluşumuna dayanmaktadır. Bunlar organik kirliliğe toleranslarına göre sırasıyla listelenmektedir. En az kirli sulardan en çok kirli olan sulara doğru olan sıralama şu şekildedir;

Fragilaria capucina→*Achnanthes minutissima*→*Cocconeis placentula*→*Diatoma vulgare*→*Surirella ovata*→*Gomphonema parvulum*→*Synedra ulna*→*Nitzschia palea*

Diatom türleri 1'den 5'e kadar derecelendirilir ve indeks içinde bulunan tüm ilgili taksonların puanları toplanarak hesaplanır. 20'den büyük değerler yüksek düzeyde organik kirliliği gösterir.

- **Descy's indeks (Descy 1979):** Sık kullanılan bir indekstir. 1'den 5'e kadar indeks değerleri verir. Bunlar daha sonra su kalitesi ile ilişkilendirilebilir. Bu indekse göre nehir suyu kalitesi aşağıdaki Tablo 4'de gösterilmiştir;

Tablo 4. Descy's İndeksine Göre Nehir Suyu Kalitesi

Diatom İndeks	Nehir Suyu Kalitesi
>4,5	Kirlilik yok, biyolojik kalite çok iyi
4,0-4,5	Çok hafif kirlilik, normal topluluklara yakın
3,0-4,0	Orta düzeyde toksik kirlilik veya ötrofikasyon Topluluk değişiklikleri ve hassas türlerin kaybolması
2,0-3,0	Ağır kirlilik. Sadece kirliliğe dirençli türler baskın Hassas türler ciddi şekilde azalmış
1,0-2,0	Ciddi kirlilik. Çeşitlilik çok azalmış Sadece birkaç toleranslı türler hayatta kalmış

- **CEE indeks (Descy and Coste 1991):** Bu genel kirlilik indeksi, toplam 213 diatom taksonuna dayanmaktadır. İndeks 0-10 (kirli su ile kirlenmemiş su) arasında değişir.
- **GDI indeks (Coste and Ayphassorho 1991):** Generik diatom indeksi 44 diatom cinsine dayanan organik ve inorganik besin kirliliği indeksidir. Değerler 1-5 (kirli su ile kirlenmemiş su) arasında değişir.
- **IDAP indeks (Prygiel et al. 1996):** İndeks 45 cins ve 91 diatom türünün bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Değerler 1-5 (kirli su ile kirlenmemiş su) arasındadır.

- **IPS indeks (Coste in Cemagref 1982):** Spesifik kirlilik indeksi kirlilik duyarlılığı için organik yük ve besin konsantrasyonlarına dayanmaktadır. Değerler 1-5 (kirli su ile kirlenmemiş su) arasındadır. Çeşitli çalışmalar IPS indeksinin genel değişiklikleri izlemek için özellikle yararlı olduğunu göstermektedir. Bu indeks genellikle tüm diatom türlerini entegre ettiği için ötrofikasyon, organik kirlilik ve yüksek tuz konsantrasyonlarının birleşik etkilerini en iyi şekilde yansıtır.
- **TDI indeks (Kelly and Whitton 1995):** Trofik diatom indeksinin orijinal formülasyonunda gösterge değerleri (inorganik besin maddelerine tolerans) ve tanımlama kolaylığı nedeniyle seçilen 86 diatom taksonuna dayanıyordu. İndeks 1-5 arası kirlilik duyarlılık değerleri ve 1-3 arası gösterge değerleri ile ağırlıklı ortalama duyarlılığı belirlemiştir. TDI değeri 1'den (çok düşük besin konsantrasyonları) 5'e (çok yüksek besin konsantrasyonları) kadar değişirken daha sonra bu indeks aralığı 0-100 arasında değiştirilmiştir.
- **SLA indeks (Sládeček 1986):** Saprobik yük indeksi, çözülebilir organik kirlilik indeksi her biri belirlenmiş bir saprobik değere sahip 323 diatom taksonuna dayanmaktadır. Değerler 4,5-0 (kirli olmayan su ile kirlenmiş su) arasındadır.
- **EPI-D indeks:** Diatom bazlı bir ötrofikasyon/kirlilik indeksidir. Diatomların besinlere, organik maddelere ve suda çözünmüş mineral tuzlara özellikle klorürlere duyarlılığını hesaba katan entegre bir indekstir. Bu nedenle amacı, hem organik ve mineral kirliliği hem de ötrofikasyonu tespit etmektir.

Karşılaştırılabilir diatom indekslerinde tek bir diatom indeksi (anahtar diatom gösterge taksonlarının tanımlanmasıyla birlikte) çevresel izleme ve sayımı için yeterli olsa da birden çok indeksin belirlenmesi için OMNIDIA veritabanı yazılımının genel mevcudiyeti bu açıdan özellikle yararlıdır. Su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla diatomların indikatör özelliklerinin kullanılarak hazırlandığı OMNIDIA paket programı, indeksleri toplu olarak hesaplayan bir programdır (Lecointe *et al.* 1993). Programın içerisinde nehirler için 17 tane ve göller için 1 tane (TDIL) olmak üzere 18 tane diatom indeksi mevcuttur. Bu yazılım programında bulunan indeksler, Avrupa diatom topluluklarına dayanmaktadır ve açıkça doğrudan Avrupa nehirlerine uygulanır. Bu yazılımın dünyanın diğer bölgelerinde uygulanması endemik türlerin dahil edilmesini gerektirir (Bellinger and Sigeo 2010).

Bu çalışmanın amacı, Erzurum İli'nde bulunan Serçeme Çayı/Karasu Nehri'nin, uluslararası standartlarda nehir ekosistemi değerlendirilmesinde kullanılan diatom indeks hesaplama programı olan OMNIDIA programı ile ekolojik kalitesinin belirlenmesi ve bununla

birlikte Serçeme Çayı/Karasu Nehri epifitik ve epilitik diatom tür çeşitliliğinin tanımlanması ile Türkiye tatlı suları diatom florasına katkı sağlanmasıdır.



KAYNAK ÖZETLERİ

Potapova (1996), Sibirya Kolyma Dağları'nın 48 deresinde 84 bölgede epilitik algleri incelemiştir. En bol bulunan 62 alg türünü, çoğunlukla dağlık ve yüksek enlem bölgelerinin besleyicisi az, hızlı akan sularda rapor etmiştir. Çalışma sonunda suyun kimyasal özelliklerinin (pH ve iyonik içerik) alglerin varlığını etkilediği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, *Tribonema* spp. *Tetraspora lubrica* ve *Eunotia* spp. Türlerini asidik sularda, *Diatoma hyemalis*, *Achnanthes subatomoides*, *Ceratoneis recta*, *Eunotia praerupta* ve *Audouinella pygmaea* türlerini son derece yumuşak sularda bulunduğu bildirilmiştir. *Achnanthes kryophila*, *A. laevis*, *Ceratoneis arcus*, *Cymbella cistula*, *Diatoma tenuis*, *Gomphonema angustatum*, *G. angustatum* ve *Ulothrix tenuissima* türlerinin iyon içeriği yüksek olan nehirlerde daha fazla bulunduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte madenciliğin neden olduğu kirliliğin, yüksek iyonik içerik ve epipelik türlerin tercih edildiği algal türlerin bolluğunu arttırdığı, yumuşak ve hafif asitli sular için tipik algleri elimine ettiği, algal biyokütlesi en yüksek alanların (dalgakıranlar, yan kanallar, göl çıkışları) ve kıyı bölgesinin orta derecede kirli nehirlerinde bulunduğu da rapor edilmiştir.

Melbourne (Avustralya) civarlarında bulunan akarsularla ilgili yapılan bir çalışmada, diatomlar ve büyük omurgasız canlıların kentsel kirlenmeye karşı duyarlı belirteçler oldukları vurgulanmıştır (Sonneman *et al.* 2001).

Vilbaste (2001) tarafından Estonya'da bulunan üç nehirde (Ahja, Selja ve Valgejogi) epilitik, epifitik ve epipelik diatom topluluklarını araştırmak amacıyla yürütülen bir araştırmada toplam kaydedilen takson sayısı 165 olarak belirlenmiş, hakim diatomların; *Achnanthidium minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Amphora pediculus*, *Staurosirella pinnata*, *Planothidium lastceolatum* ve *Diatoma moniliformis* türlerinin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Estonya'nın akarsularının izlenmesi için epilitik diatom topluluğunun kullanılması önerilmiştir.

Kanada/Ontario'daki Grand Nehri'nin iki kolunda su kalite değişkenliği ölçümü ve tür kompozisyonu ile kaynak izlenimi yapılması için epilitik, epifitik ve epipelik diatomların kullanımı araştırılmıştır. Her habitattaki diatomların alkalinit, askıda katı madde, biyolojik oksijen ihtiyacı ve iletkenlik ile ilişkili olduğu ve bununla birlikte epifitik diatomların toplam fosfor ile önemli derecede ilişkili olduğu belirtilmiştir (Winter and Duthie 2001).

Dere vd (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada, Ağustos 1997-Haziran 1998 tarihleri arasında Nilüfer Çayı membadan başlayarak Marmara Denizi'ne kadar 6 istasyondan

alınan aylık su örneklerinde sıcaklık, pH, toplam çözünmüş madde, iletkenlik, çözünmüş oksijen ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı ölçülmüş ve bununla birlikte epifitik tür florası, populasyon yoğunlukları ve türlerin bolluk dereceleri hesaplanmıştır. Çalışma sonunda epifitik türler içerisinde baskın türleri Bacillariophyta grubuna ait türlerin oluşturduğu ve *Encyonema minutum* (Hilse ex Rabh.) D.G.Mann, (Cymbellaceae), *Achnantheidium minutissimum* (Kütz.) Czarn (Achnanthaceae), *Navicula cryptocephala* Kütz. var. *cryptocephala* (Naviculaceae), *N. cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Rabh (Naviculaceae), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Smith (Nitzschiaceae), *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr. var. *ulna* (Fragilariceae) türlerinin diğer diatom türlerine göre daha baskın olduğu belirtilmiştir.

Epilitik, epifitik ve epipelik diatomlar, Güney Finlandiya'da nehirlerin dört istasyonunda üç habitatta mevsimsel toplulukların kalıcılığını ve istikrarını incelemek üzere örneklenmiştir. Türlerin toplamı, epifikasyon içinde en yüksek, epipelik toplulukları arasında en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar bu farklılıklar kısmen epifikasyondaki çeşitlilikten kaynaklansa da, muhtemelen kuzey nehirlerindeki epifitik topluluklar arasındaki düşük kalıcılığı yansıttığı rapor edilmiştir (Eloranta and Soinien 2002).

Comte and Cazaubon (2002), Durance Nehri'nde (Fransa) epifitik diatom toplulukları üzerine yaptıkları bir çalışmada, *Chara vulgaris*, *Cladophora glomerata* ve *Potamogeton densus* türleri üzerindeki epifitik diatom türlerini incelemişler ve sonuç olarak epifitik populasyonlarda bitki türlerine göre önemli miktarda heterojenlik gösterdiği ve *Potamogeton* ve *Cladophora* türlerinde tespit edilen baskın türün *Achnanthes minutissima* olduğu bildirmişlerdir.

Vilbaste (2003)'nin Estonya'da 139 nehir üzerinde yaptığı bir çalışmada, OMNIDIA programı kullanılarak epilitik diatom türlerinin bolluğunu tespit eden diatom indeksleri hesaplamıştır. Çalışma sonunda, nehirlerin trofik derecesinin (oligo, mezo-hipertrofik) ve su kalite sınıfının (kötü, orta, iyi, yüksek) şeklinde olduğunu ifade etmiştir.

Hazar Gölü'ne dökülen akarsulardan Kürk Çayı'nda yapılan bir araştırmada, epipelik diatomlar bir yıl boyunca incelenmiştir. Çalışma sonucunda toplam 42 taksonun tespit edildiği, *Cyclotella meneghiniana*'nın tek sentrik diatom türü olduğu, pennat diatomlar arasında *Navicula* ve *Nitzschia*'nın tür sayısı bakımından en zengin cinsleri oluşturduğu ve *Meridion circulare*, *Synedra ulna*, *Suriella ovata* var. *pinnata*, *Nitzschia palea* ve *Gomphonema olivaceum* türlerinin ise bulunuş sıklığı bakımından en önemli diatomlar olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte sonbahar aylarında *Cymbella affinis*; kış aylarında *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala* ve *Nitzschia palea*; ilkbahar aylarında *Synedra ulna*, *Navicula trivialis*, *N. linearis*, *Nitzschia palea* ve *Cymbella affinis*; yaz aylarında ise *Synedra*

ulna, *Cymbella ventricosa* ve *Gomphonema olivaceum* türlerinin nispi yoğunlukları bakımından dikkat çekici türler olduğu belirtilmiştir (Yıldırım vd 2003).

Akbulut (2003) tarafından Sultan Sazlığı'nda (Kayseri) planktonik diatom florasının 3 farklı istasyonunda yürütülen araştırmada, toplam 75 diatom taksonu belirlenmiştir. Ayrıca *Fragilaria*, *Navicula*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Epithemia* gibi bazı cinslerin tür sayısı bakımından baskın olduğu, tatlı su istasyonlarındaki tür sayısının acısu istasyonlarındaki tür sayısından daha düşük değerler verdiği rapor edilmiştir.

Üst Segre Havzası'nda (Cerdanya/İspanya) bulunan dağ nehirlerinde yapılmış olan bir çalışmada, farklı mevsimlerde (İlkbahar, yaz, sonbahar) nehirlerde bulunan epilitik diatomlar incelenmiş ve çalışma sonunda *Achnanthidium subatomus*, *Diatoma mesodon*, *Encyonema cf. minutum*, *E. silesiacum*, *Fragilaria arcus*, *F. capucina*, *Gomphonema calcifugum*, *G. pumilum*, *Meridion circulare* ve *Nitzschia pura*'nın baskın türleri olduğu rapor edilmiştir (Goma et al. 2005).

Salomoni et al. (2006), Brezilya'da bulunan Gravatai Nehri'nin kirliliğini belirlemek için epilitik diatomları kullandıkları bir çalışmada, kirliliğe duyarlı türleri 3 gruba ayırmışlar ve ağır organik kirliliğe ve ötrofikasyona toleranslı tür grubunda *Luticola goeppertiana*, *Luticola mutica*, *Eolimna subminuscula*, *Nitzschia palea* ve *Sellaphora pupula*'nın olduğunu, yaygın ve toleranslı olan tür grubunun; *Eunotia bilunaris*, *Frustulia crassinervia*, *Frustula saxonica*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea* var. *tenuirostris*, *Surirella angusta*, *Pinnularia microstauron* ve *Ulnaria ulna* ve kirliliğe daha az toleranslı tür grubunun ise *Eunotia* sp. ve *Gomphonema parvulum* olduğunu belirtmişlerdir.

Limpopo Nehri (Güney Afrika)'nın kirlilik durumunun araştırılması amacıyla diatom türlerinin kullanıldığı bir çalışmada, *Achnanthidium minutissimum* (Kützinger) Czarnecki, *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki, *Achnanthidium saprophila* (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova, *Amphora pediculus* (Kützinger) Grunow, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Cymbella kappii* (Cholnoky) Cholnoky, *Diatoma vulgare* Bory, *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, *Eolimna subminuscula* (Manguin) Lange-Bertalot & Metzeltin, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kützinger) Lange-Bertalot, *Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh, *Gomphonema parvulum* Kützinger, *Gomphonema parvulum* var. *lagenula* (Kützinger) Frenguelli, *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot, *Navicula cryptocephala* Kützinger, *Navicula tripunctata* (O. Müller) Bory, *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot, *Nitzschia dissipata* (Kützinger) Grunow, *Nitzschia frustulum* (Kützinger) Grunow, *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow in Van Heurk, *Navicula tenelloides* Hustedt türleri tespit edilmiş ve hesaplanan diatom

indekleri (SPI, SLA, LMI, SHE, WAT, TDI, EPI, ROT, GDI, CEC, BDI ve APDI) ile çevresel değişkenler (NO_3^+ , $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, Na^+ , Mg_2^+ , $\text{SiO}_2\text{-S}$, SO_4 , K^+ , Cl^- , Ca^+) arasındaki korelasyonun anlamlı olduğu rapor edilmiştir (Taylor *et al.* 2007).

Solak vd (2007a), Büyük Menderes Nehri (Muğla/Akçay)'nin su kalitesinin belirlenmesi amacıyla OMNIDIA programı içerisinde 17 diatom indeksi kullanmışlar ve sonuç olarak SLA, DESCY, IDP, L&M, WAT, CEE ve IDAP indekslerinin kimyasal değişkenlerle yüksek korelasyon gösterdiği fakat indekslerden en iyisinin DESCY indeksi olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir başka çalışma ise Antalya Düden Şelalesi'nde yapılmış ve IBD indeksi ile suyun fiziko-kimyasal parametreleri arasında yüksek korelasyon olduğu belirtilmiştir (Solak vd 2007b).

Sıvacı ve Pabuçcu (2007), Balıklı Kaplıcalarında (İç Anadolu/Türkiye) epipelik ve epilitik diatomları araştırmışlar ve *Cymbella*, *Amphora* ve *Gomphonema* cinslerinin türlerinin ana grupları oluşturduğu, *Cymbella cymbiformis* ve *Gomphonema olivaceum* türlerinin ise baskın türler olduğunu tespit etmişlerdir. *Navicula* ve *Achnanthes* cinslerine ait türlerin çeşitliliğini daha az, *Fragilaria ulna*, *Cymbella silesiaca* ve *Gomphonema parvulum* hariç çoğu diatom türünün, çok sayıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çetin ve Yıldırım (2007)'ın Göksu Çayı'nda (Adıyaman) planktonik, epipelik, epilitik ve epifitik diatomların dağılım şekillerini inceledikleri bir çalışmada, tüm diatomlar 2003 ile 2004 yılları arasında Göksu Çayı boyunca 7 istasyonda toplanmıştır. Tüm istasyonlarda toplam 70 adet diatom taksonu bildirilmiştir. Bu 70 diatomun dışında, *Pinnularia interrupta* sadece planktonda, *Navicula cuspidata* ise epipelonda kaydedilmiştir. *Surirella spiralis* sadece epifile kaydedilmiştir. Kalan diatom taksonları farklı habitatlarda gözlemlenmiştir. Bazı diatom türlerinin bir habitatta diğerlerinden daha fazla olmasına rağmen, akıştaki diatomların farklı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) epilitik diatom yoğunluğunu belirlemek için yapılan bir incelemede, daha çok *Nitzschia*, *Navicula* ve *Cymbella* cinslerinin bulunduğu bildirilmiştir (Akanlı Bingöl vd 2007).

Çetin (2008), Göksu Çayı'ndaki bentik diatomların (epilitik, epifitik, epipelik) yapısının, bir yıl boyunca incelemiş ve araştırmada toplam 69 taksonun olduğunu rapor etmiştir. Kaydedilen taksonların bolluğunun habitat tipleri arasında büyük ölçüde değiştiğini ve *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia* ve *Gomphonema* cinslerinin en fazla türü içerdiğini bununla birlikte çoğu toplulukta sayısal olarak baskın olduğunu, diatomların frekansı, çeşitliliği ve benzerliğinin habitatlar arasında değiştiğini belirtmiştir.

Emet ayı (Kütahya)'nın su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılmış olan bir çalışmada, Trofik Diatom İndeksi (TDI) kullanılmış ve bu indeksin diatom florasını iyi temsil ettiği, fakat su kalitesini iyi yansıtmadığı tespit edilmiştir (Karacaoğlu vd 2008).

Dalkıran vd (2008)'nin Orhaneli ayı'nın su kalitesini belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları araştırmada TDI indeksi kullanılmış ve sonuç olarak TDI indeksinin topluluk yapılarını kuvvetli bir şekilde karakterize ettiği ve TDI indeks değerleri ile suda belirlenen bazı inorganik kirlilik parametrelerinin kuvvetli korelasyonlar gösterdiği bildirilmiştir.

Peri ayı (Tunceli)'nda, Mayıs 2005-Ekim 2005 tarihleri arasında epilitik diatomların araştırıldığı bir çalışmada, toplam 36 tür belirlenmiş ve bu türler arasında en fazla türle temsil edilen cinsler *Gomphonema* (6 tür), *Fragilaria* (5 tür), *Cymbella* (4 tür), *Pinnularia*, *Achnanthes* ve *Navicula* (3 tür) olarak tespit edilmiştir (Pala ve ağlar 2008).

Szczepocka and Szulc (2009), Polonya'da bulunan Bzura ve Pilica nehirlerinde bir araştırma yapmışlar ve bentik diatom türlerini kullanarak nehirlerin su kalitesini belirlemişlerdir. OMNIDIA programı ile GDI (Generik Diatom İndeks), SPI (Spesifik Kirlilik İndeksi) ve TDI (Trofik Diatom İndeks) indekslerini hesaplamışlar ve araştırma sonunda Bzura Nehri'nin organik kirlleticiler bakımından kirli, Pilica Nehri'nin ise iyi kalite de olduğunu tespit etmişlerdir.

Diatomlar ile ilgili yapılan bir araştırmada, Kuzey Oregon (ABD) nehir sisteminin 25 ayrı noktasında bulunan bentik diatomlar incelenmiştir. Yapılan çalışmada canlı diatom örnekleri (kloroplastları görünen hücreler) ve geleneksel yöntem ile temizlenmiş olan örneklerden elde edilen sayım sonuçları karşılaştırılmış olup diatom türlerinin ekolojik güvenilirliğini canlı olarak yapılan incelemelerden elde edildiği, diğer yöntemin ise türlerin tespit edilmesinde taksonomik güvenilirlik sağladığı belirtilmiş ve her iki yöntemin de kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır (Gillett *et al.* 2009).

Zelazna Wieczorek and Ziulkiewicz (2009), Lodz tepeleri bölgesinde (Polonya) yer alan Ozorkow, Strykow ve Brzeziny kaynaklarının su kalitesinin belirlenmesi amacıyla diatom indeksleri (IPS, GDI, EPI-D ve TDI) kullanarak hesaplamalar yapmışlar ve bunun sonucunda su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan diatom indekslerinin değişimleri yansıtmamakta olduğunu rapor etmişlerdir.

Darıören ayı Havzası'nda (Isparta/Türkiye) 6 örnekleme noktasında yapılan çalışmada, kirliliğin epilitik diatom toplulukları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada ekolojik metotlar (tür zenginliği, çeşitlilik, saprobik indeksler ve çok değişkenli analiz) kullanılmıştır. Bununla birlikte biyolojik oksijen ihtiyacı, nitrit, nitrat, amonyak, iletkenlik,

toplam sertlik, pH ve çözülmüş oksijen değerleri incelenmiştir. Çalışma sonunda, su kalitesi seviyelerindeki değişikliklerin, saprobik indeks ve temel bileşen analizi ile Darıören Çayı akışındaki tür zenginliği ve çeşitlilik indekslerinden daha iyi yansıttığı bildirilmiştir (Kalyoncu vd 2009).

Yıldırım ve Çetin (2009)'nin Cip Çayı (Elazığ)'ndaki bentik diatomların topluluk yapısını inceledikleri araştırmada, epilitik ve epifitik topluluklardan toplam 72 takson tespit etmişlerdir. Bunlardan bazı diatom taksonları mikrohabitat tercihleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Epilitik substratlarda *Gomphonema acuminatum*, *Gomphonema parvulum*, *Placonesi elginensis* ve *Rhopalodia musculus* türlerini kaydetmişlerdir. Sadece epipelik habitatlarda *Epithemia argus* ve *Pinnularia divergens* kaydedilirken, *Caloneis bacillum*, *Fragilaria ulna*, *Geissleria decussis*, *Nitzschia constricta* ve *Pinnularia viridis* türlerinin ise sadece epifitik topluluklarda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Subtropikal bir mangrov türünde (*Kandelia candel*) bulunan epifitik diatomlar ile ilgili yapılan bir araştırmada Güney Çin'e ait 4 bölgede coğrafik ve mevsimsel örneklemelerde 40 cinse ait toplam 103 adet diatom türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türler arasında *Nitzschia fasciculata*, *Luticola mutica*, *Achnanthes javanica* baskın türler olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer analizlerde tuzluluk, nitrojen ve fosfat gibi çevresel faktörlerin bu üç diatom türü ile ilişkili olabileceği ve epifitik diatom örneklerinin mangrovlardaki su kalitesinin değerlendirilmesi için iyi bir gösterge olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Chen *et al.* 2010).

Kıvrak ve Gürbüz (2010), 2005-2006 yılları arasında Tortum Çayı (Erzurum)'nın epipelik diatomları ve suyun bazı fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişler ve inceleme sonucunda toplam 113 takson epipelik diatom tespit etmişlerdir. Baskın diatom türlerini ötrofik ve kirli olarak iki gruba ayırmışlardır. Ayrıca *Cocconeis placentula* türünü 1. grupta euglypta (ötrofik) ve *Nitzschia palea* ve *Navicula cryptocephala* türlerini ise 2. grupta (kirli) en belirgin dominant türler olduğunu, *N. palea* ve *N. cryptocephala* türlerinin ise besin yoğunluğu ile pozitif ilişki gösterdiğini de rapor etmişlerdir.

Murat Çayı (Kütahya)'nın diatom topluluğunun araştırıldığı bir çalışmada, toplamda 75 diatom türü (5'i Centrales ve 70'i Pennales) tespit edilmiş ve *Cymbella affinis* (%13,31), *Gomphonema olivaceum* (%10,09), *Nitzschia palea* (%9,54), *Diatoma moniliformis* (%9,01), *Cocconeis placentula* var. *lineata* (%8,94) ve *Gomphonema truncatum* (%7,91) türlerinin baskın türler olduğu gözlemlenmiştir (Tokatlı ve Dayıoğlu 2011).

Gün (2011), Değirmendere Çayı (Trabzon)'nda yapmış olduğu bir çalışmada; epilitik diatom topluluklarını OMNIDIA programında bulunan diatom indeksleri (SLA, DESCY, IDSE, SHE, TDI, GENRE, IPS, IBD, EPI-D, DICH, IDP, SID ve TID) kullanarak hesaplamış

ve sonuç olarak fiziko-kimyasal parametrelerden en fazla sapma gösteren indekslerin TDI ve Descy indeksleri olduğunu belirtmiştir.

Çetin (2011) tarafından, Ilıca Deresi (Ordu)'nin epilitik alg florası ve su kalitesi incelenmiş ve çalışma sonunda epilitik florada *Navicula* ve *Nitzschia* en çok tür içeren cinsler olduğu ve derede organik kirliliğin olmadığı, su kalitesinin orta düzeyde olduğu, fiziko-kimyasal parametrelere göre ise Ilıca Deresi'nin nitrit ve fosfor dışında 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirtilmiştir.

Pulur Çayı (Erzurum)'nda epilitik ve epifitik diatomlar üzerine yapılan bir çalışmada, Ağustos 2011, Ekim 2011, Aralık 2011 ve Mart 2012 tarihlerinde çay üzerinde 5 istasyon seçilmiş ve bu istasyonlardan su, taş ve bitki örnekleri alınmıştır. Araştırma sonunda *Diatoma vulgaris*'in (%40,67) tüm türlerin yarısına yakını oluşturduğu ve bu türü sırasıyla *Navicula cryptocephala* (%13,23), *Cymbella affinis* (%7,27), *Aulacoseira granulata* (%7,13), *Nitzschia sigmoidea* (%6,30) ve *Gomphonema olivaceum*'un (%5,62) takip ettiği rapor edilmiştir (Fakıoğlu vd 2012).

Kıvrak ve Uygun (2012), Akarçay Deresi'nin epipelik diatom yapısı ve çeşitliliği ile bazı fiziko-kimyasal özelliklerini araştırmak için dört örnekleme bölgesinden aylık olarak toplanan numunelerde 107 takson epipelik diatom rapor etmişlerdir. Ayrıca *Amphora veneta*, *A. pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cymatopleura solea*, *Cyclotella meneghiniana*, *Encyonema minutum*, *Nitzschia tubicola*, *Ulnaria ulna* ve *Sellaphora pupula* türlerinin üst bölgelerde baskın olduğunu, Yapmış oldukları analizlere göre, pH, besin ve iletkenlik, değerlerinin diatom topluluk yapısı üzerinde önemli etki gösterdiğini ve alt havzalardaki kirliliğin artması ile tür çeşitliliğinin azaldığını da bildirmişlerdir.

Batman Çayı'nda seçilen 4 istasyonda epipelik ve epilitik diatomların dağılımının ve suyun bazı fiziko-kimyasal yapılarının mevsimsel değişikliklerin incelendiği çalışmada, diatomların (*Navicula*, *Cymbella*, *Nitzschia* ve *Gomphonema*), Batman Çayı'nda tür sayısı ve bolluk açısından en önemli alg grubu olduğu belirtilmiştir. Araştırma da toplam 49 diatom takson tanımlanmış ve Batman Çayı'nın su kalitesi kriterlerine göre I. sınıf su kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Sönmez ve Asan 2012).

Tokatlı (2012), Gürleyik Çayı (Eskişehir) Yukarı Havzası'ndan 2010 yılı ilkbahar mevsiminde yapmış olduğu bir çalışmada, epipelik diatom örnekleri toplamış ve çalışma sonunda 19 cinse ait 45 tür belirlemiştir. Çayın su kalitesinin TDI indeksine göre mezo-ötrofik ve BDI indeksine göre ise mezotrofik özellikte olduğunu belirtmiştir.

Sakai *et al.* (2013), Japonya Fukuoka'da bulunan Hakata Nehri'nde yaptıkları bir çalışmada, 3 istasyondan 33 takson içinden 17 cinse ait 1747 epilitik diatom frustülleri toplamışlar ve tüm istasyonlarda *Nitzschia fonticola* türünün bol miktarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Isparta Darıderesi'nin su kalitesinin incelendiği bir çalışmada dere suyu kalitesinin tahmini için OMNIDIA programı kullanılmıştır. Programa göre SID ve IBD indeksleri en iyi sonuçları vermiş olup buna ilaveten Türkiye'de bulunan nehirlerin izlenmesi için bentik diatom toplulukları ile diatom indekslerinin ve özellikle de SID indeksinin kullanılabileceği ifade edilmiştir (Kalyoncu ve Şerbetçi 2013).

Szulc and Szulc (2013) Pilica Nehri (Polonya/Lodz)'nin su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada, Ekim 2005 ve Eylül 2007 tarihleri arasında nehirde belirlenen 7 örnekleme noktasından bentik diatom türleri toplayıp bunların BDI değerini hesaplamışlardır. Çalışma sonunda, toplam 157 örnek içerisinde 378 diatom taksonu tespit etmişlerdir.

Gülbenk (2013) tarafından, Fırat Nehri'ni besleyen önemli kollardan biri olan Tohma Çayı'nın su kalitesinin fiziko-kimyasal ve biyolojik verilerle değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir araştırmada, *Cymbella affinis*, *Navicula tripunctata* ve *Diatoma hyemale* türlerinin daha fazla olduğu ve Kıtaçı su kalite kriterlerine göre, çayın NO₃-N bakımından I. sınıf su kalitesinde, NO₂-N bakımından I-II ve III. sınıf su kalitesinde ve NH₄-N bakımından I, II ve III. sınıf su kalitesine sahip olduğu saptandığını açıklamıştır.

Ordu ilinin önemli içme suyu kaynağı olan Aşağı Melet Irmağı'nın epipelik diatom florası üzerine yapılan bir çalışmada, 2012 yılı Mart-Kasım aylarında periyodik olarak her ay yapılan incelemede 56 takson belirlenmiştir. Cymbellales (14 takson) ve Naviculales (16 takson) takımlarının diatom çeşitliliğinin %54'ünü oluşturduğu ve bunları sırasıyla; Fragilariales (%16, 9 takson), Bacillariales (%14, 8 takson), Surirellales (%9, 5 takson), Achnanthales (%3, 2 takson), Eunotiales (%2, 1 takson) ve Melosirales (%2, 1 takson) belirlenmiştir. Araştırmada epipelik komünitede *Diatoma vulgaris*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *N. tripunctata* ve *Nitzschia sigmoidea* türlerinin yaygın olduğu kaydedilmiştir. Bu türlerin genelde organik kirliliğe toleranslı, β - α - mezosaprobik koşullarda bulunan türler olduğu ve elde edilen verilere göre, Melet Irmağı'nın aşağı havzasının orta kirliden kirliliğe doğru yani II-III. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı belirlenmiştir (Taş vd 2015).

Çiçek ve Ertan (2015) Köprüçay Nehri (Isparta)'nda yaptıkları bir çalışmada, Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında seçilen 7 istasyondan aylık olarak örnekleme yapıp suyun fiziko-kimyasal özellikleri ile epilitik diatomların mevsimsel dağılımları ve gelişimlerini

incelemişlerdir. Çalışma sonunda Bacillariophyta grubuna ait 119 takson tespit etmişler ve diatomların kullanıldığı Trofik Diatom İndeksi ve Saprobik İndeks uygulayarak Köprüçay Nehri'nin su kalitesini belirlemişlerdir.

Yalova'da farklı habitatlardan (epilitik, epipelik ve epifitik) 25 istasyondan örnekler alınmış ve çalışma alanında *Cymbella*, *Cymboppleura*, *Encyonema*, *Encyonopsis* ve *Reimeria* cinslerine ait 19 takson ve *Cymbella excisa*, *Cymboppleura cf. lange-bertalotii*, *Encyonema reichardtii*, *Encyonopsis minuta*, *E. subminuta* ve *Reimeria ovata* türlerinin Türkiye tatlı su diatomu florası için yeni kayıt olduğunu bildirmişlerdir (Solak vd 2016).

Kalyoncu vd (2016)'nin, Andık Deresi (Isparta)'nde Temmuz 2010-Haziran 2011 tarihleri arasında yaptıkları bir çalışmada, seçilmiş 6 istasyonda bulunan su ve epilitik diatom örneklerini toplayıp çayın su kalitesini belirlemek amacıyla OMNIDIA programı kullanarak diatomları taksonlarına göre belirlemişlerdir. Çalışma sonunda indekslerin kimyasal değişkenlerle düşük korelasyon gösterdiğini ve GDI'nın en iyi sonuç vermesine karşın, IDAP'ın yapılmış olan bu çalışma için uygun olmadığını rapor etmişlerdir.

Ekim 2009-Eylül 2010 tarihleri arasında Sakarya Nehri'nin epilitik diatom dağılımının ve çeşitliliğinin incelendiği bir çalışmada, epilitik diatomlarla uygulanan indeksler (Saprobik İndeks (SI), Swiss Diatom İndeksi (DI-CH) ve Trofik Diatom İndeksi (TDI)) arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (Morkoyunlu Yüce ve Gnll 2016).

Yıldırım ve etin (2016), Elazığ Maden Deresi'ndeki bentik diatomları topluluk yapısını araştırmışlar ve bentik habitatlarda toplam 77 takson tespit etmişlerdir. Çalışmada, Maden ayı'ndaki epipelik, epilitik, epifitik diatom toplulukları ve türlerin çeşitliliği ve bazı bentik diatomlarınise benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. *Cretoneis arcus*, *Frustulia vulgaris*, *Meridion circulare*, *Navicula bacillum*, *N. cari*, *N. gracilis*, *N. menisculus*, *N. tuscula*, *N. reinhardtii*, *Nitzschia hungarica* ve *Surirella robusta* türlerini epilitik habitatlarda kaydetmişlerdir. *Didymosphenia geminata* türünün ise sadece epipelik habitatlarda bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Coşkunışık (2016), Madra ayı 'nda epilitik diatomlar üzerine yaptığı bir araştırmada, ayda bulunan 7 istasyondan mevsimsel olarak diatom ve su örnekleri almıştır. Araştırma sonunda 44 cinse ait 100 epilitik diatom türü tespit etmiştir. Bunlar içerisinde *Navicula* (13 takson), *Gomphonema* (5 takson), *Nitzschia* (5 takson) ve *Surirella* (5 takson) grupları en fazla taksonla belirlenen cinsler olduğunu bildirmiştir.

Solak vd (2017), Küçük Menderes Nehir Havzası'nın bentik diatom topluluğu üzerine yaptıkları araştırmada, 94 bentik diatom türü belirlemişlerdir. Kirli suların indikatörü olarak

bilinen *Nitzschia palea*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia umbonata*, *Craticula accomoda*, *Craticula subminuscula* ve *Navicula veneta* türlerinin en yaygın türler olduğunu tespit etmişlerdir.

Haziran 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında Batlama Çayı'nın epilitik alg florasının incelendiği bir çalışmada, toplam 90 epilitik alg taksonu belirlenmiştir. Ayrıca epilitik diatomlar kullanılarak hesaplanan Trofik Diatom İndeksi (TDI), Biyolojik Diatom İndeksi (BID), Saprobik İndeks (SI) ve Diatom Kirlilik Tolerans İndeksi (PTI) sonuçlarına göre çayın trofik seviyesi ve kirlenme durumu tespit edilmiştir (Maraşlıoğlu vd 2017).

Kuzeybatı İran, Balikhli Nehri'nin (Balikhli Chay) diatom florasının taksonomik bileşiminin Ekim 2013 ile Eylül 2014 arasında incelendiği bir araştırmada, toplam 50 cinse ait 109 takson tespit edildiği bildirilmiştir (Panahy *et al.* 2018).

Atıcı vd (2018)'nin, Seydisuyu Çayı Havzası (Türkiye)'nin diatom florasını inceledikleri bir çalışmada, sistemin su kalitesi istatistiksel ve biyolojik olarak değerlendirilmiştir. Seydisuyu Çayı Havzası boyunca 12 istasyondan mevsimsel olarak epipelik, epilitik ve epifitik diatomlar toplanmış ve çalışma sonunda 48 diatom türü kaydedilmiştir.

Ekvator'da bulunan Pita Nehri'nde epilitik diatomlar üzerine yapılan bir araştırmada, Ağustos-Aralık 2016 tarihleri arasında nehir boyunca 5 örnekleme sahasında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişkenler ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlardan tropik alanlar için tür zenginliği açısından yüksek bir çeşitlilik olduğu belirtilmiştir (Castillejo *et al.* 2018).

Yay vd (2019)'nin, Ulupınar Çayı ve Olimpos Deresi'nin diatom florası ve fiziko-kimyasal parametrelere göre su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada, Ulupınar Çayı üzerinde 4 adet ve Olimpos Deresi üzerinde 2 adet olmak üzere toplam 6 istasyon belirlenmiş ve mevsimsel olarak arazi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada epilitik diatomlardan 33 cinse ait 64 takson tespit edilmiş ve en fazla türe sahip olan cinsin 8 tür ile *Nitzschia* olduğu bununla birlikte en baskın taksonun ise *Achnanthes minutissimum* (Kützing) Czarnecki olduğu belirtilmiştir.

Rio Chili (Arequipa/Peru) Nehri'nde yapılan bir araştırmada, perifitik diatom örnekleme dahil olmak üzere nehrin geçmiş su kalitesi kayıtlarından ve son izlemelerden gelen verileri işleyerek farklı TSIs (Fiziko-kimyasal Trofik Durum İndeksi) ve TDIs (Biyoindekatörlere Dayalı Trofik İndeks)'lerin uygunluğu değerlendirilmiştir. TDIs'ler hem yeni hem de eski kayıtlara uygulana TSIs'lerle karşılaştırılmış ve TSIs'lerin fosfor konsantrasyonlarının ölçümlerinden kolayca elde edilebileceğini, ancak daha az hassas

olduklarını ve nehrin kentsel yolu boyunca trofik koşulların sınıflandırılmasında yüksek derecede homojenliğe yol açtığını göstermiştir. TDIs'ler nehrin atık su deşarjları ve toprak kullanımının sonucu olarak mezotrofikten ötrofiye doğru değişen koşullar oluşturduğu öne sürülmüştür (Torres Franco *et al.* 2019).

Mangadze *et al.* (2019), Güney Afrika'nın Doğu Cape Eyaleti'nde bulunan Bloukrans Nehri sisteminde Şubat-Mayıs-Temmuz 2018'de 9 ayrı istasyondan diatom örneklemesi yapıp, OMNIDIA yazılım programında bulunan diatom tabanlı indeksler olan TDI (Trofik Diatom İndeksi), BDI (Biyolojik Diatom İndeksi) ve SADI (Güney Afrika Diatom İndeksi) indekslerini su kalitesinin bütünlüğünü değerlendirmek amacıyla uygulamışlardır. SADI indeksinin Bloukrans Nehri'nin etkilendiğini ve su kalitesi değişkenleriyle önemli korelasyonlar gösterdiği açıklanmıştır.

Polonya'da bulunan iki kentsel akarsuyun ekolojik durumunun diatom indeksleri (IO, IPS, IBD, GDI, TDI) kullanılarak tespit edildiği bir araştırmada, diatom topluluklarının yapısını analiz etmek ve akarsu alanları arasındaki mekansal ilişkileri ortaya çıkarmak için kalitatif ve kantitatif analizler yapılmış ve biyo-değerlendirme suyun kimyasal analizi ile desteklenmiştir. Çalışma sonunda akarsuyun üst bölümlerinin kötü/kötü ekolojik durumla, alt bölümlerin ise iyi/orta derecede olduğu görülmüş ve en baskın türün *Achnantheidium minutissimum* olduğu belirtilmiştir (Szczepocka *et al.* 2019).

Solak vd (2020), Sakarya Nehir Havzası'nın su kalite durumunun OMNIDIA programında hesaplanan 18 diatom indeksi kullanarak yaptıkları araştırmada, havzaya ait nehir ve akarsulardan Mayıs 2018'de 46 istasyon belirlenerek örnekleme yapılmış ve çalışma sonunda 195 diatom taksonu belirlenmiş ve bunun yanında diatom indeksi sınırlarından, Descy's İndeksi (DES), Pampean Diatom İndeksi (IDP), Artois-Picardie Diatom İndeksi (IDAP) ve Spesifik Kirlilik Duyarlılık İndeksi'nin (IPS) bu alandaki su kalitesi değerlendirmesi için en uygun parametreler olduğu ifade edilmiştir.

Merkezi Gujarat (Hindistan)'da bulunan sulak alanlarda (Harni, Gotri, Manjalpur ve Bhaily) yapılan araştırmada, 16 cinse dağılmış toplam 26 diatom türü tespit edilmiş ve tespit edilen türlerin başlıcalarının; *Nitzschia palea*, *N. amphibia*, *N. gracilis*, *Pinnularia biceps*, *Navicula radiosa*, *N. lanceolata*, *N. cryptocephala*, *N. obtusa*, *Gomphonema parvulum*, *G. olivaceum*, *Synedra ulna*, *S. acus*, *Amphora ovalis*, *Eunotia lunaris* ve *Stephanodiscus hantzschii* olduğu ve kirli ve ötrofik karakterli olan Manjalpur sulak alanında sadece pennat olduğu, mezotrofik koşullara sahip olan Harni ve Gotri sulak alanlarında kirliliğe toleranslı türlerin bulunduğu ve sulak alanlar içerisinde en az kirli olan Bhaily sulak alanında kirliliğe duyarlı diatomların en yüksek çeşitliliği gösterdiği belirlenmiştir (Singhand and Parikh 2020).

Epilitik diatom topluluklarına dayanan Su Kalitesi Trofik İndeksini (WQTI) kullanarak Güney Brezilya lotik sistemlerindeki referans bölgelerini belirlemeyi amaçlayan bir çalışmada, 2012 ve 2016 döneminde Vera Cruz (Brezilya)'da, Andreas Akımı Hidrografik Havzasının kaynak alanındaki 7 örnekleme sahasından 140 epilitik diatom numunesi üç ayda bir analiz edilmiş ve 2012 ve 2014'den itibaren, bu örnekleme sahalarında fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin belirlenmesi için su örnekleri toplanmıştır. Sonuçlar, iki diatom numunesi grubunun önemli farklılıklarla ortaya çıktığını göstermiştir ($p<0,05$). Grup 1 (örnekleme siteleri P1, P4 ve P5), ortalama WQTI $1,3\pm0,2$ ile oligotrofik kategoride sınıflandırılırken, grup 2 (örnekleme siteleri P2, P3, P6 ve P7) $2,0\pm0,4$ ortalama değer ile β -mezotrofik kategoride sınıflandırılmıştır. Baskın türler olan *Achnanthes minutissimum* ve *Platessa hustedtii* oligotrofik taksonlar olarak belirtilmiştir (Freitas *et al.* 2020).

Liu *et al.* (2020), Ekim 2012-Nisan 2013 tarihleri arasında Wei Nehri Havzası (Çin)'nden 60 örnekleme alanında epilitik diatom incelemesi yapmışlar ve sonuç olarak, 31 cinse ait toplam 251 tür tespit etmişler ve türlerin kimyasal oksijen ihtiyacı, kalitatif habitat değerlendirme indeksi ve çözülmüş oksijen ile zayıf bir ilişki içinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Mert Nehri (Samsun)'nde yapılmış olan bir çalışmada 44 cinse ait toplam 104 epilitik diatom türü kaydedilmiştir. Bulunan cinslerden *Navicula*'nın yoğun tarım alanlarının yakınlarındaki alanlarda baskın olarak bulunduğunu, *Gomphonema*'nin ise kentsel ve endüstriyel alanların yakınlarındaki alanlarda daha baskın olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında fiziko-kimyasal parametrelere ve diatomlara dayalı su kalitesi indekslerine göre Mert Nehri'nin üst ve orta kısımlarındaki su kalitesinin alt kısımlardaki su kalitesine göre çok daha iyi olduğu ve kullanılan diatom indekslerinden GDI'nın Samsun gibi orta yağışlı bölgelerdeki nehirlerin ekolojik durumu hakkında yararlı bilgiler verebileceği rapor edilmiştir (Maraşlıoğlu vd 2020).

MATERYAL ve METOD

Materyal

Araştırma yeri

Serçeme Çayı/Karasu, Erzurum'un kuzeyinde Kuzgun Baraj Göleti'ni oluşturan ve Mescit dağlarının güneyindeki derelerden beslenen ve Erzurum Çayköy yakınlarından Karasu Nehri'ne dökülen yaklaşık 70 km uzunluğunda bir çaydır. Çay üzerinde birçok köy ve şantiye alanı bulunmaktadır. Ayrıca yine çay üzerinde bir adet baraj gölü bulunmaktadır. Çay boyunca 3 istasyon ve Karasu Nehri ile birleştiği noktadan 2 istasyon olmak üzere toplam 5 istasyondan örnekleme yapılmıştır. Kış aylarında buzlanma olduğu için örnek alınamamıştır.

1. istasyon, Kuzgun Barajı'nın kuzeydoğusunda yer alan Sırlı Köyü Deresi'dir. 2. istasyon, Kuzgun Barajı çıkışı olarak belirlenmiştir. 3. istasyon, çayın Karasu Nehri'ne dökülmeden önceki kısımdır. 4. istasyon, Serçeme Çayı'nın Karasu Nehri'ne döküldüğü yerden önceki kısımdır. 5. istasyon ise, Serçeme Çayı ile Karasu Nehri'nin birleştiği yerden sonraki kısımdır. İstasyonlara ait bilgiler Tablo 5'de verilmiştir. Böylece Serçeme Çayı/Karasu'da mambadan mansaba kadar gelebilecek fitobentoz ve su kalite parametrelerindeki değişim araştırılmıştır. Serçeme Çayı/Karasu ve istasyonların bulunduğu harita Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Erzurum ili ve örnekleme istasyonları (I-V)

Tablo 5. Serçeme Çayı/Karasu’da Belirlenen İstasyonların Hidromorfolojik Özellikleri

İstasyonlar	Konum	Deniz Seviyesinden Yüksekliği (m)	Derinlik (m)	Kıyı Mesafesi (m)	Debi (m ³ /sn)
1.İstasyon (Sırlı Köyü Deresi)	40°219’601"N 41°105’310"E	2200	0,3	5	5,93
2.İstasyon (Kuzgun Barajı Çıkışı)	40°182’569"N 41°061’598"E	1990	1	5,10	3,3
3.İstasyon (Serçeme Çayı)	39°946’163"N 40°801’730"E	1690	0,2	32	6,73
4.İstasyon (Karasu-Aşkale Çıkışı)	39°919’861"N 40°709’767"E	1650	0,5	10	8,37
5.İstasyon (Karasu-Ilıca Çıkışı)	39°952’573"N 41°071’841"E	1760	1	15	6,91

Saha çalışması

Serçeme Çayı/Karasu’da yapılan bu çalışma Haziran 2019-Mayıs 2020 tarihleri arasında Serçeme Çayı boyunca 3 istasyon ve çayın Karasu Nehri ile birleştiği 2 istasyondan olmak üzere toplam 5 istasyondan alınan örneklerle yürütülmüştür. 2020 yılının Şubat ayında çay buz tuttuğundan dolayı örnek alınamamıştır.

Su ve diatom örneklerinin alınması

Su örnekleri çayın orta kısmından yüzeyin hemen altından 0,5 L’lik koyu polietilen kaplara alınmıştır.

Epifitik diatom örneklemede makroalglerin tamamı polietilen torbalara konarak laboratuvara getirilmiştir. Torba içerisinde çalkalandıktan sonra büyük beher kabına saf su konularak bitkiler buraya alınmış ve beherden makrofitler çıkarıldıktan sonra dibe çöken kısımdan diatomlar polietilen kaplara alınarak her bir istasyon için ayrı ayrı etiketlenmiştir (Anonymous 2014a).

Epilitik diatom örnekleri için en az 5 tane iri taş tercih edilmiş ve her bir taş için yaklaşık olarak 10 cm²’lik bir alan fırçalanarak örnekler toplanmıştır. Daha sonra üzerine 50-100 ml saf su dökülerek fırçalanan yüzeyin suya karışması sağlanmıştır. Elde edilen bulanık su polietilen kaplara boşaltılıp her bir istasyon için alınan örnekler ayrı ayrı etiketlenmiştir (Anonymous 2014a).

Alınan su ve diatom örnekleri Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarı’na getirilmiştir. Diatom örnekleri %4 formaldehit (HCHO) ile fikse edildikten sonra örnekler çalışılincaya kadar +4°C’de saklanmıştır (Anonymous 2014a).

Metod

Labaratuvar çalışması

Suyun fiziksel ve kimyasal analizleri

Çalışmamızda su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH ve elektrik iletkenliği YSI marka multımetre cihazları ile arazi çalışması sırasında yerinde ölçülmüştür.

Toplam sertlik

50 ml örnek üzerine Tampon I ve bir spatül ucu kadar eriochrome siyahı indikatörü eklenip, rengi şarap renginden mor maviye dönünceye kadar N/100 EDTA ile titre edilmiştir.

A=Harcanan N/100'lük EDTA miktarı (mL)

Toplam Sertlik= (mg/L CaCO₃)=A×10

Toplam ortofosfat (PO₄-P)

Askorbik asit kullanılarak APHA (1995)'a göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda okunmuştur.

Amonyak Azotu (NH₃-N)

Nessler reaktifi ile APHA (1995)'a göre yapılmıştır. Kirli sarı renkten turuncu ve kırmızıya doğru giden renk oluşumu gözlenen örneklerin sonuçları Backman marka spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda okunmuştur.

Nitrat Azotu (NO₃-N)

Brucine sülfat metodu ile APHA (1995)'a göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda okunmuştur.

Nitrit Azotu (NO₂-N)

Diazotizasyon metodu ile N-1 Naftiletilediamin kullanılarak APHA (1995)'a göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 523 nm dalga boyunda okunmuştur.

Fiziksel ve kimyasal özelliklere göre istasyonların su kalitesinin değerlendirilmesi

Serçeme Çayı/Karasu'nun fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre su kalitesi Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yayımlanmış Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği kapsamında kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre belirlenmiş olan su kalite kriterlerine göre tespit edilmiştir (Resmi Gazete 2021). Su kalitesinin çok iyiden ortaya doğru değişen değerleri, maviden sarıya doğru değişen renklerle gösterilmiştir.

Epifitik ve epilitik diatom analizi

Örneklerin hazırlanması

Diatom örnekleri üzerinde bulunan organik maddenin uzaklaştırılması için sıcak hidrojen peroksit yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde diatom örnekleri sallanarak homojenize hale getirilmiş ve karışımın 5 ml ila 10 ml'si beher kaplarına aktarılıp üzerine hidrojen peroksit (H₂O₂) ilave edilmiş ve su banyosunda yaklaşık 90±5°C'de bütün organik madde oksitlenene kadar 1 ila 3 saat arasında ısıtılmıştır. Isıtma işleminden sonra kalan hidrojen peroksitin uzaklaştırılması için birkaç damla hidroklorik asit ilave edilmiş ve sonra beher kapları çeker ocakta soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra örneklerle saf su ilave edilerek

santrifüj işlemi uygulanmış ve örneklerdeki hidrojen peroksit (H₂O₂) uzaklaştırılmıştır. Çöktürülmüş olan örneklerden iki tekrarlı olacak şekilde lamalar üzerine örneklerden alınıp entellan ile sabit preparatlar hazırlanmıştır (Anonymous 2014a; Çetin 2014).

Diatomların teşhisi için Zeiss marka binoküler mikroskop kullanılarak boy ve en ölçüleri alınıp taksonomik literatüre uygun olarak yapılmıştır (Hustedt 1987; Cox 1996; Krammer and Lange-Bertalot 1991, 1999; Patrick and Reimer 1966, 1975). Bulunan diatomların tür ve takım isimleri algaebase'den kontrol edilmiştir.

Diatom İndeksleri Hesaplaması

Serçeme Çayı/Karasu ekolojik durumun tahmin edilmesinde nehirler için 18 tane diatom indeksi mevcut olan (IBD, IPS, IDG, DESCY, SLA, IDSE, IDAP, EPI-D, LOBO, DI-CH, Rott TI, Rott SI, CEE, WAT, TDI, PDI ve SHE) OMNIDIA 6.0.8 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır (Lecointe *et al.* 1993). Tablo 6'da OMNIDIA programında hesaplanan diatom indekslerinin sınır değerleri gösterilmiştir.

Tablo 6. OMNIDIA Programında Hesaplanan İndekslerin (SLA, EPI-D, LOBO, TID, SID, IDP, DESCY, IDSE, SHE, DI-CH, IPS, IDG, IDAP, IBD, CEE, WAT ve TDI) Sınır Değerleri (Coşkun 2017)

İndeks	Skala	Sınır Değerleri	Kaynak
SLA (Sládeček İndeksi)		0 (çok iyi)-4 (çok kötü)	Sládeček 1986
EPI-D (Diatomlar için Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi)		0 (çok iyi)-4 (çok kötü)	Dell'Uomo 2004
LOBO (Lobo İndeksi)	4	1 (çok iyi)-4 (çok kötü)	Lobo <i>et al.</i> 2004
Rott TI (Rott Trofik İndeksi)		0,3 (çok iyi)-3,9 (çok kötü)	Rott <i>et al.</i> 1999
Rott SI (Rott Saprobik İndeksi)		1 (çok iyi)-3,8 (çok kötü)	Rott <i>et al.</i> 1997
IDP (Pampean Diatom İndeksi)		0 (çok iyi)-4 (çok kötü)	Gomez and Licursi 2001
DESCY (Descy İndeksi)		1 (çok kötü)-5 (çok iyi)	Descy 1979
IDSE (Leclercq ve Maquet İndeksi)	5	1 (çok kötü)-5 (çok iyi)	Leclercq and Lecointe 2008; Leclercq and Ntislidou 2009
SHE (Steinberg ve Schiefele İndeksi)	7	0 (çok kötü)-7 (çok iyi)	Steinberg and Schiefele 1988
DI-CH (İsviçre Diatom İndeksi)	8	1 (çok iyi)-8 (çok kötü)	Hürlimann and Niederhauser 2002
IPS (Spesifik Kirlilik İndeksi)		1 (çok kötü)-20 (çok iyi)	Cemagref 1982
IDG (Cins Düzeyinde Diatom İndeksi)		1 (çok kötü)-20 (çok iyi)	Cemagref 1982; Rumeau and Coste 1988
IDAP (Artois-Picardie Diatom İndeksi)	20	1 (çok kötü)-20 (çok iyi)	Prygiel <i>et al.</i> 1996
IBD (Biyolojik Diatom İndeksi)		1 (çok kötü)-20 (çok iyi)	Anonymous 2007, Coste <i>et al.</i> 2009
CEE (Avrupa İndeksi)		1 (çok kötü)-20 (çok iyi)	Descy and Coste 1991
WAT (Organik Kirlilik için Diatom Topluluk İndeksi)		0 (çok kötü)-100 (çok iyi)	Watanabe and Houki 1990
TDI (Troofik Diatom İndeksi)	100	0 (çok iyi)-100 (çok kötü)	Kelly and Whitton 1995; Kelly <i>et al.</i> 2001

İstatistiksel analizler

Serçeme Çayı/Karasu’da yürütülen bu çalışmada, toplam ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) ve nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) verilerinin istasyonlar ve mevsimlerin birlikte etkisini incelemek için IBM SPSS 20 istatistik paket programı kullanılarak faktöriyel düzende iki faktörlü Varyans Analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Guruplar arasındaki farklılıklar Duıncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

IBM SPSS 25 istatistik paket programı yardımıyla diatom indekslerinin birbirleriyle olan ilişkinin belirlenmesi amacıyla Spearman korelasyon analizi, diatom indeks değeri ile suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla da Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Tüm istatistiki hesaplamalar ve kontroller Kesici ve Kocabaş (2007)’a göre yapılmıştır.

Çevresel faktörlerin diatom toplulukları üzerindeki etkisini analiz etmek için PC-ORD 6.08 programı kullanılarak multivaryant teknikler için kullanılan ordinasyon metodlarından, dolaylı ordinasyon metodu olan Detrended Correspondence Analysis (DCA) uygulanmıştır (Hill and Gauch 1980).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, toplam sertlik, elektrik iletkenliği, toplam ortofosfat, amonyak azotu, nitrat azotu, nitrit azotu değerleri ölçülmüştür. Ayrıca arazi çalışmasında epifitik ve epilitik diatom örnekleri de toplanmıştır. Diatom indeksleri ve Serçeme Çayı/Karasu'nun kirlilik durumu kullanılarak epifitik ve epilitik diatomların tür kompozisyonu, yoğunluğu ve dağılımı tespit edilmiştir.

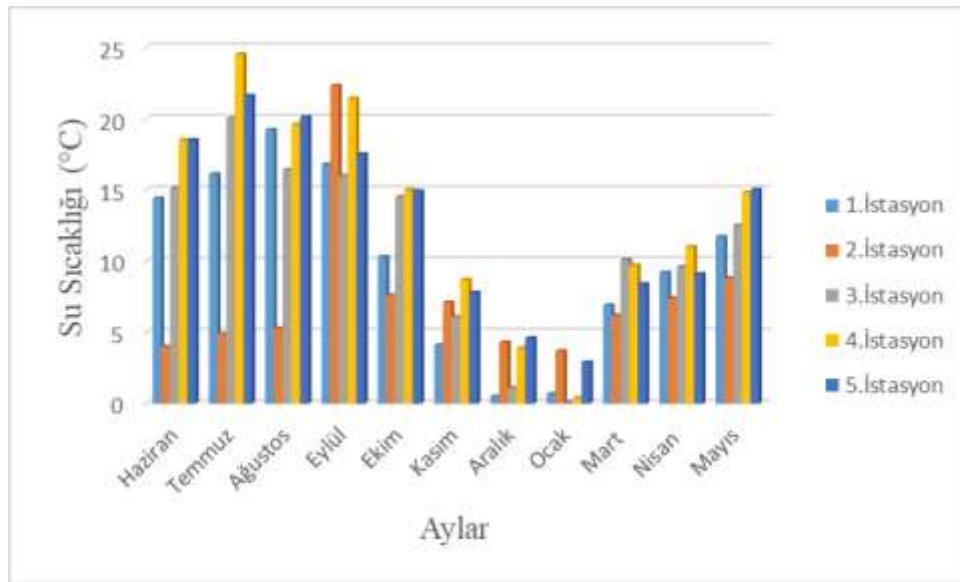
Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Sonuçları

Su sıcaklığı

Araştırma süresince Serçeme Çayı/Karasu'da ölçülen su sıcaklığı ile ilgili sonuçlar Şekil 4'de gösterilmiştir. Su sıcaklığı en yüksek Temmuz ayında 4. istasyonda (24,5°C) en düşük sıcaklık ise Ocak ayında 3. istasyonda (0,1°C) kaydedilmiştir.

Tablo 7. İstasyonlara Ait Su Sıcaklık Değerleri (°C)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	14,4	4	15,1	18,5	18,5
Temmuz	16,1	4,9	20	24,5	21,6
Ağustos	19,2	5,3	16,4	19,6	20,1
Eylül	16,8	22,3	16	21,4	17,5
Ekim	10,3	7,6	14,5	15	14,9
Kasım	4,1	7,1	6,1	8,7	7,8
Aralık	0,5	4,3	1,1	3,9	4,6
Ocak	0,7	3,7	0,1	0,4	2,9
Mart	6,9	6,2	10,1	9,7	8,4
Nisan	9,2	7,4	9,6	11	9,1
Mayıs	11,7	8,8	12,5	14,8	15
Ortalama	9,99	7,41	11,04	13,40	12,76
Standart sapma	6,42	5,20	6,40	7,46	6,46



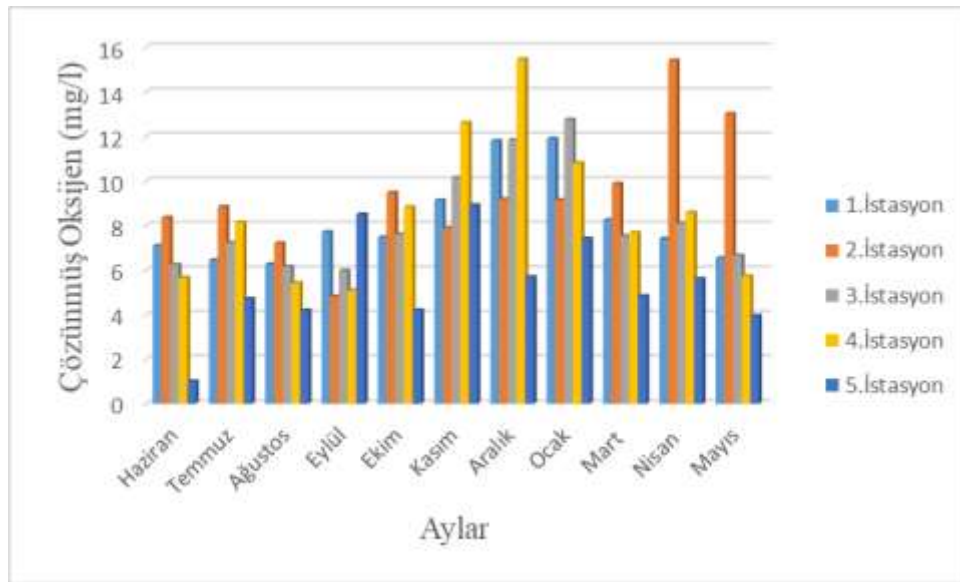
Şekil 4. İstasyonlarda belirlenen su sıcaklığı değerlerinin aylara bağlı değişimi

Çözünmüş oksijen

Araştırma süresince çözünmüş oksijen değeri en yüksek Aralık ayında 4. istasyonda belirlenirken (15,46 mg/l), en düşük değer ise 5. istasyonda Haziran ayında (1,01 mg/l) kaydedilmiştir (Şekil 5).

Tablo 8. İstasyonlara Ait Çözünmüş Oksijen Değerleri (mg/l)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	7,1	8,36	6,24	5,66	1,01
Temmuz	6,45	8,84	7,23	8,14	4,71
Ağustos	6,27	7,2	6,15	5,41	4,19
Eylül	7,71	4,82	5,98	5,08	8,5
Ekim	7,47	9,47	7,61	8,83	4,2
Kasım	9,13	7,9	10,15	12,61	8,91
Aralık	11,8	9,18	11,84	15,46	5,69
Ocak	11,9	9,15	12,76	10,8	7,41
Mart	8,25	9,88	7,53	7,67	4,84
Nisan	7,41	15,41	8,1	8,58	5,61
Mayıs	6,54	13,02	6,65	5,72	3,95
Ortalama	8,18	9,38	8,20	8,54	5,36
Standart sapma	1,99	2,81	2,34	3,29	2,26



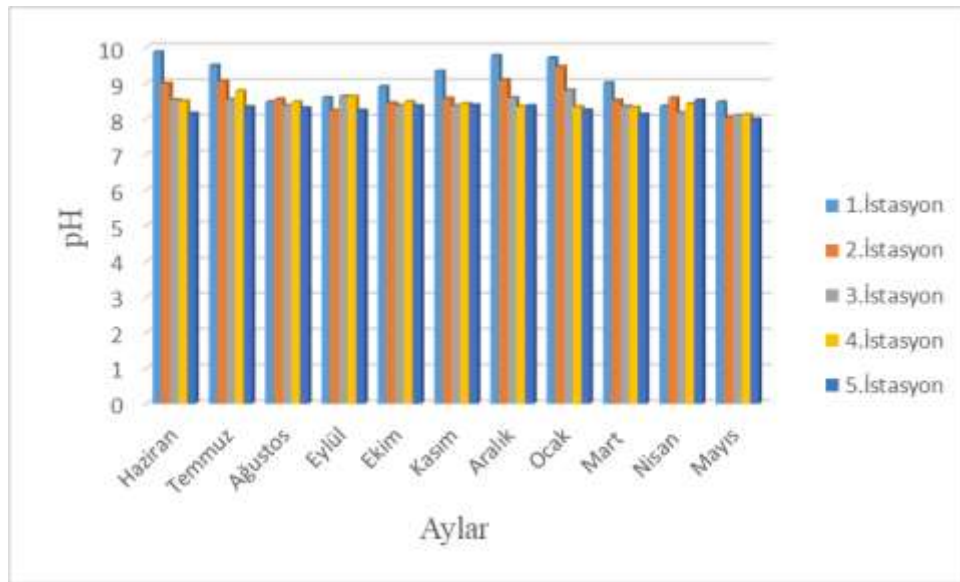
Şekil 5. İstasyonlarda belirlenen çözünmüş oksijen değerlerinin aylara bağlı değişimi

pH

Araştırma süresince en yüksek pH değeri Haziran ayında 1. istasyonda belirlenirken (9,86), en düşük değer ise Mayıs ayında 5. istasyonda (7,98) kaydedilmiştir (Şekil 6).

Tablo 9. İstasyonlara ait pH Değerleri

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	9,86	8,98	8,52	8,49	8,14
Temmuz	9,49	9,04	8,53	8,77	8,32
Ağustos	8,46	8,54	8,36	8,46	8,29
Eylül	8,58	8,22	8,62	8,61	8,22
Ekim	8,89	8,43	8,36	8,47	8,35
Kasım	9,32	8,56	8,36	8,42	8,37
Aralık	9,76	9,08	8,58	8,33	8,35
Ocak	9,7	9,45	8,79	8,33	8,23
Mart	9,0	8,51	8,34	8,31	8,11
Nisan	8,34	8,57	8,16	8,41	8,51
Mayıs	8,46	8,03	8,08	8,11	7,98
Ortalama	9,07	8,67	8,42	8,42	8,26
Standart sapma	0,57	0,41	0,20	0,17	0,14



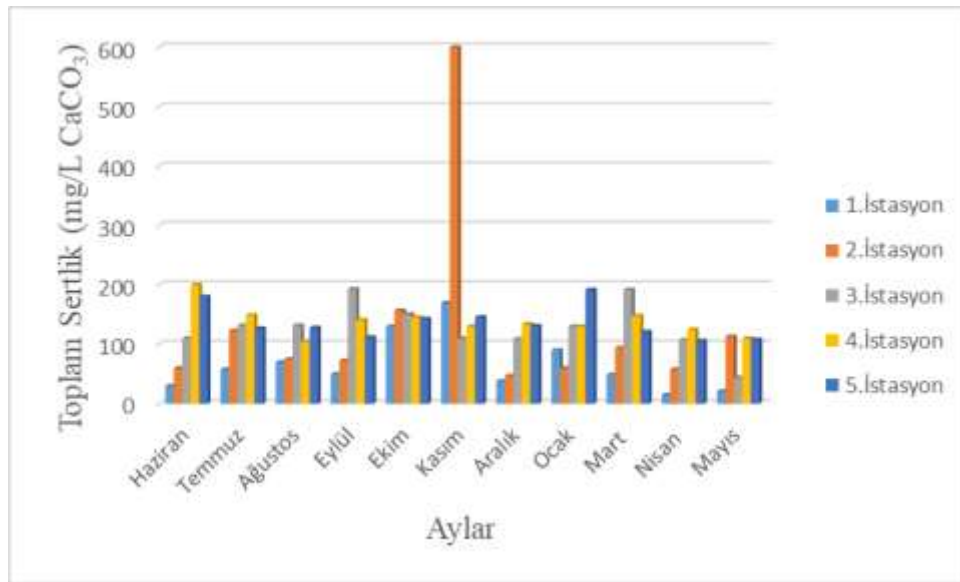
Şekil 6. İstasyonlarda belirlenen pH değerlerinin aylara bağlı değişimi

Toplam sertlik

Araştırma süresince toplam sertlik değeri en yüksek Kasım ayında 2. istasyonda (600 mg/l CaCO_3) belirlenirken en düşük değer ise Nisan ayında 1. istasyonda (15 mg/l CaCO_3) kaydedilmiştir (Şekil 7).

Tablo 10. İstasyonlara Ait Toplam Sertlik Değerleri (mg/l CaCO_3)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	30	60	110	200	180
Temmuz	58	123	132	149	127
Ağustos	70	75	132	105	128
Eylül	50	73	193	141	112
Ekim	130	157	151	145	143
Kasım	170	600	110	130	146
Aralık	38	47	109	134	131
Ocak	90	60	130	130	192
Mart	49	94	192	148	121
Nisan	15	58	107	125	106
Mayıs	21	113	44	110	108
Ortalama	65,54	132,72	128,18	137,90	135,81
Standart sapma	47,76	158,53	41,70	25,11	28,06



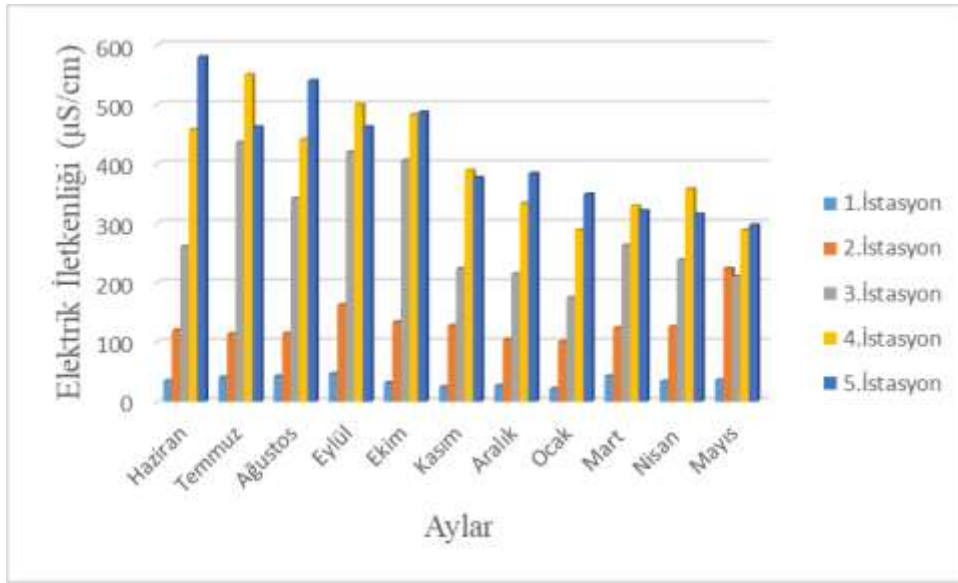
Şekil 7. İstasyonlarda belirlenen toplam sertlik değerlerinin aylara bağlı değişimi

Elektrik iletkenliği

Araştırma süresince en yüksek elektrik iletkenliği değeri Haziran ayında 5. istasyonda (580 μ S/cm) belirlenirken en düşük değer ise, Ocak ayında 1. istasyonda (22 μ S/cm) kaydedilmiştir (Şekil 8).

Tablo 11. İstasyonlara Ait Elektrik İletkenliği Değerleri (μ S/cm)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	35	120	261	458	580
Temmuz	41	114	436	550	462
Ağustos	43	115	342	441	540
Eylül	47	163	420	500	462
Ekim	32	134	406	483	487
Kasım	25	128	224	389	377
Aralık	27	105	215	334	384
Ocak	22	101	175	289	349
Mart	43	124	263	329	321
Nisan	34	126	238	358	315
Mayıs	36	224	211	289	297
Ortalama	35	132,18	290,09	401,81	415,81
Standart sapma	8,07	34,62	93,85	89,62	95,89



Şekil 8. İstasyonlarda belirlenen elektrik iletkenliği değerlerinin aylara bağlı değişimi

Toplam ortofosfat (PO₄-P)

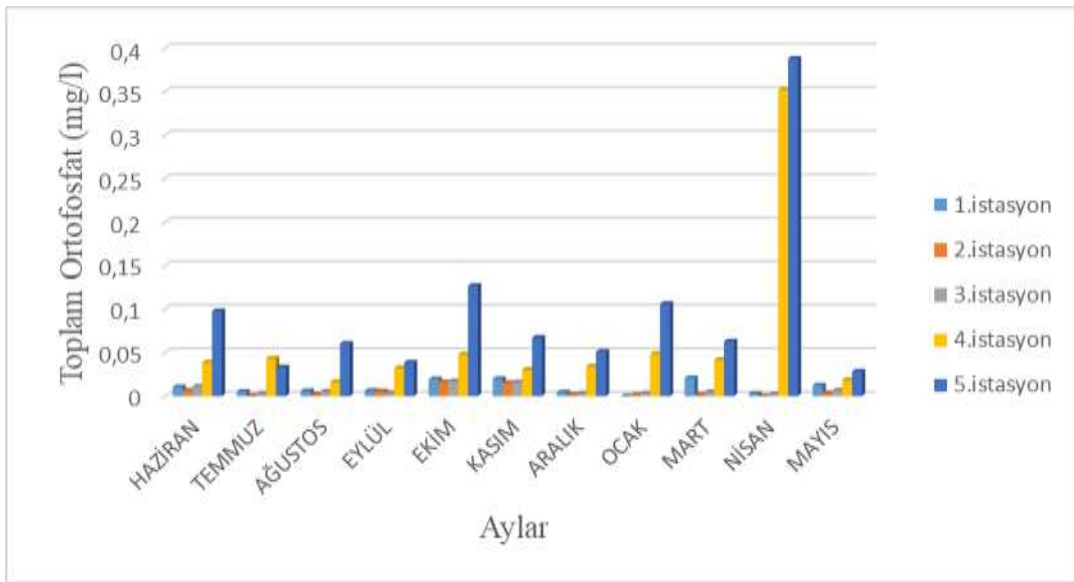
Yapılan araştırmada toplam ortofosfat değerinin istasyon ve aylara bağlı değişimi varyans analizi ile incelenmiş ve bulunan değerler istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Toplam ortofosfat değerlerini gösteren sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir. Araştırmada en yüksek ortofosfat değeri 5. istasyonda Nisan ayında ($0,388 \pm 0,0$ mg/l), en düşük ortofosfat değeri ise 1. istasyonda Ocak ayında ($0,0 \pm 0,0$ mg/l) ve 2. istasyonda Temmuz ve Nisan aylarında ($0,0 \pm 0,0$ mg/l) belirlenmiştir.

Tablo 12. Ortofosfat Fosforu (PO₄-P) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi (Ort $\pm$ Sd, mg/l) (n=4)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	$0,010 \pm 0,0^{Dd}$	$0,006 \pm 0,0^{Ce}$	$0,011 \pm 0,0^{Cc}$	$0,039 \pm 0,0^{Eb}$	$0,098 \pm 0,0^{Da}$
Temmuz	$0,005 \pm 0,0^{Fc}$	$0,0 \pm 0,0^{Fe}$	$0,003 \pm 0,0^{Gd}$	$0,043 \pm 0,0^{Ca}$	$0,033 \pm 0,0^{Jb}$
Ağustos	$0,006 \pm 0,0^{Ec}$	$0,002 \pm 0,0^{Ee}$	$0,005 \pm 0,0^{Ed}$	$0,016 \pm 0,0^{Jb}$	$0,060 \pm 0,0^{Ga}$
Eylül	$0,006 \pm 0,0^{Ec}$	$0,006 \pm 0,0^{Cc}$	$0,004 \pm 0,0^{Fd}$	$0,032 \pm 0,0^{Gb}$	$0,039 \pm 0,0^{Ia}$
Ekim	$0,020 \pm 0,0^{Bc}$	$0,016 \pm 0,0^{Ae}$	$0,017 \pm 0,0^{Ad}$	$0,048 \pm 0,0^{Bb}$	$0,127 \pm 0,0^{Ba}$
Kasım	$0,020 \pm 0,0^{Bc}$	$0,015 \pm 0,0^{Be}$	$0,016 \pm 0,0^{Bd}$	$0,030 \pm 0,0^{Hb}$	$0,067 \pm 0,0^{Ea}$
Aralık	$0,004 \pm 0,0^{Gc}$	$0,002 \pm 0,0^{Ee}$	$0,003 \pm 0,0^{Gd}$	$0,034 \pm 0,0^{Fb}$	$0,051 \pm 0,0^{Ha}$
Ocak	$0,0 \pm 0,0^{Ie}$	$0,002 \pm 0,0^{Ed}$	$0,003 \pm 0,0^{Gc}$	$0,048 \pm 0,0^{Bb}$	$0,106 \pm 0,0^{Ca}$
Mart	$0,021 \pm 0,0^{Ac}$	$0,001 \pm 0,0^{Ee}$	$0,005 \pm 0,0^{Ed}$	$0,041 \pm 0,0^{Db}$	$0,063 \pm 0,0^{Fa}$
Nisan	$0,003 \pm 0,0^{Hc}$	$0,0 \pm 0,0^{Fe}$	$0,002 \pm 0,0^{Hd}$	$0,352 \pm 0,0^{Ab}$	$0,388 \pm 0,0^{Aa}$
Mayıs	$0,012 \pm 0,0^{Cc}$	$0,004 \pm 0,0^{De}$	$0,006 \pm 0,0^{Dd}$	$0,018 \pm 0,0^{Ib}$	$0,028 \pm 0,0^{Ka}$

ABCDEFGHIJK Büyük harfler aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).

abcde Küçük harfler istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).



Şekil 9. İstasyonlarda belirlenen toplam ortofosfat değerlerinin aylara bağlı değişimi

Amonyak azotu (NH₃-N)

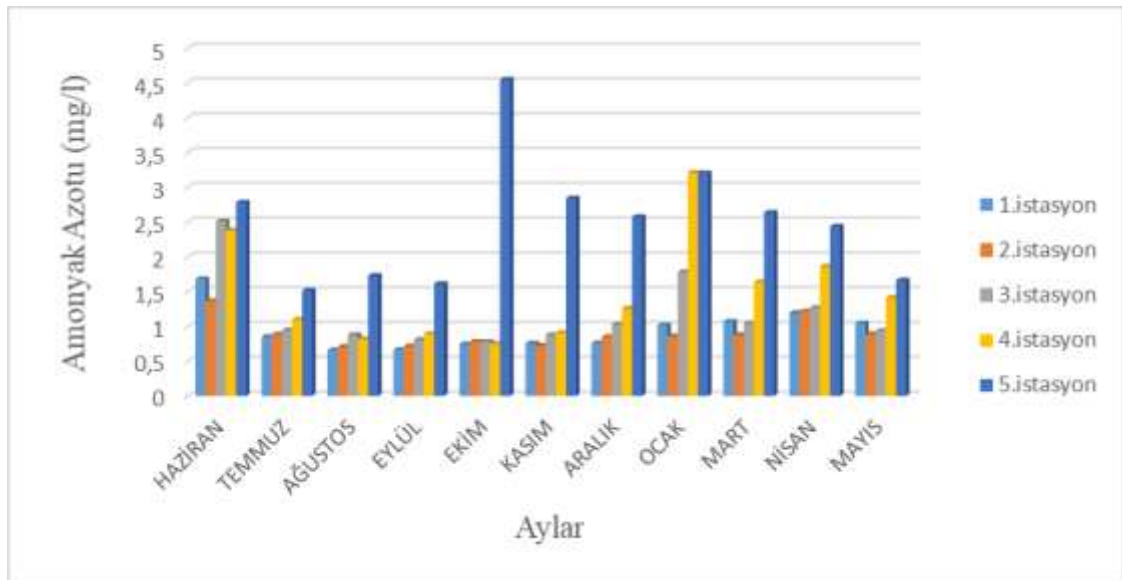
Yapılan araştırmada amonyak azotu değerinin istasyon ve aylara bağlı değişimi varyans analizi ile incelenmiş ve bulunan değerler istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Amonyak değerlerini gösteren sonuçlar Tablo 13’de gösterilmiştir. Araştırmada en yüksek ortalama amonyak azotu değeri 5. istasyonda Ekim ayında ($4,55 \pm 0,05$ mg/l), en düşük değer ise 1. istasyonda Ağustos ve Eylül aylarında ($0,66 \pm 0,0$ mg/l) belirlenmiştir.

Tablo 13. Amonyak Azotu (NH₃-N) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi (Ort $\pm$ Sd, mg/l) (n=4)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	1,68 $\pm$ 0,0 ^{Ad}	1,37 $\pm$ 0,0 ^{Ae}	2,51 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	2,38 $\pm$ 0,01 ^{Bc}	2,78 $\pm$ 0,02 ^{Da}
Temmuz	0,85 $\pm$ 0,0 ^{Fe}	0,89 $\pm$ 0,0 ^{Cd}	0,95 $\pm$ 0,0 ^{Fc}	1,1 $\pm$ 0,01 ^{Gb}	1,52 $\pm$ 0,01 ^{Ka}
Ağustos	0,66 $\pm$ 0,0 ^{Je}	0,71 $\pm$ 0,0 ^{Id}	0,88 $\pm$ 0,0 ^{Hb}	0,82 $\pm$ 0,0 ^{Jc}	1,73 $\pm$ 0,01 ^{Ha}
Eylül	0,66 $\pm$ 0,0 ^{Je}	0,71 $\pm$ 0,0 ^{Id}	0,81 $\pm$ 0,0 ^{Ic}	0,89 $\pm$ 0,0 ^{Lb}	1,61 $\pm$ 0,01 ^{Ja}
Ekim	0,74 $\pm$ 0,0 ^{Hd}	0,78 $\pm$ 0,0 ^{Gb}	0,78 $\pm$ 0,0 ^{Jb}	0,75 $\pm$ 0,0 ^{Kc}	4,55 $\pm$ 0,05 ^{Aa}
Kasım	0,76 $\pm$ 0,0 ^{Gd}	0,73 $\pm$ 0,0 ^{He}	0,88 $\pm$ 0,0 ^{Hc}	0,91 $\pm$ 0,0 ^{Hb}	2,84 $\pm$ 0,01 ^{Ca}
Aralık	0,76 $\pm$ 0,0 ^{Ge}	0,85 $\pm$ 0,0 ^{Fd}	1,03 $\pm$ 0,0 ^{Ec}	1,26 $\pm$ 0,01 ^{Fb}	2,57 $\pm$ 0,01 ^{Fa}
Ocak	1,01 $\pm$ 0,0 ^{Ec}	0,86 $\pm$ 0,01 ^{Ed}	1,78 $\pm$ 0,01 ^{Bb}	3,21 $\pm$ 0,01 ^{Aa}	3,21 $\pm$ 0,01 ^{Ba}
Mart	1,07 $\pm$ 0,01 ^{Cc}	0,88 $\pm$ 0,0 ^{De}	1,05 $\pm$ 0,0 ^{Dd}	1,64 $\pm$ 0,01 ^{Db}	2,63 $\pm$ 0,02 ^{Ea}
Nisan	1,20 $\pm$ 0,0 ^{Be}	1,22 $\pm$ 0,01 ^{Bd}	1,27 $\pm$ 0,0 ^{Cc}	1,86 $\pm$ 0,0 ^{Cb}	2,44 $\pm$ 0,01 ^{Ga}
Mayıs	1,04 $\pm$ 0,01 ^{Dc}	0,89 $\pm$ 0,0 ^{Ce}	0,94 $\pm$ 0,0 ^{Gd}	1,41 $\pm$ 0,0 ^{Eb}	1,67 $\pm$ 0,01 ^{La}

ABCDEFGHIJK Büyük harfler aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).

abcde Küçük harfler istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).



Şekil 10. İstasyonlarda belirlenen amonyak azotu değerlerinin aylara bağlı değişimi

Nitrat azotu (NO₃-N)

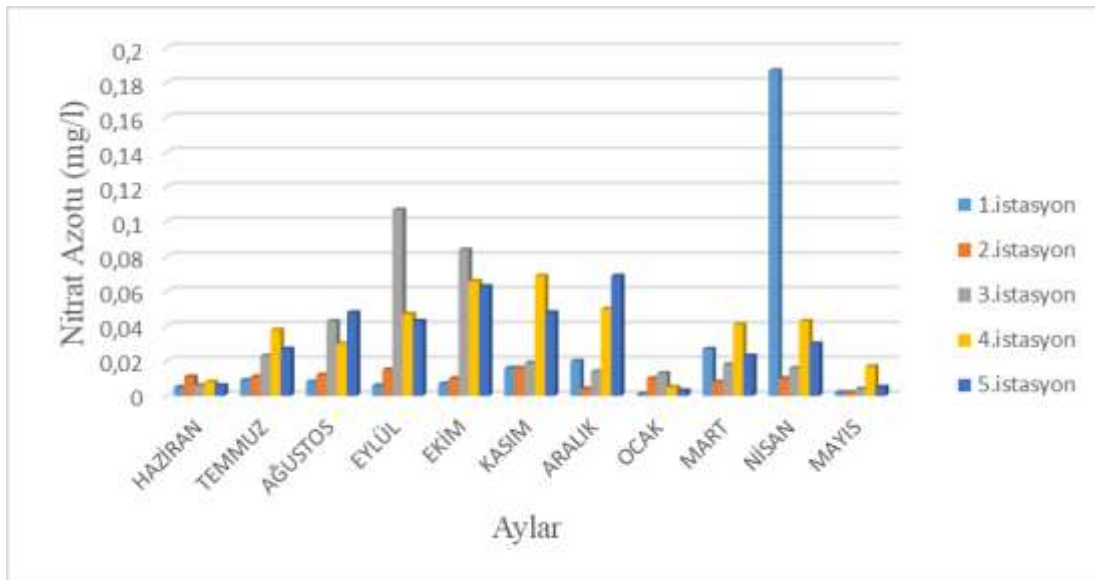
Yapılan araştırmada nitrat azotu değerinin istasyon ve aylara bağlı değişimi varyans analizi ile incelenmiş ve bulunan değerler istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Nitrat azotu değerlerini gösteren sonuçlar Tablo 14’de verilmiştir. Araştırmada en yüksek ortalama nitrat azotu değeri 1. istasyon Nisan ayında ($0,187 \pm 0,0 \text{ mg/l}$) en düşük değer ise yine aynı istasyonda Ocak ayında ($0,001 \pm 0,0 \text{ mg/l}$) belirlenmiştir.

Tablo 14. Nitrat Azotu (NO₃-N) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi (Ort $\pm$ Sd, mg/l) (n=4)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	0,005 $\pm$ 0,0 ^{Hd}	0,011 $\pm$ 0,0 ^{Da}	0,005 $\pm$ 0,0 ^{Jd}	0,008 $\pm$ 0,0 ^{Jb}	0,006 $\pm$ 0,0 ^{lc}
Temmuz	0,009 $\pm$ 0,0 ^{Ee}	0,011 $\pm$ 0,0 ^{Dd}	0,023 $\pm$ 0,0 ^{Dc}	0,038 $\pm$ 0,0 ^{Ga}	0,027 $\pm$ 0,0 ^{Gb}
Ağustos	0,008 $\pm$ 0,0 ^{Fe}	0,012 $\pm$ 0,0 ^{Cd}	0,043 $\pm$ 0,0 ^{Cb}	0,029 $\pm$ 0,0 ^{Hc}	0,047 $\pm$ 0,0 ^{Da}
Eylül	0,006 $\pm$ 0,0 ^{Ce}	0,014 $\pm$ 0,0 ^{Bd}	0,107 $\pm$ 0,0 ^{Aa}	0,047 $\pm$ 0,0 ^{Db}	0,043 $\pm$ 0,0 ^{Ec}
Ekim	0,007 $\pm$ 0,0 ^{Ge}	0,010 $\pm$ 0,0 ^{Ed}	0,084 $\pm$ 0,0 ^{Ba}	0,065 $\pm$ 0,0 ^{Bb}	0,063 $\pm$ 0,0 ^{Bc}
Kasım	0,016 $\pm$ 0,0 ^{Dd}	0,016 $\pm$ 0,0 ^{Ad}	0,019 $\pm$ 0,0 ^{Ec}	0,069 $\pm$ 0,0 ^{Aa}	0,048 $\pm$ 0,0 ^{Cb}
Aralık	0,020 $\pm$ 0,0 ^{Cc}	0,003 $\pm$ 0,0 ^{Fe}	0,014 $\pm$ 0,0 ^{Hd}	0,050 $\pm$ 0,0 ^{Cb}	0,069 $\pm$ 0,0 ^{Aa}
Ocak	0,001 $\pm$ 0,0 ^{Je}	0,010 $\pm$ 0,0 ^{Eb}	0,013 $\pm$ 0,0 ^{Ia}	0,005 $\pm$ 0,0 ^{Kc}	0,003 $\pm$ 0,0 ^{Kd}
Mart	0,027 $\pm$ 0,0 ^{Bb}	0,007 $\pm$ 0,0 ^{Be}	0,018 $\pm$ 0,0 ^{Fd}	0,041 $\pm$ 0,0 ^{Fa}	0,023 $\pm$ 0,0 ^{Hc}
Nisan	0,187 $\pm$ 0,0 ^{Aa}	0,010 $\pm$ 0,0 ^{Ee}	0,016 $\pm$ 0,0 ^{Gd}	0,042 $\pm$ 0,0 ^{Eb}	0,030 $\pm$ 0,0 ^{Fc}
Mayıs	0,002 $\pm$ 0,0 ^{Id}	0,002 $\pm$ 0,0 ^{Gd}	0,003 $\pm$ 0,0 ^{Kc}	0,017 $\pm$ 0,0 ^{Ia}	0,005 $\pm$ 0,0 ^{Jb}

ABCDEFGHIJK Büyük harfler aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).

abcde Küçük harfler istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).



Şekil 11. İstasyonlarda belirlenen nitrat azotu değerlerinin aylara bağlı değişimi

Nitrit azotu (NO₂-N)

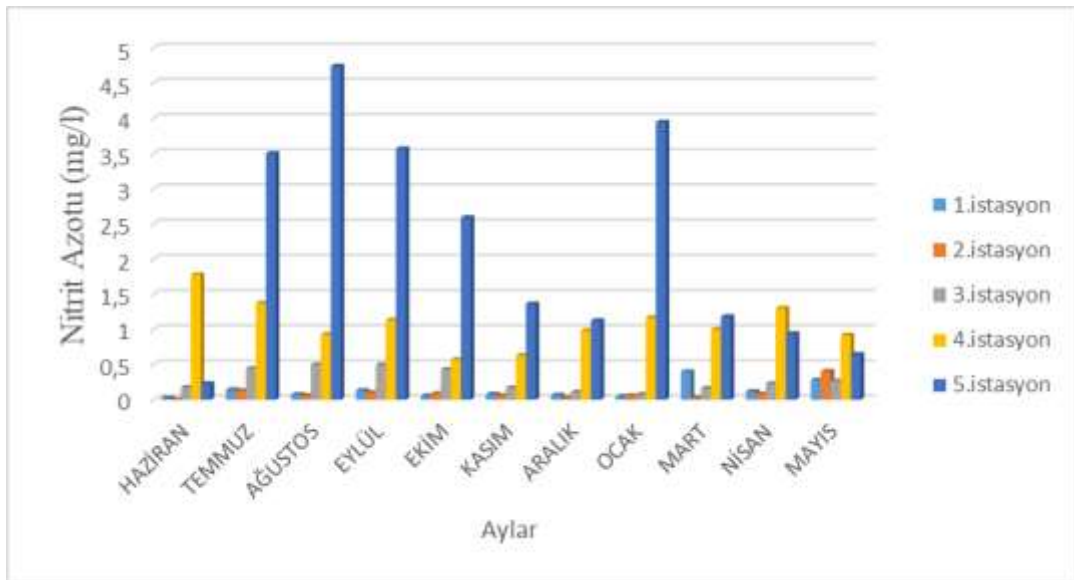
Yapılan araştırmada nitrit azotu değerinin istasyon ve aylara bağlı değişimi varyans analizi ile incelenmiş ve bulunan değerler istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Nitrit değerlerini gösteren sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir. Araştırmada en yüksek ortalama nitrit azotu değeri 5. istasyon Ağustos ayında ($4,74 \pm 0,01$ mg/l) en düşük değer 2. istasyon Haziran ayında ($0,0 \pm 0,0$ mg/l) belirlenmiştir.

Tablo 15. Nitrit Azotu (NO₂-N) Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Bağlı Değişimi (Ort $\pm$ Sd, mg/l) (n=4)

Aylar/İstasyon	1	2	3	4	5
Haziran	$0,02 \pm 0,0^{Jd}$	$0,0 \pm 0,0^{Ie}$	$0,18 \pm 0,0^{Fc}$	$1,78 \pm 0,0^{Ab}$	$0,23 \pm 0,0^{Ka}$
Temmuz	$0,14 \pm 0,0^{Cd}$	$0,13 \pm 0,0^{Be}$	$0,45 \pm 0,0^{Bc}$	$1,38 \pm 0,0^{Bb}$	$3,50 \pm 0,0^{Da}$
Ağustos	$0,07 \pm 0,0^{Gd}$	$0,06 \pm 0,0^{Fe}$	$0,50 \pm 0,0^{Ac}$	$0,93 \pm 0,0^{Hb}$	$4,74 \pm 0,01^{Aa}$
Eylül	$0,13 \pm 0,0^{Dd}$	$0,11 \pm 0,0^{Ce}$	$0,50 \pm 0,0^{Ac}$	$1,14 \pm 0,0^{Eb}$	$3,56 \pm 0,0^{Ca}$
Ekim	$0,06 \pm 0,0^{He}$	$0,09 \pm 0,0^{Dd}$	$0,43 \pm 0,0^{Cc}$	$0,57 \pm 0,0^{Kb}$	$2,58 \pm 0,0^{Ea}$
Kasım	$0,08 \pm 0,0^{Fd}$	$0,06 \pm 0,0^{Fe}$	$0,17 \pm 0,0^{Gc}$	$0,63 \pm 0,0^{Jb}$	$1,36 \pm 0,0^{Fa}$
Aralık	$0,07 \pm 0,0^{Gd}$	$0,03 \pm 0,0^{Ge}$	$0,11 \pm 0,0^{Ic}$	$0,98 \pm 0,0^{Gb}$	$1,13 \pm 0,0^{Ha}$
Ocak	$0,05 \pm 0,0^{Ie}$	$0,06 \pm 0,0^{Fd}$	$0,08 \pm 0,0^{Jc}$	$1,16 \pm 0,0^{Db}$	$3,94 \pm 0,0^{Ba}$
Mart	$0,40 \pm 0,01^{Ac}$	$0,02 \pm 0,0^{He}$	$0,16 \pm 0,0^{Hd}$	$1,00 \pm 0,0^{Fb}$	$1,18 \pm 0,0^{Ga}$
Nisan	$0,12 \pm 0,0^{Ed}$	$0,08 \pm 0,0^{Ee}$	$0,23 \pm 0,0^{Ec}$	$1,24 \pm 0,11^{Ca}$	$0,94 \pm 0,0^{Ib}$
Mayıs	$0,28 \pm 0,0^{Bd}$	$0,40 \pm 0,0^{Ac}$	$0,27 \pm 0,0^{De}$	$0,92 \pm 0,0^{Ia}$	$0,65 \pm 0,02^{Jb}$

ABCDEFGHIJK Büyük harfler aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).

abcde Küçük harfler istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$).



Şekil 12. İstasyonlarda belirlenen nitrit azotu değerlerinin aylara bağlı değişimi

Fiziko-kimyasal yönden istasyonların su kalitesinin değerlendirilmesi

İstasyonların yıllık ortalama su kalite parametre değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Kıtaiçi Yer Üstü Su Kalite Sınıflarına göre değerlendirilmiştir (Tablo 16). Nihai sonuçlar, ‘o gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler’ prensibine göre değerlendirilmiştir.

Tablo 16. Serçeme Çayı/Karasu Nehri Su Kalite Parametre Sonuçlarının Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflarına Göre Değerlendirilmesi (Resmi Gazete 2021)

Su Parametreleri	İstasyonlar					Su Kalite Sınıfları		
	1. İST	2. İST	3. İST	4. İST	5. İST	I (Çok İyi)	II (İyi)	III (Orta)
Sıcaklık (°C)	9,99	7,41	11,04	13,4	11,68	≤25	≤25	≤30
Çözünmüş oksijen (mg/L)	8,18	9,38	8,20	8,54	6,27	>8	6	<6
pH	9,07	8,67	8,42	8,42	8,26	6-9	6-9	6-9
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	35	132,18	290,09	401,81	415,81	<400	1000	>1000
Ortofosfat fosforu (mg o-PO ₄ -P/L)	0,009	0,004	0,006	0,063	0,096	<0,05	0,16	>0,16
Amonyak azotu (mg NH ₃ -N/L)	0,94	0,89	1,17	1,47	2,50	<0,2	1	>2
Nitrat azotu (mg NO ₃ -N/L)	0,026	0,009	0,031	0,037	0,033	<3	10	>10
Nitrit azotu (mg NO ₂ -N/L)	0,12	0,09	0,27	0,95	2,23	<0,01	0,06	>0,12
Nihai Sonuç	III	II	III	III	IV			

Mavi renk: Çok iyi, Yeşil renk: İyi, Sarı renk: Orta

Serçeme Çayı/Karasu Diatom Kompozisyonu Sonuçları

Serçeme Çayı/Karasu’da yapılan bu çalışmada epifitik ve epilitik diatom tür belirlemesinde Bacillariophyta divizyosuna ait Bacillariophyceae sınıfından 55 cins, 191 tür, Bacillariophyta classis incertae sedis sınıfından 1 cins, 1 tür, Coscinodiscophyceae sınıfından 2 cins, 5 tür ve Mediophyceae sınıfından 4 cins, 10 tür olmak üzere toplam 15 takıma

(Melosirales, Aulacoseirales, Stephanodiscales, Bacillariales, Cocconeidales, Cymbellales, Eunotiales, Fragilariales, Licmophorales, Naviculales, Rhopalodiales, Surirellales, Thalassiophysales, Tabellariales ve Bacillariophyta ordo incertae sedis) ait 207 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen diatom türlerine ait liste Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Serçeme Çayı/Karasu’da Belirlenen İstasyonlarda Tespit Edilen Diatom Tür Listesi

Divizyo: Bacillariophyta	
Sınıf: Bacillariophyceae	
Takım: Bacillariales	Takım: Naviculales
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Brachysira</i> sp.
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	<i>B. subtilis</i> M.G.Potapova, P.B.Hamilton & L.I.Kopyrina
<i>N. amphibia</i> Grunow	<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot
<i>N. balcanica</i> Hustedt	<i>Diploneis abscondita</i> H.Lange-Bertalot & A.Fuhrmann
<i>N. brevissima</i> Grunow	<i>D. elliptica</i> (Kützing) Cleve
<i>N. dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>D. marginestriata</i> Hustedt
<i>N. exilis</i> Sovereign	<i>Diploneis</i> sp.
<i>N. fonticola</i> (Grunow) Grunow	<i>Eolimna aboensis</i> (Cleve) S.I.Genkal
<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	<i>E. metafarta</i> Kulikovskiy & Lange-Bertalot
<i>N. hantzschiana</i> Rabenhorst	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>N. inconspicua</i> Grunow	<i>Gyrosigma</i> sp.
<i>N. innominata</i> Sovereign	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann
<i>N. microcephala</i> Grunow	<i>Mayamaea cahabaensis</i> E.A.Morales & K.M.Manaylov
<i>N. liebethuthii</i> Rabenhorst	<i>M. ingenua</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & G.Hofmann
<i>N. linearis</i> W.Smith	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot
<i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith	<i>N. canalis</i> R.M.Patrick
<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow	<i>N. cari</i> Ehrenberg
<i>N. perminuta</i> Grunow	<i>N. caterva</i> Hohn & Hellermann
<i>N. sinuata</i> (Thwaites) Grunow	<i>N. cryptocephala</i> Kützing
<i>N. sociabilis</i> Hustedt	<i>N. cryptocephaloides</i> Hustedt
<i>N. soratensis</i> E.A.Morales & M.L.Vis	<i>N. germanii</i> J.H.Wallace
<i>N. valdecostata</i> Lange-Bertalot & Simonsen	<i>N. goersii</i> Bahls
<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot	<i>N. gregaria</i> Donkin
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	<i>N. lanceolata</i> Ehrenberg
<i>T. brunoi</i> (Lange-Bertalot) Cantonati & Lange-Bertalot	<i>N. longicephala</i> Hustedt
<i>T. hantzschiana</i> Grunow	<i>N. lundii</i> E.Reichardt
Takım: Cocconeidales	<i>N. menisculus</i> Schumann
<i>Achnanthes</i> sp.	<i>N. minima</i> Grunow
<i>Achnanthidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	<i>N. perminuta</i> Grunow
<i>A. eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing
<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<i>N. salinarum</i> Grunow
<i>Cocconeis cascadiensis</i> Stancheva	<i>N. salinicola</i> Hustedt
<i>C. neodiminuta</i> Pantocsek	<i>N. staffordiae</i> Bahls
<i>C. neothumensis</i> Krammer	<i>Navicula</i> sp.
<i>C. pediculus</i> Ehrenberg	<i>N. tenelloides</i> Hustedt
<i>C. placentula</i> Ehrenberg	<i>N. trilatera</i> Bahls
<i>C. pseudothumensis</i> E.Reichardt	<i>N. veneta</i> Kützing

Tablo 17. (devamı)

<i>Cocconeis</i> sp.	<i>N. vilaplanii</i> (Lange-Bertalot & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg
<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy & Kociolek	<i>Neidium alpinum</i> Hustedt
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	<i>Nupela coralina</i> Potapova & Clason
<i>P. dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	<i>N. lapidosa</i> (Krasske) Lange-Bertalot
<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	<i>N. neglecta</i> Ponader, R.L.Lowe & Potapova
Takım: Cymbellales	<i>N. vitiosa</i> (Schimanski) P.Siver & P.B.Hamilton
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer	<i>Pinnularia acoricola</i> Hustedt
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	<i>P. appendiculata</i> (C.Agardh) Schaarschmidt
<i>C. cosleyi</i> Bahls	<i>P. brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>C. helvetica</i> Kützing	<i>P. burkei</i> R.M.Patrick
<i>C. lanceolata</i> C.Agardh	<i>P. dactylus</i> Ehrenberg
<i>C. proxima</i> Reimer	<i>P. marchica</i> I.Schönfelder
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer	<i>P. subcapitata</i> W.Gregory
<i>C. naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Delicatophycus delicatulus</i> (Kützing) M.J.Wynne	<i>Sellaphora laevissima</i> (Kützing) D.G.Mann
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg
<i>Didymosphenia</i> sp.	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	Takım: Rhopalodiales
<i>E. gaeumannii</i> (Meister) Krammer	<i>Epithemia sorex</i> Kützing
<i>E. reichardtii</i> (Krammer) D.G.Mann	<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller
<i>Encyonopsis alpina</i> Krammer & Lange-Bertalot	Takım: Surirellales
<i>E. bobmarshallensis</i> Bahls	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith
<i>E. falaisensis</i> (Grunow) Krammer	<i>Iconella tenera</i> W.Gregory
<i>E. microcephala</i> (Grunow) Krammer	<i>Surirella angusta</i> Kützing
<i>E. neerlandica</i> Van de Vijver, Vermeij, van der Wal & A.Mertens	<i>S. atomus</i> Hustedt
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	<i>S. birostrata</i> Hustedt
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	<i>S. brebissonii</i> (Krammer) Lange-Bertalot
<i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>S. minuta</i> Brébisson ex Kützing
<i>G. anjae</i> (Lange-Bertalot) & Reichardt	<i>S. stalagma</i> M.H.Hohn & J.Hellerman
<i>G. augur</i> Ehrenberg	<i>Surirella</i> sp.
<i>G. gracile</i> Ehrenberg	Takım: Thalassiophysales
<i>G. micropus</i> Kützing	<i>Amphora delicatula</i> Bljulina
<i>G. minuta</i> P.Fusey	<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow
<i>G. minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov
<i>G. olivaceoides</i> Hustedt	Takım: Tabellariales
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing
<i>G. pseudotenellum</i> Lange-Bertalot	<i>D. moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams

Tablo 17. (devamı)

<i>G. pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot	<i>Diatoma</i> sp.
<i>Gomphonema</i> sp.	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	<i>D. vulgaris</i> Bory
<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh
<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin	<i>M. constrictum</i> Ralfs
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	<i>Meridion</i> sp.
<i>Rhoicosphenia</i> sp.	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	Sınıf: Coscinodiscophyceae
Takım: Eunotiales	Takım: Melosirales
<i>Eunotia exigua</i> ((Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	<i>Melosira varians</i> C.Agardh
<i>E. sudetica</i> O. Müller	Takım: Aulacoseirales
Takım: Fragilariales	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen
<i>Ceratoneis</i> sp.	<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen
<i>Fragilaria amphicephaloides</i> Lange-Bertalot	<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.Müller) Simonsen
<i>F. capucina</i> Desmazières	<i>A. subarctica</i> (O.Müller) E.Y.Haworth
<i>F. crotonensis</i> Kitton	Sınıf: Mediophyceae
<i>Fragilaria</i> sp.	Takım: Stephanodiscales
<i>Fragilaria pennsylvanica</i> E.A.Morales	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt
<i>F. synegrotesca</i> Lange-Bertalot	<i>C. distinguenda</i> Hustedt
<i>F. tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	<i>C. kuetzingiana</i> Thwaites
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	<i>C. meneghiniana</i> Kützing
<i>Fragilariforma acidobiontica</i> (D.F.Charles) D.M.Williams & Round	<i>Lindavia glomerata</i> (H.Bachmann) Adesalu & Julius
<i>F. nitzschoides</i> (Grunow) Lange-Bertalot	<i>Pantocsekiella delicatula</i> (Hustedt) K.T.Kiss & E.Ács
<i>F. virescens</i> var. <i>subsalina</i> (Grunow) Bukhtiyarova	<i>P. ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing	<i>Stephanodiscus binderanus</i> (Kützing) Krieger
<i>O. mesodon</i> (Kützing) Kützing	<i>S. hantzschii</i> Grunow
<i>Stauroforma exiguiiformis</i> (Lange-Bertalot) R.J.Flower, V.J.Jones & Round	<i>S. parvus</i> Stoermer & Hakansson
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	Sınıf: Bacillariophyta classis incertae sedis
<i>Synedra cyclosum</i> Brutschy	Takım: Bacillariophyta ordo incertae sedis
<i>S. famelica</i> Kützing	<i>Belonastrum berolinense</i> (Lemmermann) Round & Maidana
<i>S. nana</i> F.Meister	
<i>Synedra</i> sp.	
<i>S. ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	
Takım: Licmophorales	
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	
<i>U. capitata</i> (Ehrenberg) Compère	
<i>U. contracta</i> (Østrup) E.A.Morales & M.L.Vis	
<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	

Çalışmada epifitik florada 146 tür belirlenirken, epilitik florada 152 tür tespit edilmiştir (Tablo 18). Örnekleme yapılan istasyonlardan 1. istasyonda epifitik diatom tür sayısı

78, epilitik diatom tür sayısı 56, 2. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 51, epilitik diatom tür sayısı 56, 3. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 49, epilitik diatom tür sayısı 74, 4. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 56, epilitik diatom tür sayısı 67, 5. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 53 ve epilitik diatom tür sayısı 53 olarak belirlenmiştir.

Tablo 18. Serçeme Çayı/Karasu’da Tespit Edilen Epifitik ve Epilitik Diatom Türleri Listesi

EPİFİTİK DİYATOMLAR	EPİLİTİK DİYATOMLAR
<i>Achnanthes</i> sp.	<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	<i>A. eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
<i>A. eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<i>Amphora delicatula</i> Bljulina
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.Müller) Simonsen	<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.Müller) Simonsen
<i>A. subarctica</i> (O.Müller) E.Y.Haworth	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson
<i>Belonastrum berolinense</i> (Lemmermann) Round & Maidana	<i>Belonastrum berolinense</i> (Lemmermann) Round & Maidana
<i>Brachysira subtilis</i> M.G.Potapova, P.B.Hamilton & L.I.Kopyrina	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère
<i>Ceratoneis</i> sp.	<i>B. subtilis</i> M.G.Potapova, P.B.Hamilton & L.I.Kopyrina
<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	<i>Ceratoneis</i> sp.
<i>Cocconeis cascadiensis</i> Stancheva	<i>Cocconeis cascadiensis</i> Stancheva
<i>C. neodiminuta</i> Pantocsek	<i>C. neodiminuta</i> Pantocsek
<i>C. neothumensis</i> Krammer	<i>C. neothumensis</i> Krammer
<i>C. pediculus</i> Ehrenberg	<i>C. placentula</i> Ehrenberg
<i>C. placentula</i> Ehrenberg	<i>C. pseudothumensis</i>
<i>C. pseudothumensis</i> E.Reichardt	<i>Cocconeis</i> sp.
<i>Cocconeis</i> sp.	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	<i>C. distinguenda</i> Hustedt
<i>C. distinguenda</i> Hustedt	<i>C. meneghiniana</i> Kützing
<i>C. kuetzingiana</i> Thwaites	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith
<i>C. meneghiniana</i> Kützing	<i>Cymbella affinis</i> Kützing
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	<i>C. lanceolata</i> C.Agardh
<i>Cymatopleura</i> sp.	<i>C. proxima</i> Reimer
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer
<i>C. cosleyi</i> Bahls	<i>Delicatophycus delicatulus</i> (Kützing) M.J.Wynne
<i>C. helvetica</i> Kützing	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing
<i>C. proxima</i> Reimer	<i>D. moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Diatoma</i> sp.
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	<i>D. vulgaris</i> Bory
<i>Delicatophycus delicatulus</i> (Kützing) M.J.Wynne	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	<i>Didymosphenia</i> sp.
<i>D. moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	<i>Diploneis abscondita</i> H.Lange-Bertalot & A.Fuhrmann

Tablo 18. (devamı)

<i>Diatoma</i> sp.	<i>D. elliptica</i> (Kützing) Cleve
<i>Diatoma tenuis</i> (C.Agardh)	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann
<i>D. vulgaris</i> Bory	<i>E. reichardtii</i> (Krammer) D.G.Mann
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt	<i>Encyonopsis alpina</i> Krammer & Lange-Bertalot
<i>Didymosphenia</i> sp.	<i>E. microcephala</i> (Grunow) Krammer
<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt	<i>Eolimna metafarta</i> Kulikovskiy & Lange-Bertalot
<i>Encyonema gaeumannii</i> (Meister) Krammer	<i>Epithemia gibba</i> Ehrenberg (O.Müller)
<i>E. minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	<i>Epithemia sorex</i> Kützing
<i>E. bobmarshallensis</i> Bahls	<i>Eunotia sudetica</i> O.Müller
<i>Encyonopsis falaisensis</i> (Grunow) Krammer	<i>Fragilaria amphicephaloides</i> Lange-Bertalot
<i>E. microcephala</i> (Grunow) Krammer	<i>F. capucina</i> Desmazières
<i>E. neerlandica</i> Van de Vijver, Vermeij, van der Wal & A.Mertens	<i>F. crotonensis</i> Kitton
<i>Eolimna aboensis</i> (Cleve) S.I.Genkal	<i>F. tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot
<i>E. metafarta</i> Kulikovskiy & Lange-Bertalot	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	<i>Fragilariforma acidobiontica</i> (D.F.Charles) D.M.Williams & Round
<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	<i>F. virescens</i> var. <i>subsalina</i> (Grunow) Bukhtiyarova
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy & Kociolek
<i>F. pennsylvanica</i> E.A.Morales	<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Gomphonema affine</i> Kützing
<i>F. synegrotesca</i> Lange-Bertalot	<i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>F. tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	<i>G. augur</i> Ehrenberg
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	<i>G. gracile</i> Ehrenberg
<i>Fragilariforma nitzschoides</i> (Grunow) Lange-Bertalot	<i>G. minuta</i> P.Fusey
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	<i>G. pseudotenellum</i> Lange-Bertalot
<i>G. affine</i> Kützing	<i>G. pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot
<i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>G. anjae</i> (Lange-Bertalot) & Reichardt	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg
<i>G. augur</i> Ehrenberg	<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin
<i>G. gracile</i> Ehrenberg	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>G. micropus</i> Kützing	<i>Gyrosigma</i> sp.
<i>G. minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov
<i>G. olivaceoides</i> Hustedt	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow
<i>Gomphonema</i> sp.	<i>Hantzschia</i> sp.
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory)
<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann
<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin	<i>Mayamaea cahabaensis</i> E.A.Morales & K.M.Manaylov
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Melosira varians</i> C.Agardh
<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	<i>M. constrictum</i> Ralfs
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>N. canalis</i> R.M.Patrick
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson	<i>N. cari</i> Ehrenberg
<i>Lindavia glomerata</i> (H.Bachmann) Adesalu & Julius	<i>N. caterva</i> Hohn & Hellermann
<i>Mayamaea cahabaensis</i> E.A.Morales & K.M.Manaylov	<i>N. cryptopcephala</i> Kützing

Tablo 18. (devamı)

<i>M. ingenua</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & G.Hofmann	<i>N. goersii</i> Bahls
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	<i>N. gregaria</i> Donkin
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	<i>N. longicephala</i> Hustedt
<i>Meridion</i> sp.	<i>N. lundii</i> E.Reichardt
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	<i>N. menisculus</i> Schumann
<i>N. cryptocephaloides</i> Hustedt	<i>N. minima</i> Grunow
<i>N. germanii</i> J.H.Wallace	<i>N. perminuta</i> Grunow
<i>N. goersii</i> Bahls	<i>N. salinicola</i> Hustedt
<i>N. gregaria</i> Donkin	<i>Navicula</i> sp.
<i>N. lanceolata</i> Ehrenberg	<i>Navicula staffordiae</i> Bahls
<i>N. longicephala</i> Hustedt	<i>N. trilatera</i> Bahls
<i>N. perminuta</i> Grunow	<i>N. veneta</i> Kützing
<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg
<i>N. salinarum</i> Grunow	<i>Neidium alpinum</i> Hustedt
<i>N. salinicola</i> Hustedt	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
<i>Navicula</i> sp.	<i>N. balcanica</i> Hustedt
<i>N. tenelloides</i> Hustedt	<i>N. brevissima</i> Grunow
<i>N. veneta</i> Kützing	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>N. vilaplanii</i> (Lange-Bertalot & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater	<i>N. exilis</i> Sovereign
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	<i>N. fonticola</i> (Grunow) Grunow
<i>N. amphibia</i> Grunow	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow
<i>N. exilis</i> Sovereign	<i>N. hantzschiana</i> Rabenhorst
<i>N. fonticola</i> (Grunow) Grunow	<i>N. innominata</i> Sovereign
<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	<i>N. liebethruthii</i> Rabenhorst
<i>N. inconspicua</i> Grunow	<i>N. linearis</i> W.Smith
<i>N. innominata</i> Sovereign	<i>N. microcephala</i> Grunow
<i>N. liebethruthii</i> Rabenhorst	<i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith
<i>N. linearis</i> W.Smith	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow
<i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith	<i>N. perminuta</i> Grunow
<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow	<i>N. sinuata</i> (Thwaites) Grunow
<i>N. perminuta</i> Grunow	<i>N. sociabilis</i> Hustedt
<i>N. soratensis</i> E.A.Morales & M.L.Vis	<i>N. soratensis</i> E.A.Morales & M.L.Vis
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing	<i>N. valdecostata</i> Lange-Bertalot & Simonsen
<i>O. mesodon</i> (Kützing) Kützing	<i>Nupela coralina</i> Potapova & Clason
<i>Pantocsekiella delicatula</i> (Hustedt) K.T.Kiss & E.Ács	<i>N. decipiens</i> (Reimer) M.Potapova
<i>P. ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	<i>N. lapidosa</i> (Krasske) Lange-Bertalot
<i>Pinnularia acoricola</i> Hustedt	<i>N. neglecta</i> Ponader, R.L.Lowe & Potapova
<i>P. appendiculata</i> (C.Agardh) Schaarschmidt	<i>N. vitiosa</i> (Schimanski) P.Siver & P.B.Hamilton
<i>P. brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing
<i>P. burkei</i> R.M.Patrick	<i>O. mesodon</i> (Kützing) Kützing
<i>P. marchica</i> I.Schönfelder	<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács
<i>P. subcapitata</i> W.Gregory	<i>Pinnularia appendiculata</i> (C.Agardh) Schaarschmidt
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	<i>P. dactylus</i> Ehrenberg
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	<i>Pinnularia subcapitata</i> W.Gregory
<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) D.G.Mann	<i>Pinnularia viridis</i>

Tablo 18. (devamı)

<i>Stauroforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) R.J.Flower, V.J.Jones & Round	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	<i>P. dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange- Bertalot
<i>Stephanodiscus binderanus</i> (Kützing) Krieger	<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer
<i>S. hantzschii</i> Grunow	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange- Bertalot
<i>Surirella brebissonii</i> (Krammer) Lange-Bertalot	<i>Rhoicosphenia</i> sp.
<i>S. minuta</i> Brébisson ex Kützing	<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot
<i>Surirella</i> sp.	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg
<i>Surirella stalagma</i> M.H.Hohn & J.Hellerman	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Synedra cyclopum</i> Brutschy	<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson
<i>S. famelica</i> Kützing	<i>Surirella angusta</i> Kützing
<i>S. nana</i> F.Meister	<i>S. atomus</i> Hustedt
<i>Synedra</i> sp.	<i>S. birostrata</i> Hustedt
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	<i>S. stalagma</i> M.H.Hohn & J.Hellerman
<i>T. brunoi</i> (Lange-Bertalot) Cantonati & Lange- Bertalot	<i>Synedra famelica</i> Kützing
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	<i>S. nana</i> F.Meister
<i>U. capitata</i> (Ehrenberg) Compère	<i>Synedra</i> sp.
<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	<i>S. ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg
	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing
	<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith
	<i>T. hantzschiana</i> Grunow
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal
	<i>U. contracta</i> (Østrup) E.A.Morales & M.L.Vis
	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère

Epifitik florada toplam 146 tür tespit edilmiştir. *Navicula* (15 tür) ve *Nitzschia* (13 tür) en fazla tür içeren cinsler olmuştur. 1. istasyonda toplam 78 epifitik diatom türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türler içerisinde en fazla bulunan türler *Hannaea arcus* (%15,6) ve *Cymbella affinis* (%15) olmuştur. 2. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 51 olurken, sayıca en fazla bulunan türler *Diatoma vulgare* (%34,2), *Odontidium mesodon* (%18,1) ve *Odontidium hyemale* (%17,1) olmuştur. 3. istasyonda toplam 49 epifitik diatom türü tespit edilmiş olup bunların içerisinde en fazla bulunan türlerin *Diatoma vulgare* (%17), *Cocconeis placentula* (%11) ve *Diatoma tenuis* (%10,1) olduğu belirlenmiştir. 4. istasyonda toplam epifitik diatom sayısı 56 olup, belirlenen türler içerisinde *Diatoma vulgare* (%13), *Odontidium hyemale* (%11,8) ve *Gomphonella olivacea* (%11,5) en fazla bulunan türler olarak belirlenmiştir. 5. istasyonda ise toplam 53 epifitik diatom türü içerisinde en fazla bulunan türlerin *Cocconeis placentula* (%9,4), *Melosira varians* (%8,7) ve *Cocconeis cascadiensis* (%8,5) olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen epifitik diatom türlerinin istasyonlara göre dağılımı Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19. Serçeme Çayı/Karasu’da Tespit Edilen Epifitik Diatom Türlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı Listesi

EPİFİTİK DİYATOMLAR	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	5.ist
<i>Achnanthes</i> sp.	+	+			
<i>Achnanthidium affine</i> (Grunow) Czarnecki				+	
<i>Achnanthidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	+	+	+	+	+
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+	+	+	+	+
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	+	+			
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer					+
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	+			+	+
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.Müller) Simonsen			+		
<i>Aulacoseira subarctica</i> (O.Müller) E.Y.Haworth			+		
<i>Belonastrum berolinense</i> (Lemmermann) Round & Maidana	+	+	+	+	+
<i>Brachysira subtilis</i> M.G.Potapova, P.B.Hamilton & L.I.Kopyrina	+			+	
<i>Ceratoneis</i> sp.	+	+			
<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot				+	
<i>Cocconeis cascadiensis</i> Stancheva		+			+
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Pantocsek	+				+
<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer	+			+	
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg			+	+	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+
<i>Cocconeis pseudothumensis</i> E.Reichardt			+		
<i>Cocconeis</i> sp.	+				+
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt		+			
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt				+	
<i>Cyclotella kuetzingiana</i> Thwaites			+		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			+	+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith					+
<i>Cymatopleura</i> sp.				+	
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+	+	+		+
<i>Cymbella cosleyi</i> Bahls			+		
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing		+			
<i>Cymbella proxima</i> Reimer		+			
<i>Cymbella</i> sp.	+	+	+		
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer	+			+	
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	+				
<i>Delicatophycus delicatulus</i> (Kützing) M.J.Wynne				+	
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	+				+
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams					+
<i>Diatoma</i> sp.				+	
<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh			+		
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	+	+	+	+	+
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt		+			
<i>Didymosphenia</i> sp.	+		+		
<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt	+				
<i>Encyonema gaeumannii</i> (Meister) Krammer	+				

Tablo 19. (devamı)

<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	+		+	+	+
<i>Encyonema bobmarshallensis</i> Bahls	+				
<i>Encyonopsis falaisensis</i> (Grunow) Krammer			+		
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer		+	+	+	+
<i>Encyonopsis neerlandica</i> Van de Vijver, Vermeij, van der Wal & A. Mertens					+
<i>Eolimna aboensis</i> (Cleve) S.I.Genkal	+				
<i>Eolimna metafarta</i> Kulikovskiy & Lange-Bertalot		+			+
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	+				
<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	+				
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	+	+		+	+
<i>Fragilaria pennsylvanica</i> E.A.Morales	+				
<i>Fragilaria</i> sp.		+		+	+
<i>Fragilaria synegrotesca</i> Lange-Bertalot		+			
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot				+	
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	+	+	+	+	
<i>Fragilariforma nitzschioides</i> (Grunow) Lange-Bertalot					+
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg				+	
<i>Gomphonema affine</i> Kützing					+
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst			+		
<i>Gomphonema anjae</i> (Lange-Bertalot) & Reichardt	+				
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	+		+	+	+
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg				+	
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	+				
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh	+	+			
<i>Gomphonema olivaceoides</i> Hustedt			+		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	+	+		+	
<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	+	+	
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow					+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg		+	+		+
<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin				+	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst			+		
<i>Gyrosigma</i> sp.				+	
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	+				
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	+	+		+	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+				
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson			+		
<i>Lindavia glomerata</i> (H.Bachmann) Adesalu & Julius			+		
<i>Mayamaea cahabaensis</i> E.A.Morales & K.M.Manaylov				+	+
<i>Mayamaea ingenua</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & G.Hofmann		+			
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	+	+	+	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	+			+	
<i>Meridion</i> sp.	+	+			
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg		+	+	+	

Tablo 19. (devamı)

<i>Navicula cryptocephaloides</i> Hustedt					+	
<i>Navicula germanii</i> J.H.Wallace						+
<i>Navicula goersii</i> Bahls						+
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	+	+	+	+		
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg						+
<i>Navicula longicephala</i> Hustedt	+	+				+
<i>Navicula perminuta</i> Grunow						+
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	+					+
<i>Navicula salinarum</i> Grunow	+					
<i>Navicula salinicola</i> Hustedt						+
<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+		
<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	+					
<i>Navicula veneta</i> Kützing						+
<i>Navicula vilaplani</i> (Lange-Bertalot & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater						+
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt			+			
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow						+
<i>Nitzschia exilis</i> Sovereign						+
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	+					+
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	+					+
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	+					
<i>Nitzschia innominata</i> Sovereign				+		
<i>Nitzschia liebethruthii</i> Rabenhorst	+					+
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	+	+	+	+		
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	+	+	+			
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia perminuta</i> Grunow						+
<i>Nitzschia soratensis</i> E.A.Morales & M.L.Vis	+	+			+	
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing	+	+	+	+	+	+
<i>Odontidium mesodon</i> (Kützing) Kützing	+	+	+			+
<i>Pantocsekiella delicatula</i> (Hustedt) K.T.Kiss & E.Ács	+					
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács	+	+	+	+	+	+
<i>Pinnularia acoricola</i> Hustedt	+					
<i>Pinnularia appendiculata</i> (C.Agardh) Schaarschmidt	+	+				
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	+					
<i>Pinnularia burkei</i> R.M.Patrick						+
<i>Pinnularia marchica</i> I.Schönfelder	+					
<i>Pinnularia subcapitata</i> W.Gregory						+
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	+		+			
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	+	+			+	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+
<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) D.G.Mann	+					
<i>Stauroforma exiguiiformis</i> (Lange-Bertalot) R.J.Flower, V.J.Jones & Round						+
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	+				+	

Tablo 19. (devamı)

<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	+				
<i>Stephanodiscus binderanus</i> (Kützing) Krieger	+		+		
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow			+		
<i>Surirella brebissonii</i> (Krammer) Lange-Bertalot				+	+
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing					+
<i>Surirella</i> sp.	+		+		
<i>Surirella stalagma</i> M.H.Hohn & J.Hellerman					+
<i>Synedra cyclopum</i> Brutschy	+		+		
<i>Synedra famelica</i> Kützing	+	+	+	+	+
<i>Synedra nana</i> F. Meister	+	+	+		
<i>Synedra</i> sp.			+	+	
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	+				
<i>Tryblionella brunoii</i> (Lange-Bertalot) Cantonati & Lange-Bertalot					+
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	+				
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	+				+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+	+	+

Epilitik florada toplam 152 tür tespit edilmiştir. En fazla tür içeren cinsler epifitik florada olduğu gibi *Nitzschia* (19 tür) ve *Navicula* (18 tür) olmuştur. 1. istasyonda belirlenen tür sayısı 56 olup, istasyondaki epilitik diatom kompozisyonu epifitik diatom florasına benzerlik göstermiş ve en fazla bulunan türler *Hannaea arcus* (%17) ve *Cymbella affinis* (%15) olmuştur. 2. istasyonun epilitik tür sayısı 56 olmuştur. Epilitik florada en fazla bulunan türler epifitik flora ile benzerlik göstermiş ve en fazla bulunan türler *Odontidium mesodon* (%17,1) ile *Odontidium hyemale* (%11,9) olmuştur. 3. istasyonda toplam 74 epilitik diatom türü tespit edilmiştir. En fazla bulunan türler *Cymbella affinis* (%18,9) ve *Encyonema minutum* (%11,5) olmuştur. 4. istasyonda belirlenen tür sayısı 67 olup, tespit edilen türler içerisinde *Gomphonella olivacea* (%5,8) 4. istasyonun epilitik florasında en fazla bulunan tür olmuştur. 5. istasyonda ise toplam 53 tür içerisinde en fazla bulunan türler *Diatoma vulgaris* (%13) ve *Odontidium hyemale* (%12,5) olmuştur. Tespit edilen epilitik diatom türlerinin istasyonlara göre dağılımı Tablo 20’de gösterilmiştir.

Tablo 20. Serçeme Çayı/Karasu’da Tespit Edilen Epilitik Diatom Türlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı Listesi

EPİLİTİK DİYATOMLAR	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	5.ist
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki				+	+
<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot		+	+	+	+
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+	+	+	+	+
<i>Amphora delicatula</i> Bljulina				+	
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	+				
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen		+			
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen		+	+	+	

Tablo 20. (devamı)

<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.Müller) Simonsen		+		+		
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson		+				
<i>Belonastrum berolinense</i> (Lemmermann) Round & Maidana	+		+	+	+	+
<i>Brachysira microcephala</i> Grunow Compère					+	
<i>Brachysira subtilis</i> M.G.Potapova, P.B.Hamilton & L.I.Kopyrina					+	
<i>Ceratoneis</i> sp.			+	+		
<i>Cocconeis cascadiensis</i> Stancheva					+	
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Pantocsek	+			+	+	+
<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer				+		
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+		+	+	+	+
<i>Cocconeis pseudothumensis</i> E.Reichardt				+		+
<i>Cocconeis</i> sp.	+			+	+	+
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt			+		+	+
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	+					
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			+	+		+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith					+	
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+		+	+		
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh)	+					
<i>Cymbella proxima</i> Reimer	+					
<i>Cymboppleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer	+		+	+		
<i>Delicatophycus delicatulus</i> (Kützing) M.J.Wynne					+	
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing			+	+		
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams			+	+	+	
<i>Diatoma</i> sp.				+		
<i>Diatoma tenuis</i> (C. Agardh)				+		
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+		+	+	+	+
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt			+			
<i>Didymosphenia</i> sp.			+	+		
<i>Diploneis abscondita</i> H.Lange-Bertalot & A.Fuhrmann						+
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	+					
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G. Mann	+		+	+	+	+
<i>Encyonema reichardtii</i> (Krammer) D.G.Mann	+					
<i>Encyonopsis alpina</i> Krammer & Lange-Bertalot				+	+	
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	+		+	+	+	
<i>Eolimna metafarta</i> Kulikovskiy & Lange-Bertalot	+				+	+
<i>Epithemia gibba</i> Ehrenberg (O.Müller)				+		
<i>Epithemia sorex</i> Kützing				+		
<i>Eunotia sudetica</i> O.Müller	+					
<i>Fragilaria amphicephaloides</i> Lange-Bertalot	+					
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières			+			+
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+				+	
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot			+			
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	+		+	+	+	+
<i>Fragilariforma acidobiontica</i> (D.F.Charles) D.M.Williams & Round					+	

Tablo 20. (devamı)

<i>Fragilariforma virescens</i> var. <i>subsalina</i> (Grunow) Bukhtiyarova					+
<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy & Kociolek					+
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema affine</i> Kützing			+		
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+	+		
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	+			+	+
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg			+		
<i>Gomphonema minuta</i> P.Fusey			+		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing				+	+
<i>Gomphonema pseudotenellum</i> Lange-Bertalot				+	
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot				+	+
<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+
<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin					+
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst				+	
<i>Gyrosigma</i> sp.	+				
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov				+	
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	+	+	+		+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+				
<i>Hantzschia</i> sp.				+	
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory)				+	
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann	+		+		
<i>Mayamaea cahabaensis</i> E.A.Morales & K.M.Manaylov	+				+
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	+	+	+	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh			+	+	
<i>Meridion constrictum</i> Ralfs				+	
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	+				
<i>Navicula canalis</i> R.M.Patrick				+	+
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg		+	+		+
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellermann				+	+
<i>Navicula cryptopcephala</i> Kützing	+				
<i>Navicula goersii</i> Bahls				+	+
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	+	+		+	+
<i>Navicula longicephala</i> Hustedt				+	
<i>Navicula lundii</i> E. Reichardt					+
<i>Navicula menisculus</i> Schumann			+		
<i>Navicula minima</i> Grunow	+				
<i>Navicula perminuta</i> Grunow				+	+
<i>Navicula salinicola</i> Hustedt				+	
<i>Navicula</i> sp.	+		+	+	+
<i>Navicula staffordiae</i> Bahls				+	
<i>Navicula trilatera</i> Bahls				+	
<i>Navicula veneta</i> Kützing	+		+		
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	+		+		

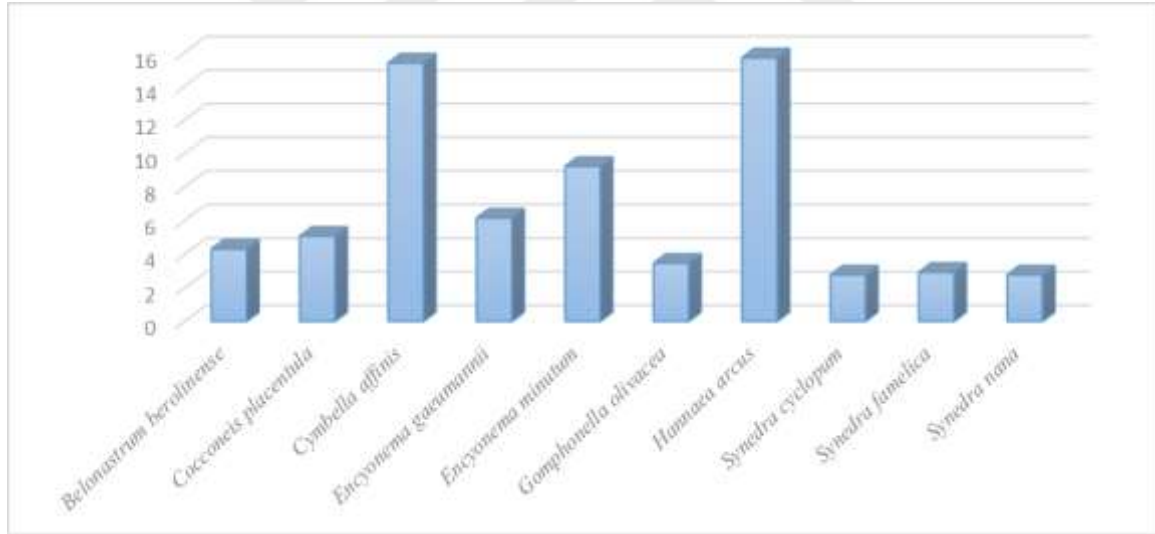
Tablo 20. (devamı)

<i>Neidium alpinum</i> Hustedt					+
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow					+
<i>Nitzschia balcanica</i> Hustedt					+
<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow					+
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst					+
<i>Nitzschia exilis</i> Sovereign					+
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow					+
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow					+
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst					+
<i>Nitzschia innominata</i> Sovereign					+
<i>Nitzschia liebethruthii</i> Rabenhorst					+
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith					+
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow					+
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith					+
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow					+
<i>Nitzschia perminuta</i> Grunow					+
<i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites) Grunow					+
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt					+
<i>Nitzschia soratensis</i> E.A.Morales & M.L.Vis					+
<i>Nitzschia valdecostata</i> Lange-Bertalot & Simonsen					+
<i>Nupela coralina</i> Potapova & Clason					+
<i>Nupela decipiens</i> (Reimer) M.Potapova					+
<i>Nupela lapidosa</i> (Krasske) Lange-Bertalot					+
<i>Nupela neglecta</i> Ponader, R.L.Lowe & Potapova					+
<i>Nupela vitiosa</i> (Schimanski) P.Siver & P.B.Hamilton					+
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing					+
<i>Odontidium mesodon</i> (Kützing) Kützing					+
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács					+
<i>Pinnularia appendiculata</i> (C.Agardh) Schaarschmidt					+
<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg					+
<i>Pinnularia</i> sp.					+
<i>Pinnularia subcapitata</i> W.Gregory					+
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg					+
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova					+
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova					+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot					+
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer					+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot					+
<i>Rhoicosphenia</i> sp.					+
<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot					+
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg					+
<i>Stauroneis</i> sp.					+
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson					+
<i>Surirella angusta</i> Kützing					+

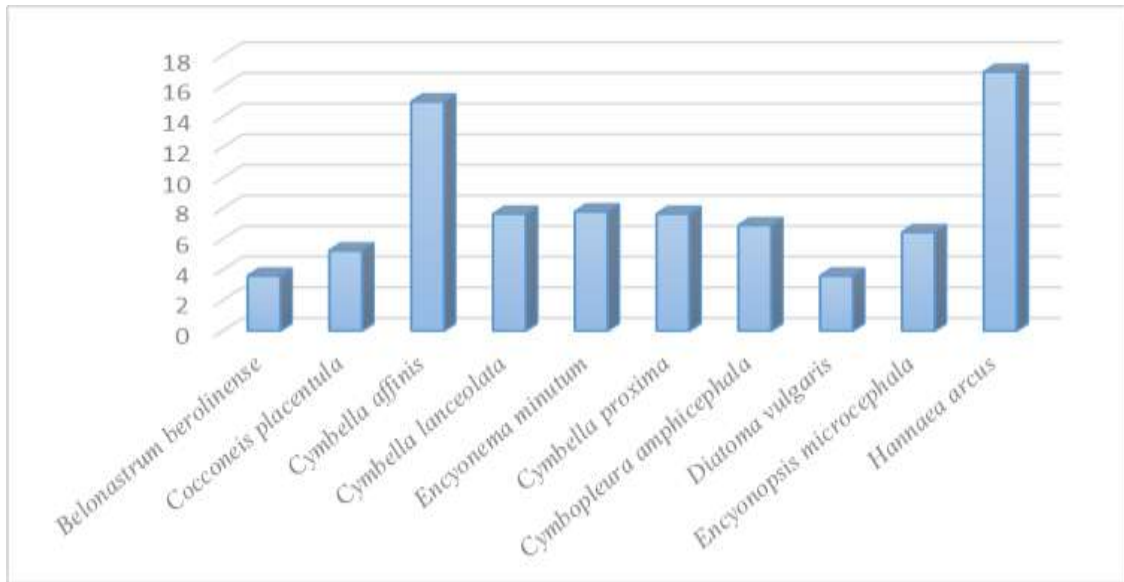
Tablo 20. (devamı)

<i>Surirella atomus</i> Hustedt						+
<i>Surirella birostrata</i> Hustedt						+
<i>Surirella stalagma</i> M.H. Hohn & J.Hellerman						+
<i>Synedra famelica</i> Kützing	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra nana</i> F.Meister	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg						+
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing		+	+			
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith						+
<i>Tryblionella hantzschiana</i> Grunow						+
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	+					
<i>Ulnaria contracta</i> (Østrup) E.A.Morales & M.L.Vis						+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+	+	+	+

Epifitik florada 1. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %15,6 ile *Hannaea arcus* olarak belirlenmiştir (Şekil 13). Bu türü sırasıyla *Cymbella affinis*, *Encyonema minutum*, *E. gaeumannii*, *Cocconeis placentula*, *Belonastrum berolinense*, *Gomphonella olivacea* ve *Synedra famelica*, *S. cyclopum*, *S. nana* takip etmiştir.

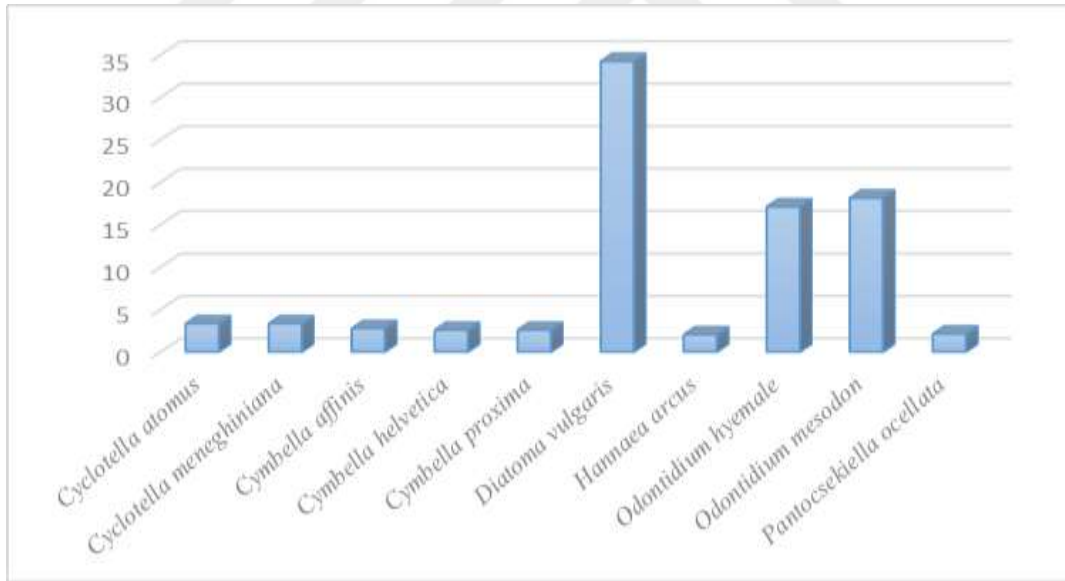
**Şekil 13.** 1. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epifitik florada 1. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %17 ile epifitik florada olduğu gibi *Hannaea arcus* olarak belirlenmiştir (Şekil 14). Bu türü sırasıyla *Cymbella affinis*, *Encyonema minutum*, *Cymbella lanceolata*, *C. proxima*, *Cymbopleura amphicephala*, *Encyonopsis microcephala*, *Cocconeis placentula*, *Belonastrum berolinense* ve *Diatoma vulgare* takip etmiştir.



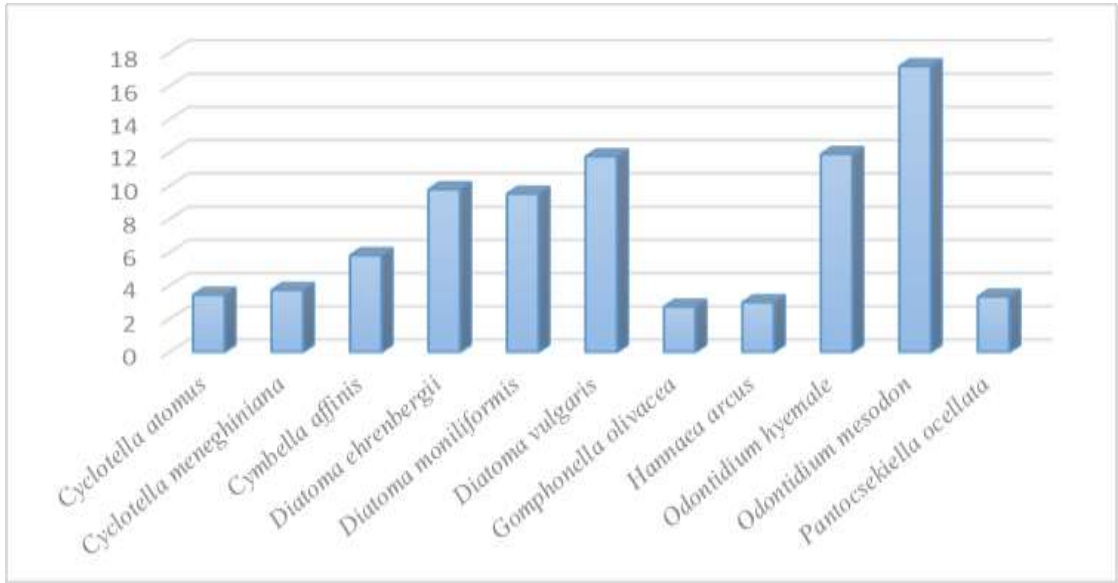
Şekil 14. 1. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epifitik florada 2. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %34,2 ile *Diatoma vulgare* olarak belirlenmiştir (Şekil 15). Bu türü sırasıyla *Odontidium mesodon*, *Odontidium hyemale*, *Cyclotella atomus*, *C. meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *C. helvetica*, *C. proxima*, *Pantocsekiella ocellata* ve *Hannaea arcus* takip etmiştir.



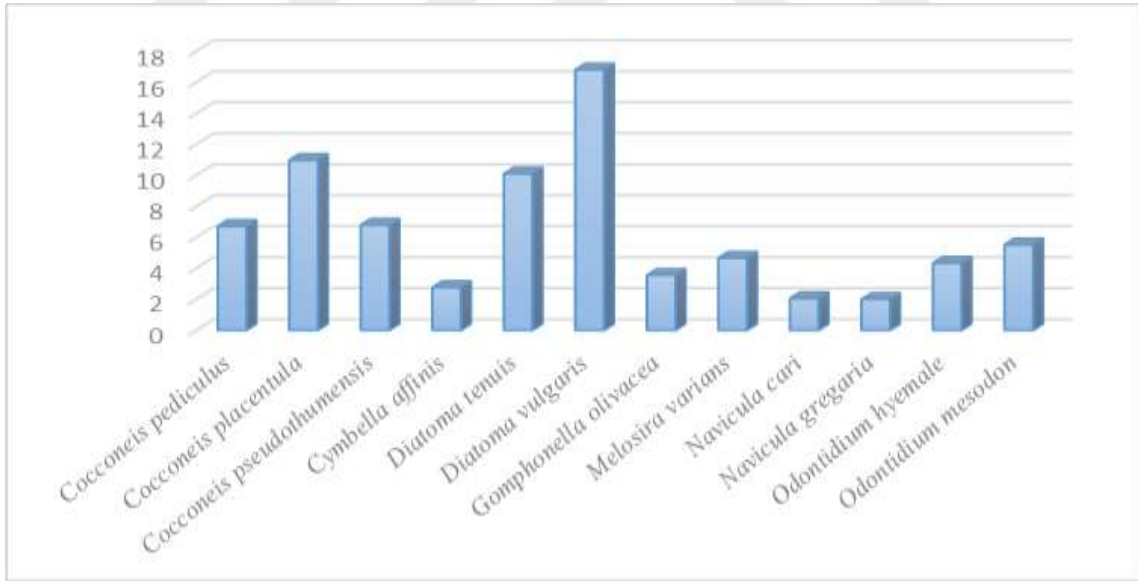
Şekil 15. 2. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epilitik florada 2. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %17,1 ile *Odontidium mesodon* olarak belirlenmiştir (Şekil 16). Bu türü sırasıyla *Odontidium hyemale*, *Diatoma vulgare*, *D. ehrenbergii*, *D. moniliformis*, *Cymbella affinis*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. atomus*, *Pantocsekiella ocellata*, *Hannaea arcus* ve *Gomphonella olivacea* takip etmiştir.



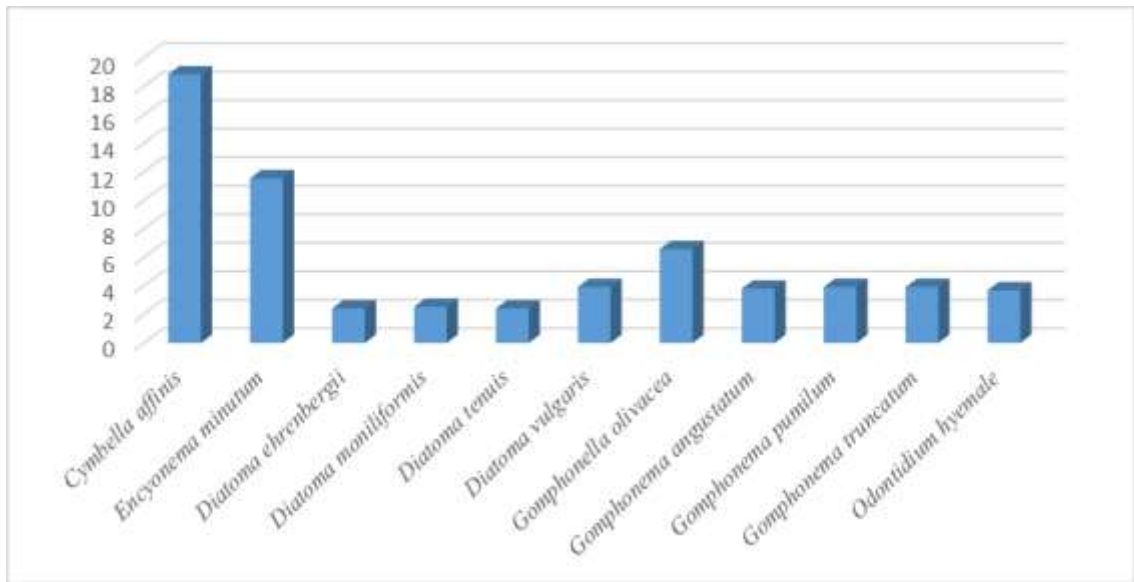
Şekil 16. 2. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epifitik florada 3. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %17 ile *Diatoma vulgare* olarak belirlenmiştir (Şekil 17). Bu türü sırasıyla *Cocconeis placentula*, *Diatoma tenuis*, *Cocconeis pediculus*, *C. pseudohumensis*, *Odontidium mesodon*, *Melosira varians*, *Odontidium hyemale*, *Gomphonella olivacea*, *Cymbella affinis*, *Navicula cari* ve *N. gregaria* takip etmiştir.



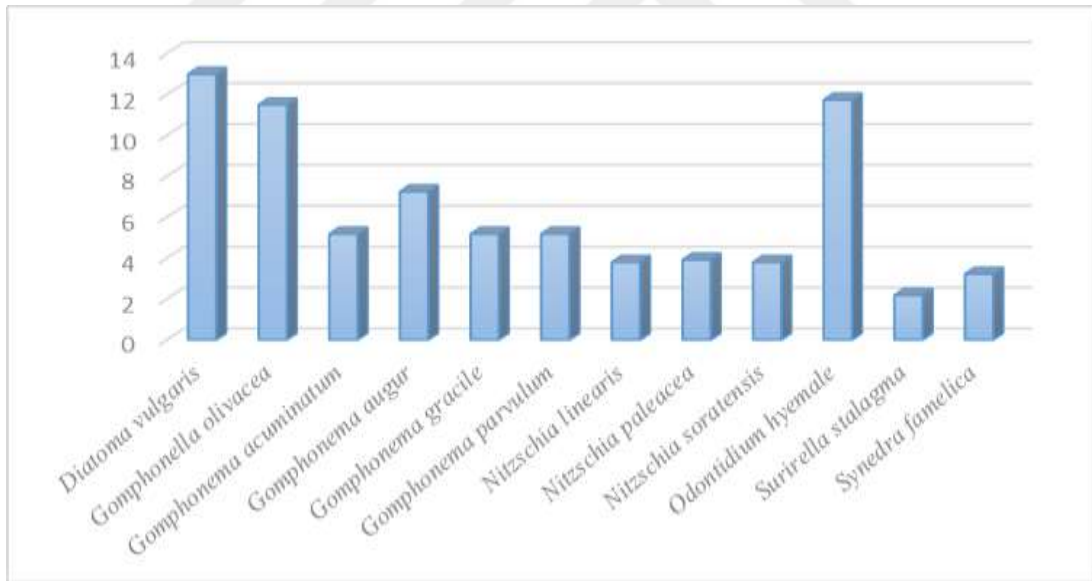
Şekil 17. 3. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epilitik florada 3. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %18,9 ile *Cymbella affinis* olarak belirlenmiştir (Şekil 18). Bu türü sırasıyla *Encyonema minutum*, *Gomphonella olivacea*, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema truncatum*, *G. pumilum*, *G. angustatum*, *Diatoma tenuis*, *D. moniliformis* ve *D. ehrenbergii* takip etmiştir.



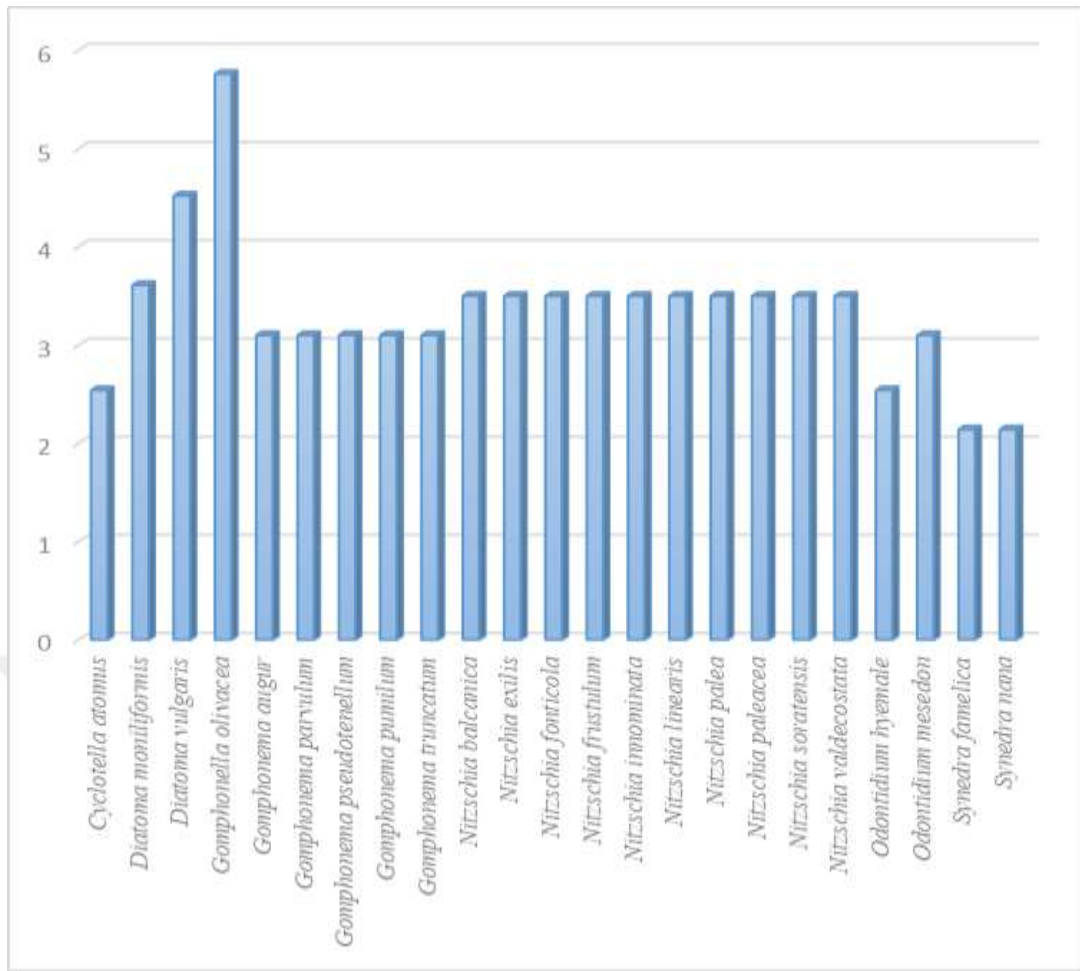
Şekil 18. 3. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epilitik florada 4. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %13 ile *Diatoma vulgare* olarak belirlenmiştir (Şekil 19). Bu türü sırasıyla *Odontidium hyemale*, *Gomphonella olivacea*, *Gomphonema augur*, *G. acuminatum*, *G. gracile*, *G. parvulum*, *Nitzschia paleacea*, *N. soraensis*, *N. linearis*, *Synedra famelica* ve *Surirella stalagma* takip etmiştir.



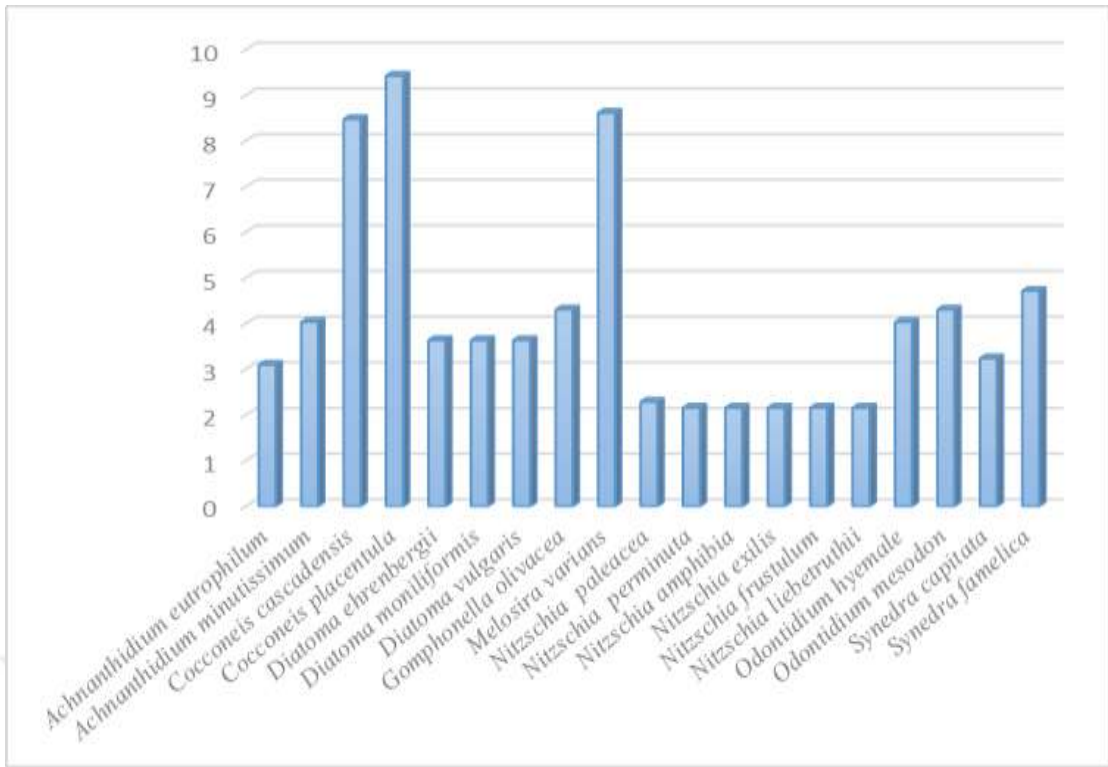
Şekil 19. 4. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epilitik florada 4. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %5,8 ile *Gomphonella olivacea* olarak belirlenmiştir (Şekil 20). Bu türü sırasıyla *Diatoma vulgare*, *D. moniliformis*, *Nitzschia* türleri *Odontidium mesodon*, *Gomphonema* türleri, *Odontidium hyemale*, *Cyclotella atomus*, *Synedra famelica* ve *S. nana* takip etmiştir.



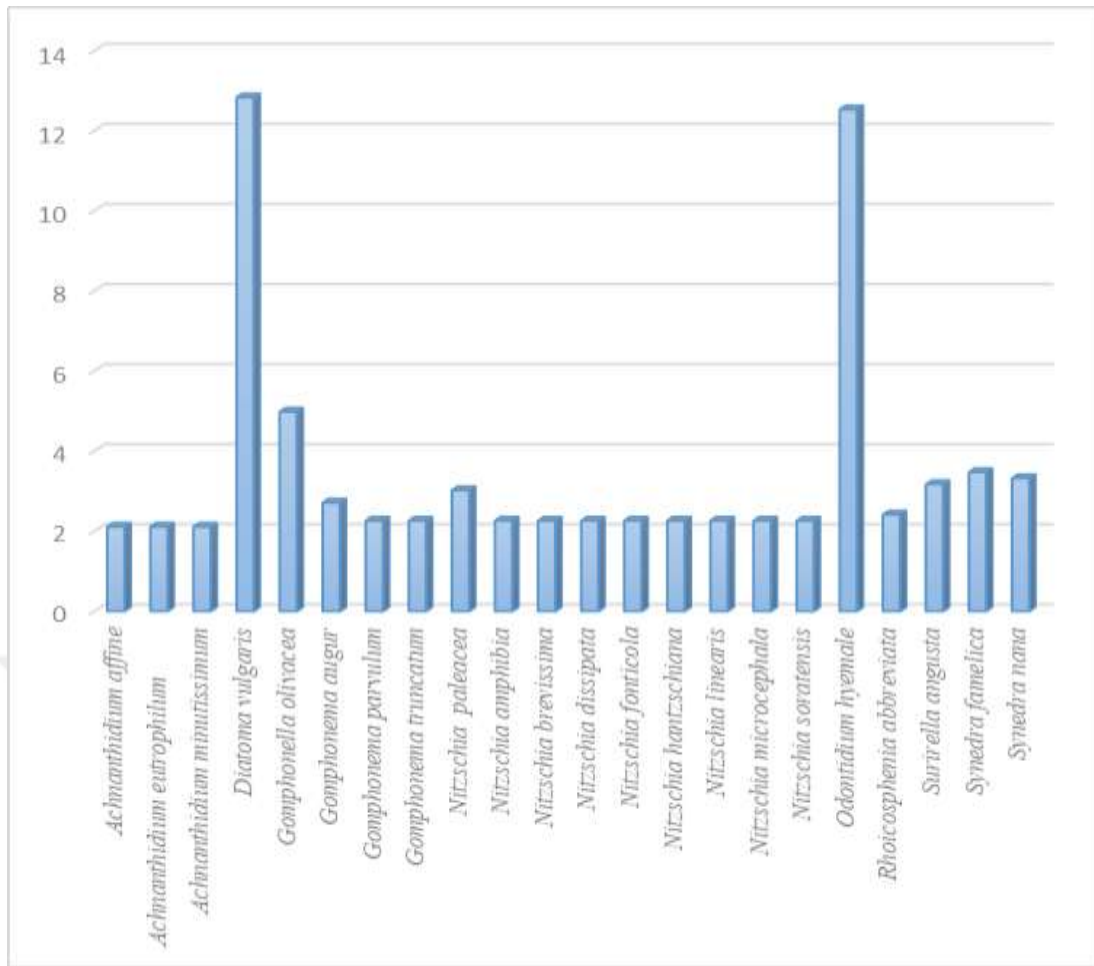
Şekil 20. 4. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epifitik florada 5. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %9,4 ile *Cocconeis placentula* olarak belirlenmiştir (Şekil 21). Bu türü sırasıyla *Melosira varians*, *Cocconeis cascadiensis*, *Synedra famelica*, *Gomphonella olivacea*, *Odontidium mesodon*, *O. hyemale*, *Achnanthisidium minutissimum*, *Diatoma vulgare*, *D. moniliformis*, *D. ehrenbergii*, *Synedra capitata*, *Achnanthisidium eutrophilum* ve *Nitzschia paleacea* takip etmiştir.



Şekil 21. 5. istasyonda epifitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

Epifitik florada 5. istasyonda en fazla sayıda bulunan tür %13 ile *Diatoma vulgare* olarak belirlenmiştir (Şekil 22). Bu türü sırasıyla *Odontidium hyemale*, *Gomphonema olivacea*, *Synedra famelica*, *S. nana*, *Surirella angusta*, *Nitzschia paleacea*, *Gomphonema augur* ve *Rhoicosphenia abbreviata* takip etmiştir.



Şekil 22. 5. istasyonda epilitik florada en fazla bulunan diatom türleri (%)

4.3. Diatom İndeksleri Sonuçları

Serçeme Çayı/Karasu'nun ekolojik durumunun belirlenmesi amacıyla epifitik ve epilistik diatomlara bağlı olarak IBD (Biyolojik Diatom İndeksi), IPS (Spesifik Kirlilik İndeksi), IDG (Cins Düzeyinde Diatom İndeksi), DESCY (Descy İndeksi), SLA (Sládeček İndeksi), IDSE (Leclercq ve Maquet İndeksi), IDAP (Artois-Picardie Diatom İndeksi), EPI-D (Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi), LOBO (Lobo İndeksi), DI-CH (İsviçre Diatom İndeksi), Rott TI (Rott Trofik İndeksi), Rott SI (Rott Saprobik İndeksi), CEE (Avrupa İndeksi), WAT (Organik Kirlilik için Diatom Topluluk İndeksi), TDI (Trofik Diatom İndeksi), IDP (Pampean Diatom İndeksi) ve SHE (Steinberg ve Schiefele İndeksi) indeksleri OMNIDIA programında istasyonlara göre hesaplanmıştır (Tablo 21). Çalışmada epifitik diatom indekslerine ait en yüksek değer 4. istasyonda, en düşük değer 2. istasyonda, epilistik diatom indekslerine ait en yüksek değer 5. istasyonda, en düşük değer ise 2. istasyonda belirlenmiştir.

Tablo 21. Serçeme Çayı/Karasu’da Belirlenen İstasyonlara Göre OMNIDIA Programında Hesaplanan Diatom İndeksleri Sonuçları

	İstasyon	Cins sayısı	Tür sayısı	IBD/20	IPS/20	IDG/20	DESCY/5	SLA/4	IDSE/5	IDAP/20	EPI-D/4	LOBO/4	DI-CH/8	Rott TI/4	Rott SI/4	CEE/20	WAT/100	TDI/100	IDP/4	SHE/7
Epifitik	1	36	78	5,77	4,2	4,18	3,95	1,01	3,84	3,14	0,94	2,47	2,14	1,33	1,45	7,62	63,13	33,87	1,9	5,16
	2	27	51	6,01	4,51	4,14	4,34	0,47	4,19	2,17	0,65	2,29	1,47	1,15	1,24	8,13	74,38	64,67	2,32	5,55
	3	27	49	5,41	4,09	3,83	4,07	1,13	3,65	3,8	1,08	2,65	3,44	1,97	1,49	6,97	73,34	69,05	2,01	5,67
	4	32	56	5,05	3,97	3,49	3,96	1,22	3,49	2,52	1,19	2,1	2,57	2,14	1,65	6,03	59,38	79,08	2,18	4,9
	5	29	53	5,29	4,14	3,29	3,95	1,12	3,59	3,11	1,12	2,8	2,71	2,11	1,79	6,53	62,98	66,18	1,95	5,14
	İstasyon	Cins sayısı	Tür sayısı	IBD/20	IPS/20	IDG/20	DESCY/5	SLA/4	IDSE/5	IDAP/20	EPI-D/4	LOBO/4	DI-CH/8	Rott TI/4	Rott SI/4	CEE/20	WAT/100	TDI/100	IDP/4	SHE/7
Epilitik	1	29	56	5,85	4,02	4,47	4,15	1,03	3,89	3,66	0,93	2,53	2,02	1,2	1,35	8,06	68,4	23,6	1,6	5,83
	2	29	56	6,02	4,36	4,05	4,54	0,69	4,05	2,35	0,92	2,29	1,67	1,31	1,41	7,59	63,16	42,09	2,09	5,55
	3	34	74	5,4	3,88	4	3,89	1,29	3,5	3,39	1,15	2,34	2,6	1,54	1,51	6,67	64,73	41,51	1,53	5,94
	4	29	67	4,74	3,29	2,61	3,75	1,31	3,48	2,57	1,6	2,49	3,74	2,64	1,94	5,17	58,82	74,86	2,28	4,71
	5	27	53	4,93	3,92	3,13	3,64	1,06	3,56	2,82	1,25	2,18	3,01	2,21	1,62	6,33	63,36	76,44	2,25	4,9

Su kalite durumu; Mavi renk: Çok iyi (I. sınıf), Yeşil renk: İyi (II. sınıf), Sarı renk: Orta (III. sınıf), Turuncu renk: Kötü (IV. sınıf), Kırmızı renk: Çok kötü (V. sınıf)

Araştırmada kullanılan indekslerin hesaplanmasında diatom türlerinin kullanıldığı oranlar Tablo 22’de verilmiştir. İndekslerin kullanım oranlarına bakıldığında epifitik türler içerisinde IPS indeksinin (%94,9), epilitik türlerde ise IDG (%96,18) ve IPS (%95,08) indekslerinin türlerin büyük çoğunluğunu değerlendirmiş olduğu görülürken, IDAP ve LOBO indekslerinin ise her iki floradaki türleri daha az oranda değerlendirdiği belirlenmiştir.

Tablo 22. Serçeme Çayı/Karasu’da Tespit Edilen Epifitik ve Epilitik Diatom Türlerinin Diatom İndekslerinde Ortalama Kullanım Oranları (%)

Program	Tipi	Epifitik		Epilitik	
		İndeks	Oran (%)	İndeks	Oran (%)
OMNIDIA	Nehirler	IBD	84,6	IBD	85,38
		IPS	94,9	IPS	95,08
		IDG	87,66	IDG	96,18
		DESCY	50,02	DESCY	40,98
		SLA	68,66	SLA	66,94
		IDSE	50,44	IDSE	55
		IDAP	37,42	IDAP	35,26
		EPI-D	61,82	EPI-D	71,14
		LOBO	36,76	LOBO	41,06
		DI-CH	57,8	DI-CH	57,14
		Rott TI	70,3	Rott TI	59,66
		Rott SI	57,56	Rott SI	58,46
		CEE	58,38	CEE	59,88
		WAT	41,56	WAT	38,48
		TDI	74,24	TDI	76,26

Diatom İndeksleri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Serçeme Çayı/Karasu’da tespit edilen epifitik ve epilitik diatomlar kullanılarak hesaplanan diatom indeksleri arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi yapılarak incelenmiş ve indekslerin birbirleriyle korelasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 23).

Analiz sonucuna göre epifitik florada indeksler arasında pozitif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) IBD ile IDSE arasında, IDAP ile DI-CH arasında EPI-D ile Rott TI arasında ve IDSE ile CEE arasında olduğu ($r=1,000$; $n=5$), negatif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) ise IBD ile EPI-D arasında, IBD ile Rott TI arasında, IPS ile SLA arasında, IDSE ile EPI-D arasında, IDSE ile Rott TI arasında, EPI-D ile CEE arasında ve Rott TI ile CEE arasında olduğu ($r=-1,000$; $n=5$) belirlenmiştir.

Epilitik florada indeksler arasında pozitif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) IPS ile IDSE arasında, IDG ile CEE arasında, EPI-D ile DI-CH arasında ve Rott TI ile Rott SI arasında olduğu ($r=1,000$; $n=5$), negatif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) ise IBD ile EPI-D arasında, IBD ile DI-CH arasında, IPS ile SLA arasında, IDG ile Rott TI arasında, IDG ile Rott SI arasında, Rott TI ile CEE arasında, Rott SI ile CEE arasında ve IDP ile SHE arasında olduğu ($r=-1,000$; $n=5$) belirlenmiştir.



Tablo 23. Serçeme Çayı/Karasu’da hesaplanan diatom indekslerinin birbirleriyle olan korelasyon analizi sonuçları (n=5)

	İndeksler	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	Rott TI	Rott SI	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
EPİFİTİK	IBD	1	0,900*	0,800	0,410	-0,900*	1,000**	-0,100	-1,000**	0,000	-0,200	-1,000**	-0,900*	1,000**	0,900*	-0,800	0,100	0,700
	IPS		1	0,600	0,154	-1,000**	0,900*	-0,300	-0,900*	0,100	-0,400	-0,900*	-0,700	0,900*	0,700	-0,900*	0,000	0,400
	IDG			1	0,205	-0,600	0,800	0,100	-0,800	-0,300	-0,400	-0,800	-0,900*	0,800	0,600	-0,700	-0,100	0,500
	DESCY				1	-0,154	0,410	-0,359	-0,410	-0,410	-0,400	-0,410	-0,564	0,410	0,667	0,205	0,872	0,564
	SLA					1	-0,900*	0,300	0,900*	-0,100	0,400	0,900*	0,700	-0,900*	-0,700	0,900*	0,000	-0,400
	IDSE						1	-0,100	-1,000**	0,000	-0,200	-1,000**	-0,900*	1,000**	0,900*	-0,800	0,100	0,700
	IDAP							1	0,100	0,600	1,000**	0,100	0,200	-0,100	0,000	0,000	-0,700	0,400
	EPI-D								1	0,000	0,200	1,000**	0,900*	-1,000**	-0,900*	0,800	-0,100	-0,700
	LOBO									1	0,600	0,000	0,400	0,000	0,100	-0,200	-0,600	0,300
	DI-CH										1	0,200	0,400	-0,200	-0,200	0,400	-0,800	0,400
	Rott TI											1	0,900*	-1,000**	-0,900*	0,800	-0,100	-0,700
	Rott SI												1	-0,900*	-0,800	0,600	-0,300	-0,600
	CEE													1	0,900*	-0,800	0,100	0,700
	WAT														1	-0,500	0,300	0,900*
	TDI															1	0,400	-0,300
	IDP																1	0,100
	SHE																	1
EPİLİTİK	İndeksler	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	Rott TI	Rott SI	CEE	WAT	TDI	IDP	SHE
	IBD	1	0,900*	0,900*	0,900*	-0,900*	0,900*	0,000	-1,000**	0,000	-1,000**	-0,900*	-0,900*	0,900*	0,400	-0,600	-0,600	0,600
	IPS		1	0,800	0,700	-1,000**	1,000**	-0,100	-0,900*	-0,200	-0,900*	-0,800	-0,800	0,800	0,300	-0,300	-0,300	0,300
	IDG			1	0,800	-0,800	0,800	0,400	-0,900*	0,300	-0,900*	-1,000**	-1,000**	1,000**	0,700	-0,800	-0,700	0,700
	DESCY				1	-0,700	0,700	-0,100	-0,900*	0,300	-0,900*	-0,800	-0,800	0,800	0,200	-0,700	-0,500	0,500
	SLA					1	-1,000**	0,100	0,900*	0,200	0,900*	0,800	0,800	-0,800	-0,300	0,300	0,300	-0,300
	IDSE						1	-0,100	-0,900*	-0,200	-0,900*	-0,800	-0,800	0,800	0,300	-0,300	-0,300	0,300
	IDAP							1	0,000	0,500	0,000	-0,400	-0,400	0,400	0,900*	-0,600	-0,600	0,600
	EPI-D								1	0,000	1,000**	0,900*	0,900*	-0,900*	-0,400	0,600	0,600	-0,600
	LOBO									1	0,000	-0,300	-0,300	0,300	0,300	-0,700	-0,200	0,200
	DI-CH										1	0,900*	0,900*	-0,900*	-0,400	0,600	0,600	-0,600
	Rott TI											1	1,000**	-1,000**	-0,700	0,800	0,700	-0,700
	Rott SI												1	-1,000**	-0,700	0,800	0,700	-0,700
	CEE													1	0,700	-0,700	-0,800	0,700
	WAT														1	-0,700	-0,800	0,800
	TDI															1	0,800	-0,800
	IDP																1	-1,000**
	SHE																	1

(*) işareti Korelasyonun $p < 0,05$ önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.(**) işareti Korelasyonun $p < 0,01$ önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Diatom İndeksleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Serçeme Çayı/Karasu'nun su kalite parametreleri ile epifitik florada tespit edilen diatomlarla yapılan indeks hesaplamaları arasındaki ilişki araştırılmış ve indekslerin bir kısmının parametreler ile istatistik açıdan önemli korelasyon gösterdiği gözlemlenmiştir. Tablo 24'e bakıldığında su kalite parametreleri ile LOBO, DI-CH, WAT, TDI, PDI ve SHE indeksleri arasında istatistiki açıdan önemli bir korelasyon görülmezken;

IBD indeksinin sıcaklık ($r = -0,977$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ve nitrat azotu ($r = -0,918$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonunun negatif yönde istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. IPS indeksinin de sıcaklık ($r = -0,969$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ve nitrat azotu ($r = -0,929$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonunun negatif yönde önemli olduğu belirlenmiştir.

IDG indeksinin elektrik iletkenliği ($r = -0,958$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), toplam ortofosfat ($r = -0,934$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), amonyak azotu ($r = -0,911$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrit azotu ($r = -0,948$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonunun negatif yönde önemli olduğu tespit edilmiştir. DESCY indeksinin nitrat azotu ($r = -0,885$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonu negatif yönde önemli bulunmuştur.

SLA indeksinin sıcaklık ($r = 0,935$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrat azotu ($r = 0,964$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ile korelasyonu pozitif yönde istatistik açıdan önemli olarak belirlenmiştir. IDSE indeksinin sıcaklık ve nitrat azotu ($r = -0,981$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ile korelasyonu negatif yönde önemli bulunmuştur.

EPI-D indeksinin sıcaklık ($r = -0,976$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ile korelasyonu negatif yönde önemli olup, nitrat azotu ($r = 0,984$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ile olan korelasyonu pozitif yönde istatistik açıdan önemli bulunmuştur.

Rott TI indeksinin sıcaklık ($r = 0,909$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), elektrik iletkenliği ($r = 0,927$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrat azotu ($r = 0,919$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonunun pozitif yönde önemli olduğu gözlemlenmiştir.

Rott SI indeksinin toplam ortofosfat ($r = 0,903$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), amonyak ($r = 0,889$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), nitrat ($r = 0,936$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrit ($r = 0,914$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) azotları ile korelasyonunun pozitif yönde istatistik olarak önemli olduğu gözlemlenmiştir.

CEE indeksinin sıcaklık ($r = -0,975$, $n = 5$ ve $p < 0,01$), elektrik iletkenliği ($r = -0,881$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrat azotu ($r = -0,912$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonu negatif yönde önemli bulunmuştur.

Serçeme Çayı/Karasu'nun su kalite parametreleri ile epilitik florada tespit edilen diatomlarla yapılan indeks hesaplamaları arasındaki ilişki de ise indekslerin bir kısmının parametreler ile istatistik açıdan önemli korelasyon gösterdiği gözlemlenmiştir. Tablo 24'e bakıldığında su kalite parametreleri ile IDAP, LOBO, Rott SI, WAT ve PDI indeksleri arasında istatistik açıdan önemli korelasyon görülmezken;

IBD indeksinin sıcaklık ($r = -0,930$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) , elektrik iletkenliği ($r = -0,931$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrat azotu ($r = -0,880$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonu negatif yönde önemli bulunmuştur.

IPS indeksinin sıcaklıkla ($r = -0,942$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), IDG indeksinin elektrik iletkenliği ($r = -0,892$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile DESCY indeksinin sıcaklık ($r = -0,923$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrat azotu ($r = -0,990$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ile korelasyonu negatif yönde önemli olduğu belirlenirken, SLA indeksinin sıcaklık ($r = 0,894$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonu pozitif yönde önemli bulunmuştur.

IDSE indeksinin sıcaklık ($r = -0,910$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrat azotu ($r = -0,914$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile negatif yönde önemli korelasyona sahip olduğu, EPI-D indeksinin ise sıcaklık ($r = 0,899$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile pozitif yönde istatistik olarak önemli korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

DI-CH indeksinin sıcaklık ($r = 0,959$, $n = 5$ ve $p < 0,01$) ile Rott TI indeksinin elektrik iletkenliği ($r = 0,896$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile olan korelasyonları pozitif yönde önemli olduğu tespit edilirken, CEE indeksinin elektrik iletkenliği ($r = -0,917$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile negatif yönde önemli korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir.

TDI indeksinin elektrik iletkenliği ($r = 0,930$, $n = 5$ ve $p < 0,05$), toplam ortofosfat ($r = 0,911$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ve nitrit azotu ($r = 0,890$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile korelasyonu istatistik açıdan pozitif yönde önemli olduğu, SHE indeksinin ise toplam ortofosfat ($r = -0,893$, $n = 5$ ve $p < 0,05$) ile olan korelasyonu negatif yönde önemli bulunmuştur.

Tablo 24. Serçeme Çayı/Karasu’da Hesaplanan Diatom İndeksleri İle Suyun Fiziksel Ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları (n=5)

	Parametreler/İndeksler	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	Rott TI	Rott SI	CEE	WAT	TDI	PDI	SHE
EPIFİTİK	Sıcaklık	-0,977**	-0,969**	-0,780	-0,817	0,935*	-0,981**	0,307	-0,976**	-0,100	0,661	0,909*	0,851	-0,975**	-0,73	0,424	-0,350	-0,651
	Çözünmüş Oksijen	0,488	0,431	0,708	0,665	-0,576	0,588	-0,482	-0,596	-0,770	-0,492	-0,598	0,846	0,504	0,448	0,210	0,715	0,321
	pH	0,680	0,386	0,853	0,940	-0,357	0,546	-0,118	-0,522	-0,264	-0,705	-0,799	-0,611	0,674	0,260	-0,867	-0,137	0,210
	Toplam Sertlik	-0,432	-0,810	-0,617	0,297	-0,100	-0,216	-0,24	0,182	-0,650	-0,333	0,520	0,258	-0,432	0,188	0,957	0,562	0,106
	Elektrik İletkenliği	-0,877	-0,631	-0,958*	-0,376	0,592	-0,764	0,110	0,741	0,146	0,603	0,927*	0,797	-0,881*	-0,353	0,816	0,120	-0,336
	Toplam Ortofosfat	-0,730	-0,505	-0,934*	-0,561	0,527	-0,665	-0,860	0,648	0,186	0,165	0,730	0,903*	-0,776	-0,693	0,431	-0,184	-0,690
	Amonyak Azotu(NH ₃ -N)	-0,625	-0,408	-0,911*	-0,502	0,485	-0,604	0,154	0,593	0,520	0,307	0,715	0,889*	-0,656	-0,471	0,362	-0,340	-0,423
	Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	-0,918*	-0,929*	-0,810	-0,885*	0,964**	-0,981**	0,530	0,984**	0,333	0,782	0,919*	0,936*	-0,912*	-0,664	0,281	-0,597	-0,534
	Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	-0,707	-0,478	-0,948*	-0,538	0,522	-0,657	0,260	0,642	0,338	0,245	0,750	0,914*	0,745	-0,595	0,428	-0,248	-0,571
	Parametreler/İndeksler	IBD	IPS	IDG	DESCY	SLA	IDSE	IDAP	EPI-D	LOBO	DI-CH	Rott TI	Rott SI	CEE	WAT	TDI	PDI	SHE
EPILİTİK	Sıcaklık	-0,930*	-0,942*	-0,757	-0,923*	0,894*	-0,910*	0,940	0,899*	0,216	0,959**	0,840	0,828	-0,839	-0,483	0,659	0,261	-0,605
	Çözünmüş Oksijen	0,552	0,166	0,320	0,757	-0,302	0,513	-0,237	-0,235	0,468	-0,400	-0,383	-0,149	0,243	-0,110	-0,482	-0,180	0,355
	pH	0,750	0,390	0,741	0,643	-0,382	0,718	0,469	-0,649	0,648	-0,654	-0,714	-0,633	0,778	0,681	-0,842	-0,531	0,582
	Toplam Sertlik	-0,524	-0,241	-0,682	-0,280	0,107	-0,432	-0,761	0,545	-0,612	0,465	0,602	0,590	-0,695	-0,822	0,752	0,636	-0,550
	Elektrik İletkenliği	-0,931*	-0,656	-0,892*	-0,821	0,576	-0,848	-0,389	0,849	-0,407	0,869	0,896*	0,823	-0,917*	-0,739	0,930*	0,589	-0,744
	Toplam Ortofosfat	-0,852	-0,533	-0,844	-0,776	0,317	-0,584	-0,349	0,700	-0,350	0,759	0,857	0,691	-0,699	-0,533	0,911*	0,749	-0,893*
	Amonyak Azotu(NH ₃ -N)	-0,745	-0,307	-0,660	-0,774	0,257	-0,577	-0,207	0,498	-0,594	0,597	0,676	0,461	-0,541	-0,323	0,811	0,574	-0,689
	Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	-0,880*	-0,768	-0,618	-0,990**	0,851	-0,914*	0,268	0,733	0,019	0,850	0,716	0,631	-0,691	-0,252	0,600	0,138	-0,484
	Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	-0,828	-0,449	-0,785	-0,795	0,308	-0,606	-0,298	0,633	-0,472	0,710	0,799	0,610	-0,655	-0,462	0,890*	0,683	-0,818

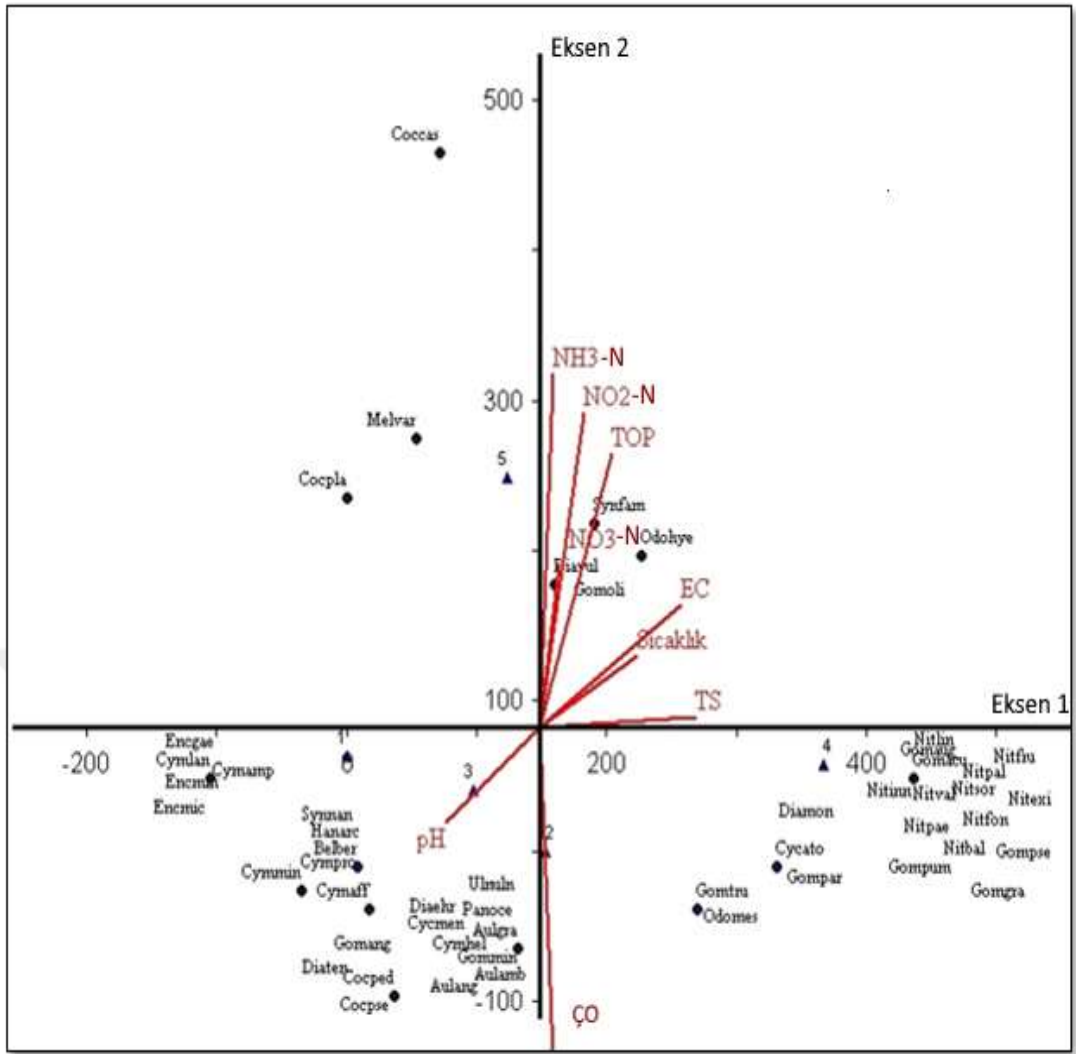
(*) işareti Korelasyonun $p < 0,05$ önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

(**) işareti Korelasyonun $p < 0,01$ önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Diatom Türleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Serçeme Çayı/Karasu’da tespit edilen epifitik ve epilitik diatom türleri ile fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla DCA (Detrended Correspondence Analysis) analizi uygulanmıştır. Analizde %2,5’in üzerindeki türler kullanılmıştır. Şekil 23’de Eksen 1’in elektrik iletkenliği, sıcaklık ve toplam sertlik faktörleriyle pozitif yönde korelasyon oluşturduğu, pH ile negatif yönde korelasyon oluşturduğu belirlendi. Eksen 2’nin ise amonyak azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve toplam ortofosfat faktörleriyle pozitif, pH ve çözünmüş oksijen faktörleriyle negatif korelasyon gösterdiği saptandı.

pH tarafında bulunan türlerin sıcaklık, elektrik iletkenliği, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve toplam ortofosfat parametrelerinin artışına bağlı olarak azalma gösterdiği ve pH’nın artışıyla veya azalışıyla doğru orantılı olarak artıp azaldıkları belirlendi. Bunun yanında eksen 1 ve eksen 2 tarafında bulunan türler pH’nın artışıyla azalırken, pH’nın azalmasıyla türlerin arttığı saptandı. DCA analizi sonucunda eksenlere ait eğim uzunlukları Tablo 25’de, çevresel parametreler ile eksenler arasındaki korelasyon ilişkisi Tablo 26’da gösterilmiştir.



Şekil 23. Epifitik ve epilitik diatom türleri ile suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri arasındaki DCA analizi diyagramı

Analizde kullanılan diatom türleri: Aulgra: *Aulacoseira granulata*, Aulamb: *Aulacoseira ambigua*, Aulang: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, Belber: *Belonastrum berolinense*, Coccas: *Cocconeis cascadiensis*, Cocped: *Cocconeis pediculus*, Cocpla: *Cocconeis placentula*, Cocpse: *Cocconeis pseudothumensis*, Cymaff: *Cymbella affinis*, Cymlan: *Cymbella lanceolata*, Cympro: *Cymbella proxima*, Cymamp: *Cymboppleura amphicephala*, Cycato: *Cyclotella atomus*, Cycmen: *Cyclotella meneghiniana*, Cymhel: *Cymbella helvetica*, Diaehr: *Diatoma ehrenbergii*, Diamon: *Diatoma moniliformis*, Diaten: *Diatoma tenuis*, Diavul: *Diatoma vulgaris*, Encgae: *Encyonema gaeumannii*, Encmin: *Encyonema minutum*, Encmic: *Encyonopsis microcephala*, Gomag: *Gomphonema angustatum*, Gomacu: *Gomphonema acuminatum*, Gomaug: *Gomphonema augur*, Gomgra: *Gomphonema gracile*, Gomoli: *Gomphonella olivacea*, Gommun: *Gomphonema minutum*, Gompar: *Gomphonema parvulum*, Gompse: *Gomphonema pseudotenellum*, Gompum: *Gomphonema pumilum*, Gomtru: *Gomphonema truncatum*, Hanarc: *Hannaea arcus*, Melvar: *Melosira varians*, Nitbal: *Nitzschia balcanica*, Nitexi: *Nitzschia exilis*, Nitfon: *Nitzschia fonticola*, Nitfru: *Nitzschia frustulum*, Nitinn: *Nitzschia innominata*, Nitlin: *Nitzschia linearis*, Nitpae: *Nitzschia palea*, Nitpal: *Nitzschia paleacea*, Nitsor: *Nitzschia soratensis*, Nitval: *Nitzschia valdecostata*, Odohye: *Odontidium hyemale*, Odomes: *Odontidium mesodon*, Panoce: *Pantocsekiella ocellata*, Synfam: *Synedra famelica*, Synan: *Synedra nana*, Ulnuln: *Ulnaria ulna*. Analizde yer alan çevresel parametreler: NH₃-N (Amonyak azotu), NO₃-N (Nitrat azotu), NO₂-N (Nitrit azotu), TOP (Toplam ortofosfat), EC (Elektrik iletkenliği), TS (Toplam sertlik), ÇO (Çözünmüş oksijen), pH ve sıcaklık

Tablo 25’de DCA eksen 1’in öz değeri 0,670, eksen 2’nin öz değeri 0,179, eksen 3’ün öz değeri ise 0,02 olarak belirlenmiştir. Tablo 26’da çözünmüş oksijen eksen 2 ve eksen 3 ile pH ise eksen 1, eksen 2 ve eksen 3 ile negatif bir korelasyon gösterirken diğer parametreler tüm eksenlerle pozitif bir korelasyon sergilemiştir.

Tablo 25. Epifitik ve Epilitik Diatomlar İçin Uygulanan DCA Analizi Sonucunda Eksenlere Ait Öz Değer ve Eğim Uzunlukları

Eksen	Öz değer	Eğim uzunluğu
1	0,670	3,671
2	0,179	2,494
3	0,002	2,298

Tablo 26. Çevresel Parametrelere Ait DCA Eksenleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

Çevresel Parametreler	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3
Sıcaklık	0,535	0,430	0,220
Çözünmüş oksijen (ÇO)	0,211	-0,970	-0,879
pH	-0,528	-0,493	-0,432
Toplam sertlik (TS)	0,677	0,158	0,186
Elektrik iletkenliği (EC)	0,645	0,560	0,455
Toplam ortofosfat (TOP)	0,464	0,834	0,797
Amonyak azotu (NH ₃)	0,194	0,948	0,905
Nitrat azotu (NO ₃)	0,240	0,646	0,426
Nitrit azotu (NO ₂)	0,362	0,893	0,850

TARTIŞMA ve SONUÇ

Fiziksel ve Kimyasal Parametreler

Serçeme Çayı/Karasu’da yapılan bu araştırmada, su kalite parametreleri ile epifitik ve epilitik diatomlara bağlı olarak su kalitesi fiziko-kimyasal ve biyolojik açıdan belirlenmiştir.

Sıcaklık

Sucul ekosistemlerde su sıcaklığının azalıp artmasına, coğrafik konum, mevsimler, derinlik, atmosfer şartları, akıntı hızı, soğurulan güneş ışığı ve akarsu yatağı gibi etkenler etki etmektedir (Gölbaşı ve Şen 2019). Bu çalışmada, su sıcaklığında meydana gelen değişimler, mevsime bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Kış aylarında sıcaklık değerlerinde düşüş tespit edilirken, yaz aylarında sıcaklığın artmasına paralel olarak su sıcaklığı değerlerinde artış tespit edilmiştir. Bununla birlikte 2. istasyondaki aylık ani su sıcaklık değişimleri baraj kapaklarının açılıp kapanmasıyla ifade edilebilir. Kuzgun Barajı, hem elektrik üretimi hem de sulama amaçlı kullanıldığı için bazı aylarda su sıcaklığında meydana gelen değişimler belirttiğimiz nedenlere bağlanabilir. Çalışma alanında en yüksek su sıcaklığı Temmuz ayında 4. istasyonda $24,5^{\circ}\text{C}$, en düşük sıcaklık ise Ocak ayında 3. istasyonda $0,1^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklık değerleri 1. istasyonda $9,99\pm 6,42^{\circ}\text{C}$, 2. istasyonda $7,41\pm 5,20^{\circ}\text{C}$, 3. istasyonda $11,04\pm 6,40^{\circ}\text{C}$, 4. istasyonda $13,40\pm 7,46^{\circ}\text{C}$ ve 5. istasyonda $12,76\pm 6,46^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir. İstasyonların ortalama su sıcaklık değerlerine bakıldığında Kıtaici Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından tüm istasyonların I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Resmi Gazete 2021).

Çözünmüş oksijen

Sucul sistemlerde çözünmüş oksijen miktarı su sıcaklığına, akış hızına, suyun kirlenme durumuna, atmosferin kısmi basıncına, tuzluluk miktarına ve biyolojik olaylara bağlı olarak değişmektedir (Kalyoncu vd 2005). Çözünmüş oksijen konsantrasyonu, sıcaklık ve tuzluluk değişkenleri ile ters orantılıdır (Yalçın ve Gürü 2002). Soğuk sular sıcak sulara göre daha fazla oksijen tutma kapasitesinden dolayı akarsularda çözünmüş oksijen miktarının yaz aylarına göre kış aylarında daha yüksek değerlerde olduğu ifade edilmiştir (Hem 1986; Çağlar 2011). Yüzey sularında çözünmüş oksijen azlığı kirliliğin önemli bir göstergesidir. Yapılan bu çalışmada en yüksek çözünmüş oksijen değeri Aralık ayında 4. istasyonda $15,46\text{ mg/l}$, en düşük çözünmüş oksijen değeri ise 5. istasyonda Haziran ayında $1,01\text{ mg/l}$ olarak

belirlenmiştir. İstasyonların yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla; 1. istasyonda $8,18 \pm 1,99$ mg/l, 2. istasyonda $9,38 \pm 2,81$ mg/l, 3. istasyonda $8,20 \pm 2,34$ mg/l, 4. istasyonda $8,54 \pm 3,29$ mg/l ve 5. istasyonda $5,36 \pm 2,26$ mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri esas alındığında Serçeme Çayı/Karasu üzerinde belirlenen istasyonlardan 5. istasyonun II. sınıf su kalitesine sahip olduğu, diğer istasyonların ise I. sınıf su kalitesinde oldukları belirlenmiştir. Kış aylarına göre yaz aylarında sulardaki çözünmüş oksijen miktarı sıcaklık artışından dolayı daha düşüktür. Yaz aylarında oksijen azalmasının bir başka nedeni de canlıların solunumu ve organik maddelerin parçalanması sonucunda dipte meydana gelen oksidasyon olaylarıdır. Bunun yanında oksijen miktarındaki düşüşe su içerisine herhangi bir organik kirleticilerin ve bataklık sularının karışması da sebep olabilmektedir (Tanyolaç 1993). Akarsuların yukarı havza kısımlarında düşük sıcaklık sebebiyle çözünmüş oksijen değeri daha yüksek olmaktadır (Sarıhan 1970; Tanyolaç 2004). Açıklamaya paralel olarak yaptığımız bu çalışmada, Kuzgun Barajı çıkışı olan 2. istasyonun yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerinin, aynı istasyonun yıllık ortalama sıcaklık değerinin düşük olması sebebiyle diğer istasyonlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

pH

pH, sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonlarının ölçümünü veren bir parametredir. Akuatik ortamların canlıların yaşam sürdürmesi açısından elverişli olup olmadığının belirlenmesinde pH önemli bir kriterdir (Barlas 2002). Akarsu ortamlarında suyun pH'sını akarsu havzasının jeolojisinin ve toprak yapısının etkili olduğu ve bu durumdan dolayı akarsu sistemlerinde pH'nın 6,0-9,0 civarında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Hauraki Distrinc Council 2003). Serçeme Çayı/Karasu'da yürütülen bu çalışmada, pH değerinin 8,0-9,0 aralığında değişim göstermiş olduğu ve en yüksek pH değeri Haziran ayında 1. istasyonda (9,86), en düşük değer ise Mayıs ayında 5. istasyonda (7,98) kaydedilmiştir. İstasyonların yıllık ortalama pH değerleri ise; 1. istasyonda $9,07 \pm 0,57$, 2. istasyonda $8,67 \pm 0,41$, 3. istasyonda $8,42 \pm 0,20$, 4. istasyonda $8,42 \pm 0,17$ ve 5. istasyonda $8,26 \pm 0,14$ olarak belirlenmiştir. pH değerlerinde istasyonlar arasında çok yüksek dalgalanmalar gözlemlenmemiş olup, pH değerlerine göre tüm istasyonların I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir (Resmi Gazete 2021). Sularda pH derecesinin dengede tutulmasında, bikarbonat sertliğinin oldukça önemli bir rolü vardır. Su içerisinde bikarbonat sertliği yükseldikçe buna paralel olarak pH'da yükselir ve sonuç olarak pH dengede kalır. Suda pH değerinin yüksek çıkmasının bir başka nedeni ise oldukça fazla verimli olan sularda gün ışığı

boyunca algal fotosentez sonucu suda bulunan CO₂ azalınca pH'da artış meydana gelmektedir (Gökmen 2007).

Toplam sertlik

Sertlik su içerisinde çözünmüş halde bulunan Ca⁺², Mg⁺², Fe⁺², Sr⁺² ve Mn⁺² gibi (+2) değerlikli iyonların varlığı sonucu oluşur. Genellikle sertlik Ca⁺² ve Mg⁺² iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı şeklinde belirtilir (Boztuğ vd 2012). Genellikle sertlik, litrede mg veya ppm olarak ölçülmüş eşdeğer kalsiyum karbonat ile ifade edilir. Su içindeki kalsiyum karbonata göre; 0-75 mg CaCO₃/l "Yumuşak Su", 75-100 mg CaCO₃/l "Orta Sertlikte Su", 100-300 mg CaCO₃/l "Sert Su" ve >300 mg CaCO₃/l "Çok Sert Su" şeklinde sınıflandırılmaktadır. Serçeme Çayı/Karasu'da yapılan araştırma süresince en yüksek toplam sertlik değeri Kasım ayında 2. istasyonda (600 mg/l CaCO₃) belirlenirken en düşük değer ise Nisan ayında 1. istasyonda (15 mg/l CaCO₃) kaydedilmiştir. Sularda tespit edilen sertlik kirlilik indikatörü olarak kullanılıp çeşitli etkenlerle kirlenmiş olan su kaynaklarında Ca⁺² ve Mg⁺² iyonlarının konsantrasyon oranlarında bozulmalar meydana gelerek su sertliğinde yükselmeler gözlemlenir (Hütter 1984; Yılmaz 2013). Su sertliği, karbonatlara, sülfatlara, kloritlere, nitratlara ve fosfatlara bağlanan toprak alkali iyonların toplamıdır.

Toplam sertlik değerinin en yüksek 2. istasyonda tespit edilmesinin nedeni, baraj kapaklarının belirli zamanlarda açılıp kapanmasıyla su seviyesinde oluşan değişimler ile Ca⁺² ve Mg⁺² iyonlarının konsantrasyonlarında meydana gelen bozulmalardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. İstasyonların yıllık ortalama toplam sertlik değerlerine bakıldığında; 1. istasyonda 65,54±47,76 mg/l CaCO₃, 2. istasyonda 132,72±158,53 mg/l CaCO₃, 3. istasyonda 128,18±41,70 mg/l CaCO₃, 4. istasyonda 137,90±25,11 mg/l CaCO₃ ve 5. istasyonda 135,81±28,06 mg/l CaCO₃ olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre, 1. istasyonun suyu karakteristik olarak yumuşak su olarak belirlenirken, diğer istasyonlar orta sert su özelliği göstermişlerdir.

Elektrik iletkenliği

Akarsu içerisinde bulunan iyonların değerini, aynı ortamda bulunan çözünmüş katı maddeler göstermektedir (Bhatt *et al.* 1999). Tatlı sularda oldukça önemli olan ve suyun iyon kapasitesini belirten elektrik iletkenliği, sıcaklığa, tuzluluğa ve su içerisindeki inorganik madde derişimine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yani sudaki çözünmüş katı madde miktarı arttıkça suyun elektrik iletkenliği de artmaktadır. Sudaki kirlilik arttıkça elektrik iletkenliği değeri 1000 µS/cm değerini geçmektedir (Kara ve Çömlekçioğlu 2004; Verap vd 2005). Şen ve Gölbaşı (2008), elektrik iletkenliğinin akım ile ters, sıcaklık ve çözünmüş katı madde

miktarıyla doğru orantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Serçeme Çayı/Karasu'da yapılan bu çalışmada en yüksek elektrik iletkenliği değeri 580 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Haziran ayında 5. istasyonda, en düşük değer ise 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Ocak ayında 1. istasyonda kaydedilmiştir. İstasyonların yıllık ortalama elektrik iletkenliği değerlerine bakıldığında; 1. istasyonda $35\pm8,07$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2. istasyonda $132,18\pm34,62$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, 3. istasyonda $290,09\pm93,85$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, 4. istasyonda $401,81\pm89,62$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 5. istasyonda $415,81\pm95,89$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından istasyonların elektrik iletkenliği değerleri ele alındığında 1., 2. ve 3. istasyonlar I. sınıf , 4. ve 5. istasyonların su kalitesi ise II. sınıf olarak belirlenmiştir (Resmi Gazete 2021).

Toplam Ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)

Su ekosistemlerinde bitkiler fosforu özümleyerek canlı yapısına dahil ederler. Fosfor miktarında meydana gelen artışlar kirliliği işaret edip, ötrofikasyona sebep olmaktadır (Stickney 2005). Fosfat sucul sistemlere kayalardan, topraktan, mineral cevherlerden, yapay gübrelerden, endüstriyel ve evsel atıklardan karışmaktadır. Yüzey sularında yüksek miktarlarda olmasının temel nedeni tarımsal amaçlı kullanılan gübrelerden ve deterjanlardan kaynaklandığı açıklanmıştır (Hem 1971). Serçeme Çayı/Karasu'da yaptığımız bu çalışmada en yüksek toplam ortofosfat değeri Nisan ayında 5. istasyonda $0,388\pm0,0$ mg/l, en düşük değer ise Ocak ayında 1. istasyonda, Nisan ve Temmuz aylarında 2. istasyonda $0,0\pm0,0$ mg/l olarak belirlenmiştir. İstasyonların yıllık ortalama toplam ortofosfat değerlerine bakıldığında; 1. istasyonda $0,009\pm0,00$ mg/l, 2. istasyonda $0,004\pm0,005$ mg/l, 3. istasyonda $0,006\pm0,005$ mg/l, 4. istasyonda $0,063\pm0,09$ mg/l ve 5. istasyonda $0,096\pm0,10$ mg/l olarak tespit edilmiştir. Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri kapsamında toplam ortofosfat değeri açısından 1., 2. ve 3. istasyonların I. sınıf, 4. ve 5. istasyonların ise II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Fytianos *et al.* (2002) ötrofikasyon riski oluşan nehir sularında, fosfat fosforu alt limiti 0,5 mg/l olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma bulgularımızda bu sınır değerinin aşılmadığı görülmüştür.

Amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık ürün olup, aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması sonucu da ortaya çıkar (Tomasso 1994; Mutlu 2011). Sularda çözünmüş amonyak ve amonyum iyonları şeklinde bulunur. Yüzeysel sularda genellikle 0,1-1,0 mg/l arasında amonyak azotu bulunurken, yer altı sularında bu oran daha azdır (Yalçın ve Gürü 2002). pH nötr noktasına yaklaştıkça amonyak oranı azalır, amonyum oranı ise artar. pH alkali yönde arttıkça da amonyağın zehir etkisi de fazlalaşır (Tomasso

1994). Yaptığımız bu çalışmada, en yüksek ortalama amonyak azotu konsantrasyonu Ekim ayında 5. istasyonda $4,55 \pm 0,05$ mg/l, en düşük konsantrasyon ise Ağustos ve Eylül aylarında 1. istasyonda $0,66 \pm 0,0$ mg/l olarak belirlenmiştir. İstasyonların yıllık ortalama amonyak azotu değerleri ise; 1. istasyonda $0,94 \pm 0,30$ mg/l, 2. istasyonda $0,89 \pm 0,21$ mg/l, 3. istasyonda $1,17 \pm 0,52$ mg/l, 4. istasyonda $1,47 \pm 0,76$ mg/l ve 5. istasyonda $2,50 \pm 0,89$ mg/l olarak tespit edilmiştir. 5. istasyonun en yüksek amonyak azotu değerine sahip olmasının nedeni, Erzurum ilinin tüm atık sularının bu bölgenin hemen öncesinde Karasu Nehri'ne dökülüyor olmasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri kapsamında istasyonların suyu amonyak azotu konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde 1., 2., 3. ve 4. istasyonların II. sınıf, 5. istasyonun ise III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Resmi Gazete 2021).

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

Akuatik sistemlerde nitrat konsantrasyonu topraktan, bitki ve hayvan atıklarından, gübre kalıntılarından ve atık sulardan kaynaklanmaktadır (Eberhardt and Larson 2000). Nitrat miktarında meydana gelen dalgalanmalar ortamda bulunan bitki gelişimi ve bozulmasıyla yakından ilişkilidir (Chapman and Kimstach 1996). Yapılan bu çalışmada en yüksek ortalama nitrat azotu değeri Nisan ayında 1. istasyonda $0,187 \pm 0,0$ mg/l, en düşük değer ise aynı istasyonun Ocak ayında $0,001 \pm 0,0$ mg/l belirlenmiştir. İstasyonların yıllık ortalama nitrat azotu değerlerine bakıldığında; 1. istasyonda $0,026 \pm 0,05$ mg/l, 2. istasyonda $0,009 \pm 0,00$ mg/l, 3. istasyonda $0,031 \pm 0,03$ mg/l, 4. istasyonda $0,037 \pm 0,02$ mg/l ve 5. istasyonda $0,033 \pm 0,02$ mg/l olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere göre, Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri esas alındığında Serçeme Çayı/Karasu üzerinde belirlenen istasyonların ortalama nitrat değerleri açısından I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Resmi Gazete 2021). Zamansız meydana gelen yoğun yağış dönemlerinde, organik kirliliğin arttığı dönemlerde ve kanalizasyon sularının ortama karışması ile nitrat değerinin artış gösterdiği buna karşın, yeşil bitkilerce kullanılıp bakterilerin denitrifikasyonu ile ortamdaki nitrat değerinin düşürüldüğü belirtilmektedir (Çiçek 2011). Çalışmamızda da en yüksek ve en düşük değerlerin 1. istasyonda tespit edilmesinin nedeni olarak belirtilen durumlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yüzey sularında nitrat azotunun 5 mg/l'nin üzerinde olmasının nedeni, evsel ya da tarımsal etkinliklere bağlanmaktadır (Chapman and Kimstach 1996). Bu açıklamaya paralel olarak, çalışmamızda tüm istasyonların belirtilen değeri aşmadığı görülmüştür.

Nitrit azotu (NO₂-N)

Nitrit azotu sabit bir bileşik değildir ve su içerisindeki konsantrasyonları birçok nedene bağlı olarak değişmektedir. Nitrit bileşiği yükseltgenerek nitrata, indirgenerek de amonyuma dönüşebilmektedir. Nitrat ve amonyum arasında bir ara ürün olup bu iki bileşene göre çok fazla kararlı olamayan bir bileşik olup ortamda birikmeden nitrata dönüşür (Barlas vd 2002; Taş 2011). Oksijence zengin ortamlarda nitrit miktarı oldukça düşük seviyelerdedir. Amonyum konsantrasyonu yüksek olan atık suların ortama karışması sonucu ortamda bulunan nitrit miktarında artış gözlemlenir (Hauraki Distrinc Council 2003). Serçeme Çayı/Karasu’da yürütülen bu çalışmada, en yüksek ortalama nitrit azotu değeri Ağustos ayında 5. istasyonda $4,74 \pm 0,01$ mg/l, en düşük değer ise Haziran ayında 2. istasyonda $0,0 \pm 0,0$ mg/l olarak belirlenmiştir. İstasyonların yıllık ortalama nitrit azotu konsantrasyonlarına bakıldığında; 1. istasyonda $0,12 \pm 0,11$ mg/l, 2. istasyonda $0,09 \pm 0,10$ mg/l, 3. istasyonda $0,27 \pm 0,16$ mg/l, 4. istasyonda $0,95 \pm 0,22$ mg/l ve 5. istasyonda $2,23 \pm 1,51$ mg/l değerlerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre istasyonların su kalitesinin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri esas alındığında, nitrit azotu konsantrasyonu açısından 2. istasyonun II. sınıf, diğer istasyonların III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Newbold (1992), kirlenmemiş nehirlerde ortalama nitrit azotu değerinin 1 mg/l olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda istasyonlar içerisinde 5. istasyonun belirtilen nitrit azotu değerini aştığı belirlenmiştir. 5. istasyonda nitrit azotunun fazla olmasının, Erzurum şehir kanalizasyon suları ve fabrika atık sularının hemen öncesinde Karasu Nehri’ne dökülüyor olmasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Diatom Kompozisyonu

Serçeme Çayı/Karasu’da yapılan bu çalışmada epilitik ve epifitik diatom tür belirlemede Bacillariophyta divizyonunun Bacillariophyceae sınıfından 55 cins, 191 tür, Bacillariophyta classis incertae sedis sınıfından 1 cins, 1 tür, Coscinodiscophyceae sınıfından 2 cins, 5 tür ve Mediophyceae sınıfından 4 cins, 10 tür olmak üzere toplam 15 takıma (Melosirales, Aulacoseirales, Stephanodiscales, Bacillariales, Cocconeidales, Cymbellales, Eunotiales, Fragilariales, Licmophorales, Naviculales, Rhopalodiales, Surirellales, Thalassiophysales, Tabellariales ve Bacillariophyta ordo incertae sedis) ait 207 tür tespit edilmiştir.

Örnekleme yapılan istasyonlardan 1. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 78, epilitik diatom tür sayısı 56, 2. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 51, epilitik diatom tür sayısı 56, 3. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 49, epilitik diatom tür sayısı 74, 4. istasyonda epifitik

diatom tür sayısı 56, epilitik diatom tür sayısı 67, 5. istasyonda epifitik diatom tür sayısı 53 ve epilitik diatom tür sayısı 53 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada tespit edilen bazı türlerin genel ekolojik özelliklerine kısaca bakacak olursak;

Coscinodiscophyceae sınıfına ait Melosirales ordosuna tanımlı 1 cins (*Melosira*) içerisinde 1 tür (*Melosira varians*) tespit edilmiştir. Bu türe hem epifitik hem de epilitik florada rastlanılmıştır. Epifitik florada 5. istasyonda diğer istasyonlara nazaran daha fazla sayıda olduğu belirlenmiştir. Kalyoncu (1996) tarafından, *Melosira varians* türünün β -mezosaprobik zonlarda akarsuların kirli kısımlarında yayılım gösterdiği ifade edilmiştir. Buna paralel olarak, Cox (1996), bu türün ötrofik sularda hakim tür olduğunu rapor etmiştir.

Coscinodiscophyceae sınıfına ait Aulacoseirales ordosuna tanımlı 1 cins (*Aulacoseira*) içerisinde 4 tür tespit edilmiştir. Bu türler çalışma yapılan istasyonların bazılarında ortalama %1 civarında görülmüştür. Tespit edilen türlerden *Aulacoseira ambigua*'nın lotik ve lentik ortamlarda bulunan kozmopolit bir tür olduğu oligotrofik ve ötrofik sularda yayılım gösterdiği bildirilmiştir (Van Dam *et al.* 1994; Stenger Kovacs *et al.* 2007). Houk (2003) ve Taylor *et al.* (2007) bu türün besin açısından zengin suları tercih ettiğini belirtmişlerdir. Tespit edilen bir diğer tür *Aulacoseira granulata*'nın özellikle karbonat bakımından zengin orta derecede ötrofik sularda yayılım gösteren sentrik bir diatom türü olduğu açıklanmıştır (Kilham and Kilham 1975; Margalef 1983; Gómez *et al.* 1995). Bu bilgilere paralel olarak, çalışma yapılan istasyonların sertlik derecesi düşük olduğundan bu türün çok fazla görülmediği düşünülebilir.

Mediophyceae sınıfına dahil Stephanodiscales ordosuna tanımlı 4 cins (*Cyclotella*, *Lindavia*, *Pantocsekiella* ve *Stephanodiscus*) içerisinde 10 tür tespit edilmiştir. İstasyonlarda bu türlerin bulunma oranları %1-%3 arasında olmuştur. Bu ordoda tespit edilen türlere tüm istasyonlara ait hem epifitik ve hem de epilitik florada rastlanılmıştır. Stephanodiscales ordosunda tanımlanan *Cyclotella* cinsini Atıcı ve Ahıska (2005) kirliliğe karşı oldukça toleranslı olduğunu belirtmişlerdir. Buna paralel olarak, *Cyclotella meneghiniana* türünün hem ötrofik hem de oligotrofik sularda görüldüğü, *Cyclotella kuetzingiana*'nın düşük ve yüksek elektrolit içeriğine sahip sularda yayılım gösterebildiği rapor edilmiştir (Hakansson 1990).

Bacillariophyceae sınıfına ait Bacillariales ordosuna tanımlı 5 cins (*Bacillaria*, *Hantzschia*, *Nitzschia*, *Simonsenia* ve *Tryblionella*) içerisinde 27 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türler içerisinde en fazla olan grubu *Nitzschia* cinsine ait türler oluşturmıştır (%1-%3,5). *Nitzschia* cinsine ait olan türlerin kirliliğe karşı oldukça yüksek toleransa sahip oldukları bildirilmiştir (Atıcı ve Ahıska 2005). Tespit edilen türlerden *Nitzschia paleacea*'nın

yaygın şekilde görülen kozmopolit bir tür olduğu ifade edilmiştir (Cox 1996). Çalışmamızda bu tür, tüm istasyonlara ait epifitik ve epilistik florada gözlemlenmiştir. *Nitzschia palea*'nın kirlilik indikatörü arasında yer alan türlerden olduğu ve çoğunlukla polisaprobik şartlara dahi tolerans gösterebildiği ifade edilmiştir (Cox 1996). Palmer (1969), organik kirliliğe en fazla tolerans gösteren cinsler içerisinde *Nitzschia*'yı ve tür olarak da *Nitzschia palea*'yı işaret etmiştir. Buna paralel olarak Round *et al.* (1990), bu türün kirliliğe dayanıklı olduğunu ifade etmiştir. Klee (1990, 1991)'ye göre bu tür II-III. kalite sınıfının (kritik kirlenmiş) karakteristik türlerindendir. Isparta Çayı'nda yapılan benzer bir çalışmada bu türün II-III. kalite sınıfında baskın olduğu tespit edilmiştir (Kalyoncu 1996). *Nitzschia dissipata* türünün durağan ve akarsularda yaygın bir şekilde bulunduğu, orta ve yüksek elektrolit içeren ötrofik suları tercih ettiği belirtilmiştir. *Nitzschia fonticola* türünün ise düşük elektrolit içeriğine sahip sularda yaygın olduğu, fakat çok humik ya da elektrolitçe fakir sularda gelişim göstermediği, oligosaprobik koşullardan β -mesosaprobik koşullara kadar görülebildiği belirtilmiştir (Cox 1996). Epifitik ve epilistik florada tespit edilmiş olan fakat sayıca az bulunan bir diğer tür olan *Hantzschia amphioxys* organik kirliliğin olduğu sularda bulunduğu (Palmer 1969) ve Kolkwitz and Marson (1909)'a göre ise α -mezosaprobik zonlarda yaygın bulunan bir tür olduğu rapor edilmiştir.

Bacillariophyceae sınıfına dahil Cocconeidales ordosuna tanımlı 6 cins (*Achnanthes*, *Achnantheidium*, *Cocconeis*, *Lemnicola*, *Gogorevia* ve *Planothidium*) içerisinde 16 tür tespit edilmiştir. Cocconeidales ordosu içerisinde *Cocconeis* cinsine ait türlerin daha fazla olduğu görülmüştür. Bu türlerden özellikle *Cocconeis placentula* tüm istasyonlarda görülmüş olup 3. istasyon ve 5. istasyonun epifitik florasında en fazla bulunan diatom grubunu oluşturmuştur. Bu türün organik yönden az kirlenmiş sularda yaygın olarak bulunduğu ve sularda yüksek elektriksel iletkenliğe toleranslı olduğu rapor edilmiştir (Tuchman and Blinn 1979). Lange Bertalot (1979) ve Szczepocka and Szulc (2009) ise bu türün organik kirliliğe karşı toleransının hassas olduğunu belirtmişlerdir. Akarsularımızın nispeten kirlenmemiş ve ötrofik kısımlarında *Cocconeis placentula*'ya sıkça rastlanılmıştır (Gürbüz ve Kıvrak 2002; Kıvrak ve Gürbüz 2010). Aynı cinsin bir başka türü olan *Cocconeis pediculus*'un temiz suların göstergesi olduğu belirtilmiştir (Wan Maznah and Mansor 2002). Tespit edilen türlerden *Achnantheidium minutissimum* çeşitli su kalitelerinde yaygın olarak bulunup, temizden atık suya ve α ve β -mesosaprobik koşullara kadar yaşamını sürdüren bir tür olduğu ifade edilmiştir (Cox 1996).

Bacillariophyceae sınıfına ait Cymbellales ordosuna tanımlı 12 cins (*Anomoeoneis*, *Cymbella*, *Cymboplectra*, *Delicatophycus*, *Didymosphenia*, *Encyonema*, *Encyonopsis*,

Gomphonella, *Gomphonema*, *Gomphonemopsis*, *Rhoicosphenia* ve *Reimeria*) içerisinde 40 tür tespit edilmiştir. Yüksek oksijen içeriğine sahip sularda *Cymbella* cinsine ait türlerin dağılım gösterdiği vurgulanmıştır (Van Dam *et al.* 1994; Gomez and Licursi 2001; Tokatlı ve Dayıoğlu 2011). Bu ordo içerisinde *Cymbella affinis* (1. istasyonun epifitik ve epilitik florasında ve 3. istasyonun epilitik florasında) *Encyonema minutum* (3. istasyonun epilitik florasında) ve *Gomphonella olivacea* (4. istasyonun epilitik florasında) en fazla bulunan türler olmuştur. Patrick and Reimer (1975)'e göre *Cymbella affinis* alkali karakterde bir türdür. Bu türün akarsuların üst kısımlarında yer aldığı, epifitik ve epilitik olarak bulunduğu, pH değerinin 7'den yüksek olduğu sularda iyi gelişim gösterdiği, ayrıca yüksek elektriksel iletkenlik ve fosfor varlığında bu türe nadiren rastlanıldığı belirtilmiştir (Cox 1996; Kelly 2000). Solak vd (2005) Akçay'da yürütmüş oldukları çalışmada *Cymbella affinis* türünün kaynak noktasına yakın olan temiz sularda dominant tür olduğunu belirtmişlerdir. Bu duruma paralel olarak Kelly (2000), bu türün I-II. (az kirli) su kalitesi sınıfında dominant olarak bulunduğunu ifade etmiştir. Konu ile ilgili verilen bilgiler çalışmamızla paralellik göstermiştir. Tespit edilen bir diğer tür olan *Cymbella helvetica* ekolojik kalite göstergesi yüksek bir tür olup oligotrofik sularda dağılım göstermektedir. *Cymbopleura amphicephala* türünün düşük ve orta düzey iletkenliğe sahip oligo-mezotrofik sularda yayılım gösteren kozmopolit bir tür olduğu belirtilmiştir (Taylor *et al.* 2007). *Encyonema minutum* epifitik veya epilitik florada ve oligotrofik sularda bulunmaktadır (Cox 1996). Taylor *et al.* (2007) tarafından *Encyonopsis microcephala* türünün kozmopolit bir tür olduğu ve orta düzeyde elektriksel iletkenlik içeren kalkerli sularda yayılım gösterdiği ve bununla birlikte, Cox (1996) ise bu türün oksijenli bölgelerde ve farklı tuz içeriğine sahip sularda bulunabileceğini ifade etmiştir. *Reimeria sinuata* türünün epifitik ve epilitik florada bulunabileceği ve aerofilik bölgeler ile dağ biyotoplarında sıkça rastlanılan kozmopolit bir tür olduğu belirtilmiştir (Krammer and Lange Bertalot 1986; Taylor *et al.* 2007). *Gomphonema* cislerine ait türlerin kirliliğe oldukça fazla tolerans gösterdikleri rapor edilmiştir (Atıcı ve Ahıska 2005). Lange Bertalot (2013), *Gomphonella olivacea*'nın kirlilik açısından önemli bir tür olduğunu ve α - β mesosaprobik sulara tolerans gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmamızda 4. istasyonun epilitik florasında bu türün diğer türlere göre sayıca daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen türlerden *Gomphonema truncatum* oligotrofikten β -mesosaprobik sulara kadar yayılım gösterdiği açıklanmıştır (Lange Bertalot 2013). Bu türün yüksek elektrik iletkenliğe sahip sularda yayılım gösterirken β -mesosaprobik karakterli sulardan daha kötü olan sularda rastlanılmadığı belirtilmiştir (Cox 1996). Belirlenen bir diğer tür olan *Gomphonema parvulum*'un organik kirliliğe toleranslı olduğu vurgulanmıştır (Szczepocka and Szulc 2009). Ayrıca pH 9 aralığında yüksek elektriksel iletkenlik ve fosfor oranında yaygın olarak

bulunduğu rapor edilmiştir (Kelly 2000). Tespit edilen diğer bir tür olan *Rhoicosphenia abbreviata*'nın Round *et al.* (1990) tarafından kirliliğe karşı hassas olduğu açıklanmıştır. Cox (1996) ise bu türün yüksek elektrik iletkenliğine sahip acı suların epifitik florasında yaygın bir şekilde yayılım gösterdiğini ifade etmiştir. Bhatt *et al.* (2008) yürütmüş oldukları çalışmada, *Didymosphenia geminata* türünün hem soğuk suda hem de sıcak suda yaşayabildiğini yani su sıcaklığına toleransı yüksek bir tür olduğunu belirlemişlerdir.

Bacillariophyceae sınıfına dahil Eunotiales ordosuna tanımlı 1 cins (*Eunotia*) içerisinde 2 tür tespit edilmiştir. *Eunotia* cinsine ait türlere genel olarak asidik karakterli sularda rastlandığı (Patrick 1977) buna ek olarak oligotrofik ve distrofik sularda görülmekte olduğu belirtilmiştir (Lange Bertalot and Metzeltin 1996). Bu cinse ait *Eunotia exigua* genellikle asidobiyonik bir tür olarak kabul edilir (Patrick 1977; Van Dam *et al.* 1994). Lessmann *et al.* (2000), Almanya'da yapmış oldukları bir araştırmada pH 2-3 aralığında linyit yatağı alanında bulunan göllerde bu türe sıkça rastlanıldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda belirlenen türlere sadece 1. istasyonda rastlanılmıştır.

Bacillariophyceae sınıfına ait Fragilariales ordosuna tanımlı 6 cins (*Ceratoneis*, *Fragilaria*, *Fragilariforma*, *Odontidium*, *Stauroforma*, *Staurosirella* ve *Synedra*) içerisinde 21 tür tespit edilmiştir. Bu ordo içerisinde *Odontidium* cinsine ait türler diğer türlerden sayıca daha fazla bulunmuştur. Çalışmamızda sayıca en fazla bulunan türlerden biri olan *Odontidium mesodon*'un hızlı akan, yüksek pH'lı temiz akarsu sistemlerinde bulunduğu rapor edilmiştir (Round 1993). *Odontidium hyemale* türünün ise genellikle düşük sıcaklıklı ve oligotrofik su sistemlerinde bulunduğu ifade edilmiştir (Joh *et al.* 2010). *Fragilaria* cinsine ait türlerden biri olan *Fragilaria capucina*'nın oligotrofik ve mezotrofik karakterli ve düşükten orta düzeye kadar elektrolit içeren sularda bulunduğu belirtilmiştir (Cox 1996).

Bacillariophyceae sınıfına dahil Licmophorales ordosuna tanımlı 2 cins (*Hannaea* ve *Ulnaria*) içerisinde 5 tür tespit edilmiştir. Tanımlanan türler içerinden *Hannaea arcus* 1. istasyonda hem epifitik hem de epilitik florada sayıca daha fazla olan grubu oluşturmuştur. Bahls (1993), bu türün düşük besin konsantrasyonuna sahip alkali veya nötr alanlarda dağılım gösterdiği ve organik kirliliğe karşı toleransının az olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca hızlı hareket eden dağ derelerinde, oligotrofik ve düşük nitrat içeren yerlerde bulunduğu belirtilmiştir (Krammer and Lange Bertalot 1991a; Rott *et al.* 1999). Tespit edilen türlerden *Ulnaria ulna*'nın organik kirliliğe toleranslı türler arasında olduğu ve β -mesosaprobik zonlarda bulunduğu belirtilmiştir (Palmer 1969; Hellawel 1989). Kavya and Ulavi (2014) yapmış oldukları çalışmada *Ulnaria ulna* türünün antropojenik kirliliği gösteren türlerden biri olduğunu tespit etmişlerdir. *Ulnaria acus* ve *Ulnaria ulna* türlerinin epifitik oldukları ve

mezotrofik sulardan ötrofik sulara kadar olan alanlarda dağılım gösterdikleri ifade edilmiştir (Cox 1996).

Bacillariophyceae sınıfına ait Naviculales ordosuna tanımlı 13 cins (*Brachysira*, *Chamaepinnularia*, *Diploneis*, *Eolimna*, *Gyrosigma*, *Luticola*, *Mayamaea*, *Navicula*, *Neidium*, *Nupela*, *Pinnularia*, *Sellaphora* ve *Stauroneis*) içerisinde 57 tür tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen cinsler içerisinde en fazla tür sayısı *Navicula*'da gözlemlenmiştir. Tatlı su kaynaklarında sıkça rastlanan *Navicula* cinsine ait türler kirliliğe karşı toleranslı türler arasında yer almaktadır (Palmer 1969). Ayrıca Nather Khan (1990) ise, *Navicula* türlerinin organik madde açısından zengin ve fakir ortamlarda yaygın ve çok sayıda bulunabileceğini açıklamıştır. Lange Bertalot (2013), *Navicula cryptocephala* türünün α - β mezosaprobik sularda bulunduğunu ifade etmiştir. Soininen (2002)'de aynı türün ötrofik ve kirlenmiş sularda yaygın bir şekilde görüldüğünü ortaya koymuştur. Tespit edilen bir başka tür, *Navicula salinarum*'un mineral yönünden zengin sularda dağılım gösteren kozmopolit bir tür olduğu belirtilmiştir (Krammer and Lange Bertalot 1986). Round *et al.* (1990), *Navicula gregaria* türünün kirliliğe toleranslı bir tür olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmada rastlanan bir başka diatom türü olan *Neidium* türlerinin nötr ve asidik sularda, nadiren bol olarak bulunduğu belirtilmiştir (Wehr and Sheath 2003). *Pinnularia* cinsine ait tespit edilen *Pinnularia brebissonii* türünün yüksek elektriksel iletkenliğe sahip sularda bulunduğu ifade edilmiştir (Cox 1996). *Pinnularia* türlerinin oligotrofik türler olduğu ve temiz suları tercih ettikleri bildirilmiştir (Besse Lototskaya *et al.* 2011). Yaptığımız çalışmada rastlanılan *Gyrosigma acuminatum* türünün elektriksel içeriği yüksek acı (hafif tuzlu), durgun ve akan sularda bulunduğu, fakat α - β mezosaprobikten daha kötü durumda olan sularda bulunmadığı bildirilmiştir (Cox 1996).

Bacillariophyceae sınıfına dahil Rhopalodiales ordosuna tanımlı 1 cins (*Epithemia*) içerisinde 2 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden *Epithemia sorex* türünün epifitik olduğu ve yavaş akışlı sular, durgun sular ile orta ve yüksek elektrolit içeriğine sahip suların kıyı kesiminde yaygın olarak görüldüğü belirtilmiştir (Cox 1996). Çalışmamızda *Epithemia sorex* hem epifitik hem de epilitik florada kaydedilmiştir. Bu türün pH 7,6-8,2 aralığında ve 900-1300 metre rakımlı alanlarda bulunduğu açıklanmıştır. Tespit edilen bir diğer tür olan *Epithemia gibba* türünün göller, nehirler, göletler, bataklıklar, sızıntı alanları olmak üzere çok çeşitli habitatlarda bulunmakta olduğu ve pH 7,4-8,6 ile rakımın 500-1800 metre aralığında olduğu alanlarda dağılım gösterdiği rapor edilmiştir (Yu *et al.* 2009).

Bacillariophyceae sınıfına ait Surirellales ordosuna tanımlı 3 (*Cymatopleura*, *Iconella* ve *Surirella*) cins içerisinde 9 tür tespit edilmiştir. Türler içerisinde *Surirella angusta* türünün

geniş dağılımlı ve toleranslı olduğu (Salomoni *et al.* 2006) ve Hancock (1973)'a göre alkali karakterli sularda bulunduğu ifade edilmiştir.

Bacillariophyceae sınıfına ait Thalassiosiphysales ordosuna tanımlı 2 cins (*Amphora* ve *Halamphora*) içinde 3 tür tespit edilmiştir. *Amphora* cinsine ait türlerin ötrofikasyona toleranslı oldukları belirtilmektedir (Bellinger *et al.* 2006). Ayrıca bu cinse ait türlerin alkali ortamlarda yayılım gösterdikleri rapor edilmiştir (Gönüloğlu 1985). Taylor *et al.* (2007) tarafından *Amphora pediculus* türünün orta derecede elektrolit içeriği olan sularda yayılım gösterdiği ve kritik kirlilik seviyelerine toleranslı kozmopolit bir tür olduğu belirtilmiştir.

Bacillariophyceae sınıfına ait Tabellariales ordosuna tanımlı 3 cins (*Diatoma*, *Meridion* ve *Tabellaria*) içinde 9 tür tespit edilmiştir. Çalışma yapılan istasyonlardan epifitik florada 2. istasyon, 3. istasyon ve 4 istasyon ile epilitik florada 5. istasyonda en fazla bulunan tür olan *Diatoma vulgare* türünün Taylor *et al.* (2007), bulunduğu suları kalite bakımından fakir olarak nitelendirirken, Van Dam *et al.* (1994) bu türün mezotrofik ve ötrofik sularda bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca Zeybek vd (2012) *Diatoma vulgare*'in α - β mezosaprobik sularda yayılım gösterdiğini ifade etmişlerdir. Buna ilaveten bu türün I-II. su kalite sınıfının belirgin organizmalarından olduğu rapor edilmiştir (Lange Bertalot 1978, 1980; Klee 1990, 1991; Kalyoncu vd 2004). Yapılan araştırmalarla çalışmamız benzerlik göstermiştir. Ayrıca Cox (1996), bu türün besin yönünden orta derecede zengin sularda daha iyi gelişim gösterdiğini açıklamıştır. Bir diğer tür *Diatoma moniliformis*, Kelly (2000)'e göre pH'nın 7'nin üzerinde olan yüksek elektriksel iletkenliğe sahip sularda bulunmaktadır. Belirlenen türlerden bir diğeri olan *Meridion circulare*'nin zengin kalkerli ve soğuk olan temiz su kaynaklarında bulunan bir tür olduğu açıklanmıştır (Palmer 1969). Ayrıca bu türün oligosaprobik karakterli bölgelerde baskın olduğu ifade edilmiştir (Kolkwitz and Marson 1909).

Bacillariophyta classis incertae sedis sınıfına ait Bacillariophyta ordo incertae sedis ordosuna tanımlı *Belonastrum* cinsi içinde 1 tür (*Belonastrum berolinense*) tespit edilmiştir. Bu türün orta derecede iletkenliğe sahip (100-500 μ S/cm) hem oligotrofik hem de yüksek ötrofik sularda bulunabilen kozmopolit, alkalifil ve planktonik bir tür olduğu belirtilmiştir (Krammer and Lange Bertalot 1991).

Diatom İndeksleri

Serçeme Çayı/Karasu'da epifitik ve epilitik diatomlardan elde edilen sonuçlara göre; IBD, IPS, IDG, DESCY, SLA, IDSE, IDAP, EPI-D, LOBO, DI-CH, Rott TI, Rott SI, CEE, WAT, TDI, IDP ve SHE indeksleri hesaplanmıştır. Hesaplanan indekslerden IBD, IPS, IDG,

DESCY, IDAP, CEE indeksleri; genel kirlilik, EPI-D ve SHE indeksleri; kirlilik/trofik durum, DI-CH, TDI ve Rott TI indeksleri; trofik durum, SLA, IDSE, WAT ve Rott SI indeksleri; saprobik durum, LOBO indeksi; ötrofikasyon ve IDP indeksi ise organik kirlilik/ötrofikasyon hakkında bilgi vermektedir.

Serçeme Çayı/Karasu su kalitesi epifitik diatom indekslerine göre değerlendirilmiştir. SLA, EPI-D ve IDP indekslerinin sınır değer aralığı; 0 (çok iyi)– 4 (çok kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. SLA ve EPI-D indekslerine göre; 2. istasyon I. sınıf, diğer istasyonların II. sınıf su kalitesine sahip oldukları, IDP indeksine göre ise, tüm istasyonların su kalitelerinin III. sınıf su kalitesinde oldukları belirlenmiştir.

LOBO indeksinin sınır değer aralığı; 1 (çok iyi)-4 (çok kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu indekse göre 1., 3. ve 5. istasyonların IV. sınıf su kalitesinde oldukları, 2. ve 4. istasyonların ise III. sınıf su kalitesinde oldukları tespit edilmiştir.

Rott TI indeksinin sınır değer aralığı; 0,3 (çok iyi)-3,9 (çok kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu indekse göre 1. ve 2. istasyonlar II. sınıf su kalitesi, diğer istasyonların ise III. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Rott SI indeksinin sınır değer aralığı; 1 (çok iyi)-3,8 (çok kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. Buna göre, 2. istasyon I. sınıf, 1., 3. ve 4. istasyonlar II. sınıf ve 5. istasyon ise III. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir.

DESCY ve IDSE indekslerinin sınır değer aralığı; 1 (çok kötü)-5 (çok iyi) şeklinde sınıflandırılmıştır. DESCY indeksine göre tüm istasyonların II. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği, IDSE indeksine göre 2. istasyonun II. sınıf, diğer istasyonların ise III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

SHE indeksinin sınır değer aralığı; 0 (çok kötü)-7 (çok iyi) şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu indekse göre, 3. istasyon I. sınıf, diğer istasyonlar ise II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. DI-CH indeksinin sınır değer aralığı; 1 (çok iyi)-8 (çok kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu indekse göre 2. istasyonun I. sınıf, 1., 4. ve 5. istasyonların II. sınıf ve 3. istasyonun ise III. sınıf su kalitesi özelliğinde bulunduğu tespit edilmiştir.

IPS, IDG, IDAP, IBD ve CEE indekslerinin sınır değer aralığı; 1 (çok kötü)-20 (çok iyi) şeklinde sınıflandırılmıştır. IPS indeksine göre 1., 2., 3. ve 5. istasyonların IV. sınıf ve 4. istasyonun ise V. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. IDG indeksine göre 1. ve 2. istasyonların IV. sınıf, diğer istasyonların ise V. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. IDAP indeksine göre, tüm istasyonların V. sınıf su kalitesi, IBD indeksine göre tüm istasyonların IV. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. CEE indeksine göre, 2. istasyonun III. sınıf, diğer istasyonların ise IV. sınıf su kalitesinde oldukları belirlenmiştir.

WAT indeksinin sınır değeri aralığı; 0 (çok kötü)-100 (çok iyi) şeklinde sınıflandırılma yapılmıştır. Bu indekse göre, 1., 2., 3. ve 5. istasyonların II. sınıf, 4. istasyonun ise III. sınıf su kalitesi özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. TDI indeksinin sınır değeri aralığı; 0 (çok iyi)-100 (çok kötü) şeklinde sınıflandırılmıştır. Buna göre, 1. istasyonun I. sınıf, 2., 3. ve 5. istasyonların IV. sınıf ve 4. istasyonun ise V. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Serçeme Çayı/Karasu epilitik diatomlara göre hesaplanan diatom indekslerine göre değerlendirildiğinde; SLA indeksine göre, 2. istasyon I. sınıf, diğer istasyonların II. sınıf su kalitesinde oldukları, EPI-D indeksine göre, tüm istasyonların II. sınıf su kalitesinde oldukları, IDP indeksine göre ise, tüm istasyonların su kalitelerinin III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

LOBO indeksine göre 2., 3. ve 5. istasyonların III. sınıf, 1. ve 4. istasyonların IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Rott TI indeksine göre 1., 2. ve 3. istasyonların II. sınıf, 5. istasyonun III. sınıf ve 4. istasyonun IV. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı belirlenmiştir. Rott SI indeksine göre, 1., 2., 3. ve 5. istasyonların II sınıf, 4. istasyonun ise III. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

DESCY indeksine göre tüm istasyonların II. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği, IDSE indeksine göre 2. istasyon II. sınıf, diğer istasyonlar ise III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

SHE indeksine göre 1. ve 3. istasyonların I. sınıf, diğer istasyonların ise II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. DI-CH indeksine 1., 2., 3. ve 5. istasyonların II. sınıf, 4. istasyonun ise III. sınıf su kalitesinde oldukları tespit edilmiştir.

IPS ve IDG indekslerine göre, 1. ve 2. istasyonların IV. sınıf su kalitesi, diğer istasyonların ise V. sınıf su kalitesi özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. IDAP ve IBD indekslerine göre, tüm istasyonların IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. CEE indeksine göre, 1. istasyonun III. sınıf, diğer istasyonların IV. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

WAT indeksine göre, 1., 2., 3. ve 5. istasyonların II. sınıf, 4. istasyonun ise III. sınıf su kalitesi özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. TDI indeksine göre, 1. istasyon I. sınıf, 2. ve 3. istasyonlar II. sınıf, 4. istasyon IV. sınıf ve 5. istasyonun ise V. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada epifitik ve epilitik diatomlara bağlı olarak hesaplanan diatom indekslerinin fiziksel ve kimyasal parametre sonuçlarıyla sapmalar gösterdiği tespit edilmiştir. Kalyoncu ve Şerbetçi (2013) Darı Deresi'nde diatom indeksleri ile yaptıkları çalışmada GDI

ve IPD indekslerinin fiziko-kimyasal parametrelerle sapma göstermesine rağmen, SID, IBD, SHE ve EPI-D indekslerinin su kalitesi ile ilgili daha iyi sonuçlar verdiğini açıklamışlardır. Benzer şekilde Değirmendere Çayı'nda yapılan bir araştırmada IPS, EPI-D, IBD ve SHE indekslerinin su kalite durumunu diğer indekslere göre daha iyi yansıttığı belirtilmiştir (Gün 2011).

Epifitik ve epilitik diatomlar baz alınarak hesaplanan diatom indekslerinden bazılarının sonuçları ile yapılan su kalitesi sınıfları ile fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre yapılan sınıflandırma arasında bazı istasyonlarda sapmalar gözlemlenmiştir. Fiziksel ve kimyasal analizlerle belirlenen su kalite sınıfları ile biyolojik açıdan belirlenen su kalite sınıfları arasında sapma olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Gómez and Licursi 2001; Kalyoncu vd 2009). Bu durumu Solak (2011), diatom indekslerine göre belirlenen su kalite sınıflarının örnekleme yerleri arasında değişim göstermesinden ve bunun her indeksde kullanılan diatom topluluklarının farklılığından ileri geldiğini açıklamıştır.

Diatom İndeksleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişki

Bu çalışmada epifitik ve epilitik diatom türleri kullanılarak hesaplanan diatom indeksleri ile su parametreleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Epifitik flora sonuçlarında su kalite parametrelerinden çözünmüş oksijen, pH, toplam sertlik değerleri ile indeksler arasındaki korelasyonun istatistik açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte tüm su kalite parametreleri ile epifitik diatom indekslerinden LOBO, DI-CH, WAT, TDI, PDI ve SHE indeksleri arasındaki korelasyon istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Pozitif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) nitrat azotu ile SLA ve EPI-D indeksleri arasında, negatif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) ise sıcaklık ve nitrat azotu ile IDSE indeksi arasında, sıcaklık ile IBD, IPS, EPI-D ve CEE indeksleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Epilitik florada da epifitik florada olduğu gibi su kalite parametrelerinden çözünmüş oksijen, pH, toplam sertlik değerleri ile indeksler arasındaki korelasyon istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur. Su kalite parametreleri ile IDAP, LOBO, Rott SI, WAT ve PDI indeksleri arasındaki korelasyon istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Pozitif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) sıcaklık ile DI-CH indeksi arasında, negatif yönde en yüksek korelasyonun ($p<0,01$) ise, nitrat azotu ile IPS indeksi arasında olduğu belirlenmiştir. Almeida (2001) tarafından Portekiz'de 18 noktada gerçekleştirilen bir çalışmada, IPS ve CEE indekslerinin fiziko-kimyasal parametreler açısından SLA ve IDSE indekslerine göre korelasyonlarının karşılaştırılmasında, IPS ve CEE indekslerinin özellikle pH, iletkenlik ve organik içerik yönünden SLA ve IDSE indekslerine göre daha yüksek korelasyon sergilediği rapor edilmiştir. Yapılan bir başka araştırmada, EPI-D, TDI, IPS ve IDG indekslerinin

nütrientlerle önemli düzeyde korelasyon gösterdiği belirtilmiştir (Della Bella *et al.* 2007). Benzer bir çalışmada, Martin *et al.* (2010), İspanya'nın Guadalquivir Havzası'nda yapmış oldukları çalışmada IBD, IPS, CEE, TDI ve EPI-D diatom indekslerinin fiziko-kimyasal ve parametreler ile korelasyonunun araştırılması sonucu en anlamlı korelasyonu EPI-D indeksinin sağladığını ifade etmişlerdir. Vaal and Wylge nehirlerinde yapılan çalışmada ise, diatom indekslerinin çevresel değişkenlerle önemli düzeyde korelasyon gösterdiği açıklanmıştır (Taylor *et al.* 2007). Yaptığımız bu çalışmada, çevresel değişkenlerden sıcaklık, elektrik iletkenliği ve nitrat azotu ile diatom indeksleri arasında önemli düzeyde korelasyon olduğu ve toplam sertlik ve pH'nın indeksler ile olan korelasyonunun önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Diatom Türleri İle Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri Arasındaki İlişki

Serçeme Çayı/Karasu'da tespit edilen türlerden sayıca en fazla olan *Diatoma vulgaris*, *Odontidium hyemale* ve *Gomphonella olivacea* türleri nitrat ve nitrit azotu ile pozitif yönde korelasyon gösterirken, pH ile negatif yönde korelasyon sergilemiştir. *Cymbella affinis*, *Encyonema minutum*, *Hannaea arcus* türleri ise pH ile pozitif yönde korelasyon gösterirken buna karşın, sıcaklık, elektrik iletkenliği, amonyak azotu, nitrat azotu ve nitrit azotu ile negatif yönde korelasyon göstermiştir. *Odontidium mesodon* türü çözünmüş oksijen ile pozitif yönde korelasyon gösterirken, *Cocconeis placentula* ve *Melosira varians* türleri ile çevresel parametreler arasındaki korelasyon önemli bulunmamıştır.

Serçeme Çayı/Karasu'da yürütülen bu araştırmada yapılan fiziko-kimyasal analizlerden sıcaklık, pH ve nitrat azotu değerlerine göre tüm istasyonlar I. sınıf, çözünmüş oksijen değerlerine göre 5. istasyon II. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf, elektrik iletkenliği ve toplam ortofosfat değerlerine göre 4. ve 5. istasyonlar II. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf, amonyak azotu değerlerine göre 1., 2., 3. ve 4. istasyonlar II. sınıf, 5. istasyon III. sınıf, nitrit azotu değerlerine göre ise 2. istasyonun II. sınıf, diğer istasyonların su kalitesi III. sınıf olarak belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre, o gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirlediğinden; 1., 3., 4. ve 5. istasyonların III. sınıf, 2. istasyonun ise II. sınıf su kalitesinde olduğu tahmin edilmiştir. Tespit edilen türlerin kompozisyonuna bakıldığında belirlenen çoğu türün alkali ortamda yayılım gösteren, düşük elektrik iletkenliği ve yüksek çözünmüş oksijen şartlarında daha iyi gelişim gösteren türlerden olduğu ve organik kirlenme açısından α - β mezosaprobik ve β -mezosaprobik oldukları belirlenmiştir. Epifitik ve epilitik diatomlara göre hesaplanan indekslerin sonucunda fiziko-kimyasal parametre açısından belirlenen sınıflandırmaya göre paralel sonuçlar sergileyen indeks IDSE (Leclercq ve Maquet İndeksi) indeksi olmuştur. IDSE indeksine göre 1., 3., 4. ve 5. istasyonlar III. sınıf ve 2.

istasyon ise II. sınıf su kalitesinde belirlenmiş olması dolayısıyla IDSE (Leclercq ve Maquet İndeksi) indeksinin Serçeme Çayı/Karasu su kalitesinin belirlenmesinde kullanılabilecek en uygun indeks olduğu düşünülmektedir.

OMNIDIA programında bulunan diatom indeksleri akarsularımız da meydana gelen kirlilik ile ilgili oldukça önemli bilgiler vermektedir. Mevcut halde kullanılan indeksler farklı ülkelerde ve o ülkelerin ekolojik durumlarına uygun olarak düzenlendiği için aynı türün farklı indekslerde farklı değerler ortaya çıkabilmektedir.

Sonuç olarak, Baraj çıkışı suları su ürünleri yetiştiriciliği amacıyla değerlendirilebilir ve bu konu ile ilgili araştırmaların artması ülkemiz yetiştiriciliği için faydalı olabilir. Bununla birlikte akarsuya azot girdisinin azaltılması sağlandığı takdirde, I. sınıf su kalitesinde olan suların kullanılabileceği alanlar için akarsudan yararlanılabilir. Dere içerisine doğrudan deşarjın engellenmesi, Serçeme Çayı/Karasu'nun su kalite seviyesinin yükselmesini sağlayabilir. Havza bazlı çalışmalar yapılarak, tüm akarsularımızdan daha fazla alanda (yetiştiricilik, sulama, içme suyu, ulaşım, rekreasyon vb.) yararlanılması sağlanabilir. Biyolojik parametrelere ilaveten diğer indikatör türlerden (makrofitler, makro-omurgasızlar, balıklar) yararlanılarak bu alanın su kalitesi değerlendirilerek karşılaştırma yapılabilir. Bununla birlikte bölgenin diatom florasının ve kirlilik düzeylerinin sürekli izlenilmesine dair uzun süreli araştırmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akanıl Bingöl, N., Özyurt, M.S. and Dayıoğlu, H., 2007. Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilitik Diatomeleri. *Ekoloji*, 15, 62, 23-29.
- Akbulut, A., 2003. Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) Flora of Sultan Sazlığı Marshes (Kayseri). *Turk. J. Botany.*, 27, 285-301.
- Almeida, S.F.P., 2001. Use of Diatoms for Freshwater Quality Evaluation in Portugal. *Limnetica*, 20 (2), 205-213.
- Anonymous, 2007. Qualité de l'eau - Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD). Norme NF T90-354 Dec.2007. 79 p.
- Anonymous, 2014a. Guidance Standard for the Routine Sampling and Preparation of Benthic Diatoms from Rivers and Lakes. EN 13946. European Committee for Standardization, Brussels.
- APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition. American Public Health Association, Washington, D.C.
- Arslan Topal, E.I., 2020. Tunceli Uzunçayır Barajı Mansap Tarafında Su Kalitesinin Araştırılması ve İzlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 596-605.
- Atıcı, T., 1997. Sakarya Nehri Kirliliği ve Algler. *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, 6 (24), 28-32.
- Atıcı, T. ve Ahıska, S., 2005. Ankara Çayı Kirliliği ve Algleri. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (1), 51-59.
- Atıcı, T., Tokatlı C. and Çiçek, A., 2018. Diatoms of Seydisuyu Stream Basin (Turkey) and Assessment of Water Quality by Statistical and Biological Approaches *Sigma J. Eng & Nat. Sci.* 36 (1), 271-288.
- Bahls, L.L., 1993. Periphyton Bioassessment Methods for Montana Streams. Water Quality Bureau, Department of Health and Enviromental Sciences, 22 p, Helena, Montana.
- Barlas, M., Mumcu, F., Solak, C.N. ve Çoban, O., 2002. Akçapınar Deresi ve Gökova Kadın Azmağı Deresi (Muğla) Epilitik Algleri Üzerine Bir Araştırma. XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Malatya.
- Bellinger, B.J., Cocquyt, C.O. and Reilly, C.M., 2006. Benthic Diatoms as Indicators of Eutrophication in Tropical Streams. *Hydrobiologia*, 573, 75-87.
- Bellinger, E.G. and Sigeo, D.C., 2010. Freshwater Algae Identification and Use As Bioindicators. 265 p, United Kingdom.
- Besse Lototskaya, A., Verdonschota, P.F.M., Coste, M. and Vijver, B.V., 2011. Evaluation of European Diatom Trophic Indices. *Ecological Indicators*, 11, 456-467.
- Bhatt, L.R., Lacoul, P., Lekhal, H.D. and Jha, P.K., 1999. Physico-Chemical Characteristic and Phytoplanktons for Taudha Lake, Kathmandu. *Poll. Res.*, 18 (4), 353-358.
- Bhatt, J.P., Bhaskar, A. and Pandit, M.K., 2008. Biology, Distribution and Ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an Abundant Diatom From The Indian Himalayan Rivers. *Aquatic Ecology*, 42, 347-353.
- Bjornland, T. and Liaaen Jensen, S., 1989. Distribution Patterns of Carotenoids in Relation to Chromophyte Phylogeny and Systematics. In: *The Chromophyte Algae: Problems and*

- Perspectives, J.C. Green, B.S.C. Leadbeater and W.L. Diver (eds), Clarendon Press, Oxford, UK, 37-61.
- Blanco, S., Ector, L. and Bécarea, E., 2004. Epiphytic Diatoms as Water Quality Indicators in Spanish Shallow Lakes. *Vie Milieu*, 54 (2-3), 71-79.
- Boztağ, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Yıldırım, C, N., Önal, Ö, A., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G. ve Ünlü, E., 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 93-106.
- Castillejo, P., Chamorro, S., Paz, L., Heinrich, C., Carrillo, I., Salazar, J.G., Navarro, J.C., Lobo, E.A., 2018. Response of Epilithic Diatom Communities to Environmental Gradients Along an Ecuadorian Andean River. *Comptes Rendus Biologies*, 341 (4), 256-263.
- Cemagref, 1982. Etude des Méthodes Biologiques d'appréciation Quantitative de la Qualité des Eaux., Vol. Rapport Q.E.Lyon-A.F., 218 p, Bassin Rhône-Méditerranée Corse.
- Chapman, D. and Kimstach, V., 1996. Selection of Water Quality Variables. In: Chapman, D. (Ed.) *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*, 2 (6), 74-132.
- Chen, C.P., Gao, Y.H. and Lin, P., 2010. Geographical and Seasonal Patterns of Epiphytic Diatoms on A Subtropical Mangrove (*Kandelia candel*) in Southern China. *Ecological Indicators*, 10 (2), 143-147.
- Cikcikoğlu, N.C., Demirbilek, D., Erguven, G.O., Kayar, R., Başaran, S. and Tulpar, D., 2018. The Determination of Present and Possible Environmental Risks in Solid Waste Dumping Site, Tunceli, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77, 622.
- Cirik, S. ve Gökpinar, Ş., 2006, Plankton Bilgisi ve Kültürü. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 17, 269 s, İzmir.
- Comte K. and Cazaubon, A., 2002. Structural Variations of Epiphytic Diatom Communities on Three Macrophytes in a Regulated River (Durance), in South East of France. *Ann. Limnol.*, 38 (4), 297-305.
- Coste, M. ve Ayphassorho, H., 1991. Étude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques). *Raport Cemagref*, Bordeaux – Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, 1- 277.
- 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.
- Coşkun, T., 2017. Abant Gölü'nde Ekolojik Durumun Tahmininde Fitoplankton ve Epifitik Diatome Topluluklarının Kullanılması. *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Coşkunışık, G., 2016. Madra Çayı (Balıkesir)'nda Su Çerçeve Direktifi Yöntemleri Kullanılarak Epilitik Diatome Kompozisyonunun Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Cox, E.J., 1996. Identification of Freshwater Diatoms From Live Material. *Chapman & Hall*, 158 p, London.
- Crosa, G., Froebrich, J., Nikolayenko, V., Stefani, F., Gallid, P. and Calamari, D., 2006. Spatial and Seasonal Variations in The Water Quality of The Amu Darya River (Central Asia). *Water Res.*, 40, 2237-2245.

- Çağlar, M., 2011. Murat Nehri'nin Palu ilçesi ve Gülüşkür Bölgeleri Arasında Kalan Kısımının Su Kalitesi ve Bentik Diatomeleri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Çetin, A.K. and Yıldırım, V., 2007. Distribution and Occurrence of The Diatom Community in Göksu Stream, Adıyaman, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 16 (5), 555-560.
- Çetin, A.K., 2008. Epilithic, Epipelic, and Epiphytic Diatoms in The Göksu Stream: Community Relationships and Habitat Preferences. *Journal of Freshwater Ecology*, 23 (1), 143-149.
- Çetin, M., 2011. Ilıca Deresi (Fatsa, Ordu) Algleri ve Su Kalitesinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- 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.
- Çiçek, N.L., 2011. Köprüçay Nehri (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Değerlere ve Bentik Alglerle Göre Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Çiçek, N.L. ve Ertan, Ö.O., 2015. Köprüçay Nehri (Antalya) Su Kalitesinin Epilitik Diyotomlarla Belirlenmesi. *Ege J. Fish. Aqua. Sci.*, 32 (2), 65-78.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere, Ş. ve Şentürk, E. 2008. Orhaneli Çayı'nın Kirlilik Düzeyinin Diatomelere Dayandırılarak Saptanması. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi Özet Kitapçığı, 23-27 Haziran, Trabzon.
- Dell'Uomo, A., 2004. L'indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D) Nel Monitoraggio Delle Acque Correnti. *Linee Guida*. APAT, 101 p, Roma.
- Della Bella, V., Puccinelli, C., Marcheggiani, S. and Mancini, L., 2007. Benthic Diatom Communities and Their Relationship to Water Chemistry in Wetlands of Central Italy. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 43 (2), 89-99.
- Dere, Ş., Karacaoğlu, D. and Dalkıran, N., 2002. A Study on the Epiphytic Algae of The Nilüfer Stream (Bursa). *Turk J. Botanic.*, 26, 219-233.
- Descy, J.P., 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms, *Nova Hedwigia* 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.
- Du Buf, H. and Bayer, M.M., 2002. Automatic Diatom Identification. *World Scientific, Series in Machine Perception and Artificial Intelligence*, Singapore, 51, 316.
- Eberhardt, A. and Larson, L., 2000. Water Quality Monitoring in the Mystic River Watershed: A study of 10 Sites (July-December 2000). Massachusetts: Report of the Mystic River Watershed Association.
- Eloranta, P. and Soininen, J., 2002. Ecological Status of Some Finnish Rivers Evaluated Using Benthic Diatoms. *Journal of Applied Phycology*, 14, 1-7.
- Fakioğlu, Ö., Atamanalp, M., Şenel, Şensurat, M. ve Arslan, H., 2012. Pulur Çayı (Erzurum) Epilitik ve Epifitik Diatomeleri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 1-8.
- Freitas, N.C.W., Heinrich, C.G., Gleison de Souza Celente, T.E. and Lobo, E.A., 2020. Assessment of Potential Reference Sites for Evaluating the Ecological Status of

- Subtropical and Temperate Brazilian Lotic Systems Using the Epilithic Diatom Community. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 8698-8708.
- Fytianos, K., Siumka, A., Zachariadis, G.A. and Beltsios, S., 2002. Assessment of the Quality Characteristics of Pinios River, Greece. *Water, Air, and Soil Pollution*, 136, 317–329.
- Gillett, N., Pan, Y. and Parker, C., 2009. Should only live diatoms be used in the bioassessment of small mountain streams? *Hydrobiologia*, 620, 135-147.
- Goma, J.F., Rimet, J., Cambra, L. and Hoffmann, L., 2005. Diatom Communities and Water Quality Assessment in Mountain Rivers of The Upper Segre Basin (La Cerdanya, Oriental Pyrenees). *Hydrobiologia*, 551, 209-225.
- Gómez, N., Luis Riera, J. and Sabater, S., 1995. Ecology and Morphological Variability of *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae) in Spanish Reservoirs. *Journal of Plankton Research*, 17 (1), 1-16.
- Gómez, N. and Licursi, M., 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for Assessment of Rivers and Streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35, 173-181.
- Gökmen, S., 2007. Genel Ekoloji. Nobel Yayınevi Yayın, 1160, 475 s, Ankara.
- Gölbaş, S. ve Şen, B., 2019. Atatürk Baraj Gölü'ne Dökülen Kahta Çayı'nın (Adıyaman) Su Kalitesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36 (4), 337-346.
- Gönülol, A., 1985. Çubuk Baraj Gölü Algleri Üzerinde Araştırmalar. II. Kıyı Bölgesi Alglerinin Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimi. *Doğa Bilim Dergisi A2*, 9 (2), 253-268.
- Gülbenk, H., 2013. Tohma Çayı' nın Bentik Algleri ve Su Kalite Düzeyinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Gümrükçüoğlu, M., Baştürk, O., 2008. Sürdürülebilir Su Yönetiminde Nehir Kirliliği Üzerine Bir Çalışma, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiri Kitabı, 521-529.
- Gün, B., 2011. Değirmendere Çayı Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diatomlara Göre Belirlenmesi ve Su Kalitesi İndekslerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gürbüz, H. and Kıvrak, E., 2002. Use of Epilithic Diatom to Evaluate Water Quality in the Karasu River of Turkey. *J. of Environ. Biol.*, 23 (3), 239-246.
- Håkansson, H., 1990. *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (Bacillariophyceae), Its Morphology and Reappraisal of Similar Taxa. *Beiheft zur Nova Hedwigia*, 100, 19-37.
- Hancock, F.D., 1973. The Ecology of The Diatoms of The Klip River, Southern Transvaal. *Hydrobiologia*, 42, 243-284.
- Hauraki District Council, 2003. Water Quality Parameters, Chemical and Physical Factors Influencing Water Quality in Rivers and Streams. Author, Paeroa, 38 p, New Zealand.
- Hellawell, J.M., 1989. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management, Elsevier science Publishers Ltd., 546 p, London and New York.
- Hem, D.J., 1971. Study and Interpretation of Chemical Characteristics of Natural Water, U.S. Geological Survey Water Supply Paper. U.S. Government Printing Office, Washington.
- Hem, J.D., 1986. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters. Geological Survey Water-Supply, 2254 p, U.S.
- Hill, M.O. and Gauch, H.G., 1980. Detrended Correspondence Analysis An Improved Ordination Technique. *Vegetatio*, 42, 47-58.

- Houk, V., 2003. Atlas of Keshwater Centric Diatoms with A Brief Key and Descriptions. Part I. Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. Czech Phycology. Supplement, 1, 1-111.
- <http://www.algaebase.org> (12.03.2021).
- <https://dsi.gov.tr>. 2020. Toprak ve Su Kaynakları (8.02.2021).
- <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210616.pdf> (22.06.2021).
- Huang, J., Huang, Y. and Zhang, Z., 2014. Coupled Effects of Natural and Anthropogenic Controls on Seasonal and Spatial Variations of River Water Quality During Baseflow in A Coastal Watershed of Southeast China. PLoS One, 9, e91528.
- Hustedt, F., 1987. Atlas and Catalogue of The Diatom Types of Friedrich Hustedt. Cramer, 268 p, Berlin.
- Hürlimann, J. and Niederhauser, P., 2002. Méthode d'analyse et D'appréciation Des Cours d'eau en Suisse; Diatomées–niveau R (région). Office Fédéral de l'Environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) Berne, 111 p, Berlin.
- Hütter, A.L., 1984. Laborbücher Chemie, Wasser und Wasseruntersuchung. 2., Neubearbeitete und Erweiterte Auflage, Berlin, München.
- Jeffrey, S.W., 1989. Chlorophyll-c Pigments and Their Distribution in The Chromophyte Algae. In: The Chromophyte Algae: Problems and Perspectives, J.C. Green, B.S.C. Leadbeater and W.L. Diver (eds), Clarendon Press, Oxford, UK, 3-36.
- Joh, G.J., Lee, J.H., Lee, K., and Yoon, S.K., 2010. Algal Flora of Korea, Freshwater Ditoms II (Chrysophyta, Bacillariophyceae, Pennales, Araphidineae, Diaomaceae). Korea: National Institute of Biological Resources, 3 (2), 153.
- Johnson, R. K., Hering, D., Furse, M. T. and Clarke, R. T., 2006. Detection of Ecological Change Using Multiple Organism Groups: Metrics and Uncertainty. Hydrobiologica 566, 115-137. Agricultural Research, 4 (10), 1032-1040.
- Kalyoncu, H., 1996. Isparta Çayı Algleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O. ve Gülboy, H., 2004. Ağlasun Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Algler Göre Belirlenmesi. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2 (12), 7-14.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O. ve Çavuşoğlu, K., 2005. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (1), 37-45.
- Kalyoncu, H., Çiçek, N.L., Akküz, C. and Yorulmaz, B., 2009. Comparative Performance of Diatom Indices in Aquatic Pollution Assessment. African Journal of Agricultural Research, 4(10), 1032-1040.
- Kalyoncu, H., Barlas, M. ve Ertan, Ö.O., 2009b. Aksu Çayı'nın Su Kalitesinin Biotik İndekslere (diatomlara ve omurgasızlara göre) ve Fizikokimyasal Parametrelere Göre İncelenmesi, Organizmaların Su Kalitesi İle İlişkileri. Tübvav Bilim Dergisi, 2 (1), 46-57.
- Kalyoncu, H. and Şerbetçi, B., 2013. Applicability of Diatom-Based Water Quality Assessment Indices in Darı Stream, Isparta-Turkey. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, 7 (6), 191-199.

- Kalyoncu, H., Dayıoğlu, H. and Kılıcık, F., 2016. Using Diatoms in Water Quality Assessment in the Andık Stream (Isparta-Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 25 (12), 5237-5244.
- Kara, C. ve Çömlekçioğlu, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7 (1), 1-7.
- Karacaoğlu, N., Dalkıran, N., Dere, Ş. and Şentürk, E., 2008. Emet Çayı'nın Kirlilik Düzeyinin Diatomelere Dayandırılarak Saptanması. – 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran 2004, Trabzon.
- Kavya, S. and Ulavi, S., 2014. Bacillariophyceae as Ecological Indicators of water Quality in Two Lakes of Mysore. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 4 (1), 1-11.
- Kelly, M. G. and Whitton, B.A., 1995. The Trophic Diatom Index; A New Index for Monitoring Eutrophication in Rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7, 433- 444.
- Kelly, M. G. and Whitton B. A., 1998. Biological Monitoring of Eutrophication in Rivers. *Hydrobiologia*, 384, 55–67.
- Kelly, M., 2000. Identification of Common Benthic Diatoms in Rivers. *Field Studies*, 9, 583-700.
- Kelly, M. G., Adams, C., Graves, A. C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E. B., Murray-Bligh, J., Pritchard, S. and Wilkins, C., 2001. The Trophic Diatom Index; A User's Manual. Revised Edition, R&D Technical Report E2/TR2, Bristol, Environment Agency, 135.
- Kıvrak, E. ve Gürbüz, H., 2010. Tortum Çayı'nın (Erzurum) Epipelik Diatomeleri ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile İlişkisi. *Ekoloji*, 19 (74), 102-109.
- Kıvrak, E. and Uygun, A., 2012., The Structure and Diversity of The Epipellic Diatom Community in A Heavily Polluted Stream (The Akarcay, Turkey) and Their Relationship with Environmental Variables. *Journal of Freshwater Ecology*, 27 (3), 443-457.
- Kıvrak, E., Uygun, A. ve Kalyoncu, H., 2012. Akarcay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 27-38.
- Kilham, S.S. and Kilham, P., 1975. *Melosira granulata* (Ehr) Ralfs, Morphology and Ecology of A Cosmopolitan Freshwater Diatom. *Verh. /nt. Ver. Limnol.*, 19, 2716-2721.
- Klee, O., 1990. *Wasser Untersuchen. Biologische Arbeitsbücher. Quelle & Meyer*, 128 p, Heidelberg.
- Klee, O., 1991. *Angewandte Hydrobiologie – G. Theieme Verlag*, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, 138 p, Stuttgart-New York.
- Kolkwitz, R. and Marsson, M., 1909. *Ökologie der Tierischen Saprobien. International Review of Hydrobiology*, 2, 125-152.
- Korkanç, S.Y., Kayıkçı, S. and Korkanç, M., 2017. Evaluation of Spatial and Temporal Water Quality in The Akkaya Dam Watershed (Niğde, Turkey) and Management Implications. *Journal of African Earth Sciences*, 129, 481-491.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., 1986. *Bacillariophyceae. 1. Teil; Naviculaceae*. Ed; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, 876 p, Stuttgart.

- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., 1991. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Unter Mitarbeit von H. Håkansson und M. Nörpel (in German). In: Ettl H, et al. (eds), Süßwasserflora vom Mitteleuropa. G. Fischer, Stuttgart and Jena, 2 (3), 1-576.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., 1991a. Subwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Gustav Fischer Verlag, 576 p, Stuttgart.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., 1999. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spectrum Akademischer Verlag, 610 p, Berlin.
- Lange Bertalot, H., 1978. Diatomeen–Differentialarten Anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol. Sppl. 51 Algal Studies, Stuttgart, 21, 393-427.
- Lange Bertalot, H., 1979. Pollution Tolerance of Diatoms as a Criterion for Water Quality Estimation. Nova Hedwigia, 64, 285-303.
- Lange Bertalot, H., 1980. Kieselalgen als Indikatoren der Gewässerqualität. Insbesondere bei Hoher Kommunalen und Industrieller Belastung in Main und Rhein. Cour. Frosch. – Inst. Senckenberg Frankfurt, 41, 97-110.
- Lange Bertalot, H. and Metzeltin, D., 1996. Indicators of Oligotrophy: 800 Taxa Representative of Three Ecologically Distinct Lake Types, Carbonate Buffered-Oligodystrophic-Weakly Buffered Soft Water. Iconographia Diatomologica, 2, 1-390.
- Lange Bertalot, H., 2013. Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Koeltz Sci. Books, 908 p, Germany.
- Leclercq, L. and Lecointe, C., 2008. Présentation de L'indice Diatomique De SaprobieEutrophisation (IDSE) Introduit dans la Nouvelle Version de Omnidia. 27ème Colloque de l'ADLaF Dijon 1-4 Sept.2008. Livre des résumés. F.R.a.L. ECTOR., C23, 50.
- Leclercq, L. and Ntislidou, C., 2009. Application de L'indice Diatomique de Saprobie Eutrophisation (IDSE) Pour Déterminer L'évolution de L'eutrophisation Anthropique du Lac Bütgenbach (Province de Liège, Belgique) Depuis sa Construction en 1932. In C. RIAUX-GOBIN (Eds.) 28 ème Colloque de l'ADLaF Lab.
- Lecointe, C., Coste, M. and Prygiel, J., 1993. "Omnidia": Software for Taxonomy, Calculation of Diatom Indices and Inventories Management. Hydrobiologia, 269 (270), 509-513.
- Lessmann, D., Fyson, A. and Nixdorf, B., 2000. Phytoplankton of the Extremely Acidic Mining Lakes of Lusatia (Germany) With pH ≤ 3 . Hydrobiologia, 433, 123-128.
- Liu, L., Xu, Z., Yang, F., Yin, X., Wu, W. and Li, J., 2020. Comparison of Fish, Macroinvertebrates and Diatom Communities in Response to Environmental Variation in the Wei River Basin. China Water, 12, 3422.
- Lobo, E. A., Callegaro, V. L. M., Hermany, G., Bes, D., Wetzel, C. A. and Oliveira, M.A., 2004. Use of Epilithic Diatoms as Bioindicators from Lotic Systems in Southern Brazil, with Special Emphasis on Eutrophication. Acta Limnol. Bras., 16 (1), 25-40.
- Lowe, R.L., and Pan, Y., 1996. Benthic Algal Communities and Biological Monitors. In Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. R.J. Stevenson, M. Bothwell, and R.L. Lowe., Academic Press, San Diego, California, USA., 705-739.

- Mangadze, T., Taylor, J.C., Froneman, W.P. and Dalu, T., 2019. Water Quality Assessment in a Small Austral Temperate River System (Bloukrans River System, South Africa): Application of Multivariate Analysis and Diatom Indices. *South African Journal of Botany*, 125, 353-359.
- Mann, D.G., 1996. Chloroplast Morphology, Movements and Inheritance in Diatoms, In *Cytology, Genetics and Molecular Biology of Algae*. B.R. Chaudhary and S.B. Asgrawal, eds. SPB Academic Publishing, 249-274, Amsterdam.
- Mann, D.G., 1999. The Species Concept in Diatoms, *Phycologia*, 38 (6), 437-495.
- Maraşlıoğlu, F., Soylu, E.N. and Altürk Karaca, S., 2017. Seasonal and Spatial Variation of Epilithic Algal Community in Batlama Stream (Giresun, Turkey). *Hittite Journal of Science and Engineering*, 4 (1), 39-44.
- Maraşlıoğlu, F., Bektaş, S. and Özen, A., 2020. Comparative Performance of Physicochemical and Diatom-Based Metrics in Assessing the Water Quality of Mert Stream. *Turkey Journal of Ecological Engineering*, 21 (8), 18-31.
- Margalef, R., 1983. *Limnologia*. Omega, 1001 p, Barcelona.
- Martin, G., Toja, J., Sala, S.E., Fernandez, M.R., Reyes, I. and Casco, M.A., 2010. Application of Diatom Biotic Indices in The Guadalquivir River Basin, A Mediterranean Basin. Which one is the most appropriated? *Environmental Monitoring Assessment*, 170, 519-534.
- Mestik, D., 2019. Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) İki Farklı Dönemdeki Su Kalitesinin Epilithic Diatomeler Kullanılarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Morkoyunlu, Y. A. and Gönüloğlu, A., 2016. Evaluation of The Relationship Between Epiphytic Diatoms and Environmental Parameters with the Canonical Correspondence Analysis (CCA) *Pak. J. Bot.*, 48 (4), 1723-1730.
- Morkoyunlu, Y. A. and Gönüloğlu, A., 2016. Evaluations of Epilithic Diatoms and Biotic Index in Sakarya River, Turkey. *Pak. J. Bot.*, 48 (5), 2153-2158.
- Mutlu, E., 2013. Sivas İli Kızılırmak Havzasında 5 Farklı İstasyonda Yaşayan Tatlı Su Kefali (Akbalık=*Leuciscus cephalus*)'un Biyokimyasal Özelliklerine Su Kalitesinin, Aylık ve Mevsimsel Değişimlerinin Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Nather Khan, I.S.A., 1990. Assessment of Water Pollution Using Diatom Community Structure and Species Distribution-A Case Study in A Tropical River Basin. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 75, 317-338.
- Newbold, J. D. 1992. Cycles and Spirals of Nutrients. *The Rivers Handbook*. Blackwell Scientific, Oxford, England, 1, 379-408.
- Pala Toprak, G. ve Çağlar, M., 2008. Peri Çayı (Tunceli/Türkiye) Epilithic Diatomeleri ve Mevsimsel Değişimleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20 (4), 557-562.
- Palmer, C.M., 1969. A Composite Rating of Algae Tolerating Organic Pollution. *Journal of Phycology and International Journal of Algal Research*, 5 (1), 76- 82.
- Panahy Mirzahasanlou, J., Nejadshari, T., Ramezani, Z., Imanpour Namin, J., Asri, Y., 2018. The Epilithic and Epipelagic Diatom Flora of The Balikhli River, Northwest Iran. *Turk. J. Bot.*, 42, 518-532.
- Patrick, R., Hohn, M. H., and Wallace, J. H., 1954. A New Method for Determining the Pattern of the Diatom Flora. *Notulae Naturae*, 259 p, Philadelphia.

- Patrick, R., 1961. A Study of The Numbers and Kinds of Species Found in Rivers in Eastern United States. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 113, 215-258.
- Patrick, R. and Reimer, C.W., 1966. The Diatoms of the United States. Vol. I. *Academy of Natural Science*, 688 p, Philadelphia.
- Patrick, R., and Reimer, C.W., 1975. Diatoms of The United States. Volume II, Part 1. *Monograph 13, Academy of National Science*, Philadelphia.
- Patrick, R., 1977. Ecology of Freshwater Diatoms and Diatom Communities. *The Academy of Natural Sciences, Nineteenth and the Parkway, Philadelphia, Pennsylvania*, 19103, 285-313, USA.
- Potapova, M., 1996. Epilithic Algal Communities in Rivers of The Kolyma Mountains, N.E. Siberia, Russia. *Nova Hedwigia*, 63 (3-4), 309-334.
- Prygiel, J. and Coste, M., 1993. The Assessment of Water Quality in the Artois-Picardie Water Basin (France) by the Use of Diatom Indices. *Hydrobiologia*, 269 (270), 343-349.
- Prygiel, J., Leveque, L. and Iserentant, R., 1996. Un Nouvel Indice Diatomique Pratique Pour l'évaluation de la Qualité des Eaux en Réseau de Surveillance. *Revue des Sciences de l'Eau*, 9, 97-113.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. and Pipp, E., 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fliessgewässern. Teil 1; Saprobielle Indikation Wasserwirtschaftskataster, *Bundeministerium f. Land-u. Forstwirtschaft*, 73 p, Wien.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Ortler, K., Binder, N. and Pall, K., 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fliessgewässern. Teil 2; Trophieindikation (sowie geochemische Präferenzen, taxonomische und toxikologische Anmerkungen). *Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land-u. Forstwirtschaft, Wien, Research*, 24 (5), 417-428.
- Round, F.E., Crawford, R.M. and Mann, D.G., 1990. The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. *Cambridge University Press*, 746 p, Cambridge.
- Round, F.E., 1991. Use of Diatoms for Monitoring Rivers. In: Whitton B.A., Rott E., Friedrich G. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers, STUDIA*, Innsbruck, 25-32.
- Round, F.E., 1993. A Review and Methods for The Use Of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality. *United Kingdom for HMSO*, 65 p, London.
- Rumeau, A. and Coste, M., 1988. Initiation à la Systématique Des Diatomées D'eau Douce. *Bull. Fr. Piscic.*, 309, 1-69.
- Sakai, M., Kawakami, M. and Amada, K., 2013. Evaluation of The Water Quality of The Hakata River Based on Diatoms. *Journal of Enviromental Sciences*, 25 (1), 132-135.
- Salomoni, S.E., Rocha, O., Callegaro, V.L. and Lobo, E.A., 2006. Epilithic Diatoms as Indicators of Water Quality in The Gravataí River, Rio Grande Do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*, 559, 233-246.
- Salomoni, S.E., Rocha, O., Hermany, G. and Lobo, E.A., 2011. Application of Water Quality Biological Indices Using Diatoms as Bioindicators in the Gravataí River, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71 (4), 949-959.

- Sarıhan, E., 1970. Eğirdir Gölü'ne Sudak Balığı (*Lucioperca lucioperca*) İlave Olduktan Sonra Meydana Gelen Biyolojik ve Ekonomik Değişiklikler. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, 4 (3-4), 33-40.
- Sarkar, R.R., Petrovskii, S.V., Biswas, M., Gupta, A. and Chattopadhyay, J., 2006. An Ecological Study of A Marine Plankton Community Based on the Field Data Collected from Bay of Bengal. *Ecological Modelling*, 193, 589-601.
- Seckbach, J. and Kociolek, J.P., 2011. *The Diatom World*. Springer, 534 p, New York.
- Sıvacı, E.R. and Pabuççu, K., 2007. Epipellic and Epilithic Diatoms of The Balikli Spa in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 22 (1), 145-146.
- Singhand, M. and Parikh, P., 2020. Freshwater Diatoms as Bio-Indicators in Urban Wetlands of Central Gujarat, India. *Indian Journal of Ecology*, 47 (1), 7-11.
- Sladecsek, V., 1986. Diatoms as Indicators of Organic Pollution. *Acta Hydrochim. Hydrobiologica*, 14 (5), 555- 566.
- Smol, J.P. and Stoermer, E.F., 2010. *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Second Edition, 667 p, New York.
- Soininen, J., 2002. Responses of Epilithic Diatom Communities to Environmental Gradients in Some Finnish Rivers. *International Review of Hydrobiology*, 87, 11- 24.
- Solak, C.N., Barlas, M. ve Pabuççu, K., 2005. Akçay (Muğla-Denizli)'daki Bazı Epilithic Diatom Taksonlarının Mevsimsel Gelişimi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8, 211-218.
- Solak, C.N., Ács, E. and Pabuççu, K., 2007a. BDI (Biyolojik Diatom İndeksi) İndeksine Göre Düden Şelalesi (Antalya) Su Kalitesinin Durumu. 7. Ulusal Ekoloji ve Çevre Sempozyumu, 10–13 Eylül 2007, Malatya.
- Solak, C.N., Fehér, G., Barlas, M. and Pabuççu, K., 2007b. Use of Epilithic Diatoms to Evaluate Water Quality of Akçay Stream (Büyük Menderes River) in Muğla/Turkey. *Archiv Fur Hydrobiologie Supplement Large Rivers*, 17 (3-4), 327–338.
- 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., 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., Kaleli, A. ve Baytut, Ö., 2016. The Distribution of Cymbelloid Diatoms in Yalova Running Waters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16, 953-959.
- Solak, C.N., Kheiri, S., Kociolek, J.P., Spaulding, S., Edlund, M.B., Kulikovskiy, M. and Kaleli, A., 2017. Diatom Assemblages from Similar Phytogeographical Regions in Turkey and Iran. *Phycologia (Supplement)*, 56, 177.
- Solak, C.N., Peszek, Ł., Yılmaz, E., Ergül, H.A., Kayal, M., Ekmekçi, F., Várbíró, G., Morkoyunlu Yüce, A., Canlı, O., Binici, M.S. and Ács, É., 2020. Use of Diatoms in Monitoring the Sakarya River Basin, Turkey. *Water*, 12 (3), 703.
- Sonneman, J.A., Walsh, C.J., Breen, P.F. and Sharpe, A.K., 2001. Effects of Urbanization on Streams of The Melbourne Region, Victoria, Australia. II. Benthic Diatom Communities. *Freshwater Biology*, 46, 553-565.
- Sönmez, F. and Asan, K., 2012. Occurrence and Distribution of Epipellic and Epilithic Diatoms in Batman Stream (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 21 (1), 31-35.

- Steinberg, C. and Schiefele, S., 1988. Biological Indication of Trophic and Pollution of Running Waters. 2. Wasser – Abwasser – Frosch., 21, 227-234.
- Stenger Kovacs, C., Buczko, K., Hajnal, E. and Padisak, J., 2007. Epiphytic, Littoral Diatoms as Bioindicators of Shallow Lake Trophic Status ; Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) Developed in Hungary. Hydrobiologia, 589, 141-154.
- Stickney, R.R., 2005. Aquaculture: An Introductory Text, CABI Publishing, 277 p, USA.
- Szczepocka, E. and Szulc, B., 2009. The Use of Benthic Diatoms in Estimating Water Quality of Variously Polluted Rivers. Oceanological and Hydrobiological Studies, 38 (1), 17–26.
- Szczepocka, E., Żelazna Wieczorek, J. and Nowicka Krawczyk, P., 2019. Critical Approach to Diatom-Based Bioassessment of the Regulated Sections of Urban Flowing Water Ecosystems Ecological Indicators, 104, 259-267.
- Szulc, B. and Szulc, K., 2013. The Use of The Biological Diatom Index (BDI) for The Assessment of Water Quality in The Pilica River, Poland. International Journal of Oceanography and Hydrobiology, 42 (2), 188-194.
- Şanal, M., 2016. Mogan Gölü'nde Ekolojik Durumun Tahmininde Epifitik Diatome Topluluğunun Kullanımı. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şen, B. ve Gölbaşı, S., 2008. Hazar Gölü'ne Dökülen Kürk Çayı'nın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 25 (4), 353-358.
- Tanyolaç, J., 1993. Limnoloji. Hatiboğlu Yayınevi, 261 s, Ankara.
- Tanyolaç, J., 2004. Limnoloji (Tatlı su Bilimi). Hatiboğlu Yayıncılık, 237 s, Ankara.
- Taş, B., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. The Black Sea Journal of Sciences, 3 (1), 43-61.
- Taş, B., Yılmaz, Ö. ve Kurt, I., 2015. Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda Su Kalitesinin Göstergesi Olan Epipelik Diatomeler. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3 (7), 610-616.
- Taş, S. ve Yılmaz, I., 2015. Potentially Harmful Microalgae and Algal Blooms in A Eutrophic Estuary in Turkey. Mediterranean Marine Science, 16, 432-443.
- Taylor, J.C., Prygiel, J., Vosloo, A., Rey, P.A. and Rensburg, L., 2007. Can Diatom-Based Pollution Indices Be Used for Biomonitoring in South Africa? A Case Study of The Crocodile West and Marico Water Management Area. Hydrobiologia, 592, 455–464.
- Tokatlı, C. ve Dayıoğlu, H., 2011. Murat Çayı (Kütahya) Epilitik Diatomeleri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25, 1-12.
- Tokatlı, C., 2012. Sucul Sistemlerin İzlenmesinde Bazı Diatome İndekslerinin 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, 4.
- Tomasso, J., 1994. The Toxicity of Nitrogenous Wastes to Aquaculture Animals. Reviews of Fisheries Science, 2, 291-314.
- Torres Franco, A.F., Alastrista Góngora G.R., Guzmán-Rodríguez, N.P., Calizaya Anco, J.A., Mota, C.R. and Figueredo, C.C., 2019. Physicochemical and Diatom Trophic State

- Indexes: A Complementary Approach for Improving Water Sustainability in A High Andean Urban Stream. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19 (4), 577-587.
- Tuchman, M. and Blinn, D.W., 1979. Comparison of Attached Algal Communities on Natural and Artificial Substrata Along A Thermal Gradient. *British Phycology Journal*, 14, 243-254.
- Ustaoğlu, F. and Tepe, Y., 2019. Water Quality and Sediment Contamination Assessment of Pazarsuyu Stream, Turkey Using Multivariate Statistical Methods and Pollution Indicators. *International Soil and Water Conservation Research*, 7, 47-56.
- Ustaoğlu, F., Tepe, Y. and Taş, B., 2020. Assessment of Stream Quality and Health Risk in A Subtropical Turkey River System: A Combined Approach Using Statistical Analysis and Water Quality Index. *Ecological Indicators*, 113, 105815.
- Uygun, A., 2010. Akarçay'ın (Afyonkarahisar) Bentik Diatomeleri ve Çay Su Kalitesi Değerlendirilmesinde Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Van Dam, H., Mertens, 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.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D. and Şahin, C., 2005. Determination of Water Quality in terms of Physico-Chemical Structure of The River İyidere (Trabzon). *Ekoloji*, 15 (57), 716.
- Vilbaste, S., 2001. Benthic Diatom Communities in Estonian Rivers. *Boreal Environment Research*, 6, 191-203.
- Vilbaste, S., 2003. Application of Diatom Indices in The Evaluation of The Water Quality in Estonian Streams. Institute of Zoology and Botany, Estonian Agricultural University, Riia, 181, 51014.
- Wan Maznah, W.O. and Mansor, M., 2002. Aquatic Pollution Assessment Based on Attached Diatom Communities in The Pinang River Basin, Malaysia. *Hydrobiologia*, 487, 229-241.
- Watanabe, T.A.K. and Houki, A., 1990. Numerical Simulation of Organic Pollution in Flowing Waters. *Encyclopedia of Environmental Control Technology vol. 4. Hazardous Waste Containment and Treatment*. P. N. Cheremisinoff., Gulf Publishing Company Houston, 251-284.
- Wehr, J.D. and Sheath, R.G., 2003. *Freshwater Algae of North America*. Elsevier Science, 917 p, USA.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E., 1991. *Limnological Analyses*. 2th edition, Springer Verlag, 391 p, New York,
- Whitton, B.A., Rott, E. and Friedrich, G., 1991. Use of Algae for Monitoring Rivers. *Proc. Internat. Symp. Dusseldorf. Universität Innsbruck, Institut Für Botanik*, 193 p, Germany.
- Whitton, B.A. and Rott, E., 1996. Use of Algae for Monitoring Rivers II. *Proc. International Symposium, Innsbruck, Austria 17-19 September 1995, Inst. Für Botanik*, 196 p, Innsbruck.
- Winter, J.G. and Duthie, H.C., 2001. Relating Benthic Diatom Community Structure to Nutrient Loads and Water Quality in Southern Ontario Streams. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27, 3902-3906.
- Yalçın, H. ve Gürü, M., 2002. *Su Teknolojisi*. Palme Yayıncılık, 504 s, Ankara.

- Yay, T.E., Özel, B. ve Tekin Özan, S., 2019. Ulupınar Çayı ve Olimpos Deresi (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diatomlara Göre Belirlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (2), 111-124.
- Yıldırım, V., Şen, B. ve Çetin, K.A., 2003. Hazar Gölü'ne Dökülen Kürk Çayı'nın (Elazığ) Epipelik Diatome Florası. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 15 (3), 329-336.
- Yıldırım, V. and Çetin, A.K., 2009. Periphytic Diatom Assemblages from Cip Stream, Turkey: An Examination of Community Relationships and Habitat Preferences. Fresenius Environmental Bulletin, 18 (9), 1546-1550.
- Yıldırım, V. and Çetin, A.K., 2016. Benthic Diatom Assemblages from Maden Stream (Elazığ-Turkey): An Examination of Community Relationships and Habitat Preferences. Fresenius Environmental Bulletin 25 (7), 2662-2667.
- Yıldız, A., 2018. Çanakkale Boğazı Denizel Bentik Diatome Florasının Sistematiği Açısından Ön İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Yılmaz, N., 2013. Phytoplankton Composition of Sazlıdere Dam Lake, İstanbul, Turkey. Maejo Int. J. Sci. Technol., 7 (02), 203-211.
- Yılmaz, A., 2015. Küresel Isınmanın Dünya Su Rezervleri Üzerindeki Etkileri. Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, 8-2.
- Yu, S. and Lin, H., 2009. Effects of Agriculture on The Abundance and Community Structure of Epilithic Algae in Mountain Streams of Subtropical Taiwan. Botanical Studies, 50, 73-87.
- Zelazna Wiczorek, J. and Ziulkiewicz, M., 2009. Using Benthic Diatoms in The Assessment of Spring Water Quality in Suburban Areas. Department of Algology, University of Lodz ul. Banacha 12 (16), 90-237.
- Zeybek, M., Kalyoncu, H., Ertan, Ö.O. ve Çiçek, N.L., 2012. Köprüçay Irmağı (Antalya) Bentik Omurgasız Faunası. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16 (2), 146-153.
- Zhou, F., Huang, G.H., Guo, H.C., Zhang, W. and Hao, Z.J., 2007. Spatio-Temporal Patterns and Source Apportionment of Coastal Water Pollution in Eastern Hong Kong. Water Res., 41, 3429-3439.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	: Hürrem YUMUK ARSLAN
Doğum tarihi	:
Doğum Yeri	:
Uyruğu	:
Adres	:
Tel	:
E-mail	:
Eğitim	
Lise	: Erzurum Lisesi
Lisans	: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
Yüksek lisans	: Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
Doktora	: Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	: Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	