KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAPANCA GÖLÜ'NÜ BESLEYEN DERELERİN BENTİK DİYATOME FLORASININ BELİRLENMESİ

FÜSUN ÖNCÜ

KOCAELİ 2022

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAPANCA GÖLÜ'NÜ BESLEYEN DERELERİN BENTİK DİYATOME FLORASININ BELİRLENMESİ

FÜSUN ÖNCÜ

Doç.Dr. Arzu MORKOYUNLU YÜCE
Danışman, Kocaeli Üniv. ……

Doç.Dr. Hamdi AYDIN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv. ……

Prof.Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ
Jüri Üyesi, Sakarya Üniv. ……

Tezin Savunulduğu Tarih: 27/06/2022

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez / proje çalışmasında,

- Bu tezin / projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin / Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez / proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

[x] Bu tez / proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum / kuruluş tarafından maddi / alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

[ ] Bu tez / proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi / alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

……

Füsun ÖNCÜ

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin / projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin / projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan ***"Lisanüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi / Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin / projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin / projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- ☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

……

Füsun ÖNCÜ

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince her konuda bilgi ve desteğinden yararlandığım, sabır ve anlayışla beni her daim yönlendiren ve teşvik eden, OMNIDIA 6.08 programı kullanarak trofik diyotom indekslerinin hesaplanmasını sağlayan çok değerli danışman hocam Doç.Dr. Arzu MORKOYUNLU YÜCE'ye çok teşekkür ederim.

Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden değerli hocam Prof.Dr. Tuğba ONGUN SEVİNDİK'e tez çalışmama destek ve katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Çalışmalarımın gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen İ.Ü. Su Bilimleri Fakültesi Sapanca Biriminin değerli yöneticisi Bahattin KAYA'ya, çalışma ekipmanlarımın temin edilmesinde, arazi ve laboratuvar çalışmalarım sırasında beni destekleyen ve her zaman yardımcı olan değerli hocam Dr. Hakan ERK'e ve çalışmam boyunca her konuda desteğini gördüğüm değerli mesai arkadaşım Biyolog Muhammed Ali BALTACI'ya ve tezim süresince yardımcı olan tüm mesai arkadaşlarıma, ayrıca arazi çalışmalarım sırasında ve tez yazım sürecinde beni yalnız bırakmayan ve her zaman yanımda olan canım kardeşim Serdar ÖNAL'a çok teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bana her zaman güvenen ve kayıtsız destekleyen değerli annem Vahide ÖNAL ve babam Yalçın ÖNAL'a çok teşekkür ederim. Beni her zaman destekleyen değerli eşim Ömer ÖNCÜ'ye, canlarım İlke, Görkem ve Gökçe ÖNCÜ'ye bana verdikleri desteklerinden, gösterdikleri sabır ve hoşgörüden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Haziran - 2022 Füsun ÖNCÜ

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
ÖZET ix
ABSTRACT x
1. GİRİŞ 1
1.1. Dünya Su Kaynakları 1
1.2. Türkiye Su Kaynakları 3
1.3. Su Kaynaklarının Fitobentoz İndeksleriyle Değerlendirilmesi 4
1.4. Kaynak Özetleri ve Araştırmanın Amacı 5
2. MALZEME VE YÖNTEM 9
2.1. Sapanca Gölü 9
2.1.1. Maden Deresi 10
2.1.2. Eşme Deresi 11
2.1.3. Aygır Deresi 11
2.1.4. Kasabasın Deresi 12
2.1.5. Yanık Deresi 13
2.2. Derelerin Bazı Su Kalitesi Özelliklerinin Belirlenmesi 14
2.3. Kimyasal Analizler 14
2.4. Fitobentoz Diyatomelerin Örneklenmesi, Teşhisi ve Sayımı 14
2.4.1. Sıklık Analizi 15
2.4.2. Baskınlık Analizi 16
2.4.3. Benzerlik Analizi 16
2.4.4. Çeşitlilik Analizi 17
2.4.5. Düzenlilik Analizi 17
2.4.6. Dereler İçin Trofik Diyatome İndeksleri 18
3. BULGULAR 19
3.1. Derelerin Su Örneklerinde Belirlenen Bazı Su Kalitesi Parametreleri 19
3.1.1. Sıcaklık 19
3.1.2. Toplam Çözünmüş Madde (TDS) 20
3.1.3. pH 21
3.1.4. Çözünmüş Oksijen Miktarı 22
3.1.5. Amonyum Azotu 23
3.1.6. Nitrat Azotu (NO_3-N) 24
3.1.7. Nitrit Azotu (NO_2-N) 25
3.1.8. Toplam fosfor (TP) 26
3.1.9. Ortofosfat fosforu (PO_4-P) 27
3.2. Derelerin Diyatome Kompozisyonu 27

3.3. Sıklık ve Baskınlık....33
3.4. Benzerlik Analizi....33
3.5. Çeşitlilik ve Düzenlilik Değişimi....34
3.6. Diyatome İndeksleri....34
4. SONUÇ VE ÖNERİLER....35
KAYNAKLAR....39
EKLER....45
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER....52
ÖZGEÇMİŞ....53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünyadaki Su Kaynakları 2
Şekil 2.1. Sapanca Gölü ve örnekleme istasyonları 10
Şekil 2.2. Maden Deresi 10
Şekil 2.3. Eşme Deresi 11
Şekil 2.4. Aygır Deresi 11
Şekil 2.5. Aygır Deresi 2.istasyon 12
Şekil 2.6. Kasabasın Deresi 12
Şekil 2.7. Yanık Deresi 13
Şekil 2.8. Yanık Deresi örnekleme 13
Şekil 3.1. Derelerin sıcaklık değerleri 19
Şekil 3.2. Derelerin TDS değerleri 20
Şekil 3.3. Derelerin pH değerleri 21
Şekil 3.4. Derelerin çözünmüş oksijen değerleri 22
Şekil 3.5. Derelerin amonyum azotu değerleri 23
Şekil 3.6. Derelerin nitrat azotu değerleri 24
Şekil 3.7. Derelerin nitrit azotu değerleri 25
Şekil 3.8. Derelerin toplam fosfor değerleri 26
Şekil 3.9. En bol bulunan türlerin derelerdeki dağılımı (birey sayısı/n) 33
Şekil A.1. *Amphora ovalis* 46
Şekil A.2. *Cocconeis pediculus* 46
Şekil A.3. *Cocconeis placentula* 47
Şekil A.4. *Cyclotella meneghiniana* 47
Şekil A.5. *Diatoma vulgaris* 48
Şekil A.6. *Cymbella affinis* 48
Şekil A.7. *Gomphonella olivacea* 49
Şekil A.8. *Hantzschia amphioxysis* 49
Şekil A.9. *Melosira varians* 50
Şekil A.10.*Navicula radiosa* 50
Şekil A.11.*Rhoicosphenia abbreviata* 51
Şekil A.12.*Ulnaria ulna* 51

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Araştırma istasyonlarına ait koordinatlar.....9
Tablo 2.2. Bazı diyatome indeksleri 18
Tablo 3.1. Derelerin ortofosfat fosforu değerleri.....27
Tablo 3.2. Derelere ait diyatome tür listesi.....27
Tablo 3.3. Diyatomelere göre derelerin benzerlik indeksleri 34
Tablo 3.4. Derelerde tespit edilen indeks değerleri 34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde miktarı
˚C	: Santigrad derece
CO_2	: Karbondioksit
H_2O_2	: Hidrojen peroksit
HCl	: Hidroklorik asit
km^2	: Kilometrekare
km^3	: Kilometreküp
KNO_3	: Potasyum nitrat
L	: Litre
m^3	: Metreküp
mg	: Miligram
mgO_2/l	: Çözünmüş oksijen konsantrasyonu
µm	: Mikrometre
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
$NaNO_2$	: Sodyum nitrit
NH_4-N	: Amonyum azotu
NO_2-N	: Nitrit azotu
NO_3-N	: Nitrat azotu
pH	: Çözeltilerin asitlik veya bazlık derecesi
PO_4-P	: Ortofosfat fosforu (Fosfat fosforu)
rpm	: Revolutions per minute (dakikada devir sayısı)
TDS	: Total Dissolved Solids (Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı)
TP	: Toplam fosfor

Kısaltmalar

CEE	: Comminity of European Economical Index (Avrupa Ekonomik Topluluğu İndeksi)
DES	: Descy's Index (Descy İndeksi)
IDAP	: Index Diatom Artois Picardie (Artois Picardie Diyatome İndeksi)
IDG	: Index of Generic Diatom (Cins Diyatome İndeksi)
IPS	: Index of Specific Pollution Sensitivity (Özel Kirlenme Duyarlık İndeksi)
SHE	: Steinberg and Schiefele Index (Steinberg and Schiefele İndeksi)
SLA	: Sladecek Index (Sladecek İndeksi)
TDI	: Trophic Diatom Index (Trofik Diyatome İndeksi)
TIT	: Trofik İndeks Türkiye

SAPANCA GÖLÜ'NÜ BESLEYEN DERELERİN BENTİK DİYATOME FLORASININ BELİRLENMESİ

ÖZET

Çalışmamızda, önemli bir su kaynağı olan Sapanca Gölü'nü besleyen Maden Deresi, Eşme Deresi, Aygır Deresi, Kasabasın Deresi, Yanık Deresi'nin bentik diyatomelerinin belirlenmesi ve trofik düzeylerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Araştırma kapsamında, her dereden 2 örnekleme istasyonu olmak üzere 10 istasyonda, Ocak 2021 - Ekim 2021 tarihleri arasında örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. Derelerde yayılış gösteren fitobentoz kompozisyonu ve mevsimsel değişimleri incelenmiş olup, derelerde toplamda, 74 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar; Yanık Deresi'nde 35, Maden Deresi'nde 54, Aygır Deresi'nde 37, Kasabasın Deresi'nde 50 ve Eşme Deresi'nde 35 olarak tespit edilmiştir. Diyatome kompozisyonu olarak derelerden en fazla taksona sahip olan Maden Deresi olarak belirlenmiştir. İstasyonlardaki ölçüm ortalamalarına göre, su sıcaklığı: 15,5 ^{0}C; pH: 7,7; çözünmüş oksijen değeri 8,6 mg/l; TDS (toplam çözünmüş katı madde miktarı): 565,7 mg/l; amonyum azotu: 0,06 mg/l; ortofosfat fosforu: < 0,3 mg/l; nitrat azotu: 1,4 mg/l; nitrit azotu: 0,02 mg/l; toplam fosfor: 0,7 mg/l olarak tespit edilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde; amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve ortofosfat fosforu değerlerinin su kalite sınıfının I (çok iyi) olduğu tespit edilmiştir. Toplam fosfor değeri, Aygır, Kasabasın, Yanık derelerinde 0,3 mg/l, Maden Deresi'nde 0,64 mg/l ve Eşme Deresi'nde 0,89 mg/l ölçülmüştür. Buna göre, tüm derelerde ölçülen değerler, yönetmelikte verilen > 0,2 mg/l değerinden yüksek olduğundan su kalite sınıfı III (orta) olarak tespit edilmiştir. Çalışmada; Yanık, Maden, Aygır ve Eşme derelerinde, *Cymbella affinis* en baskın takson olarak tespit edilmiştir. Kasabasın Deresi'nde *Ulnaria ulna* en baskın takson olduğu belirlenmiştir. *Cocconeis pediculus, Cocconeis placentula, Encyonema ventricosum, Gomphonella olivacea, Navicula angusta, Navicula radiosa* taksonlarının diğer taksonlara oranla daha fazla birey sayısı ve sıklığa sahip oldukları da tespit edilmiştir. Benzerlik analizi sonuçlarına göre; derelerdeki istasyonlarda tespit edilen diyatomelerin benzerlik düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Derelerin düzenlilik indeksi 0,79 - 0,85 aralığında olup, istasyonların düzenli dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Derelere ait diyatome indeksleri değerlendirildiğinde; DESCY, IDAP, IPS, IDG, SLA indeksine göre "İYİ", CEE, TDI,SHE ve TIT indekslerine göre "ORTA" düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Değerlendirmede, derelerin trofik düzeyleri, su kalitesi parametreleri, yayılış gösteren türler ve diyatome indekslerinin uyumluluk gösterdiği ve orta-iyi su kalite sınıfında oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dere, Diyatome İndeksi, Fitobentoz, Su Kalitesi, Yüzey Su Kirliliği.

DETERMINATION OF THE BENTHIC DIATOM FLORA OF THE STREAMS FEEDING LAKE SAPANCA

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the benthic diatoms and trophic levels of Maden Stream, Esme Stream, Aygir Stream, Kasabasin Stream and Yanik Stream feeding Sapanca Lake, which is an important water source. Within the scope of the research, seasonal sampling was carried out between January 2021 and October 2021 at 10 stations, 2 from each stream. The phytobenthos composition and seasonal changes in the streams were examined, and a total of 74 taxa were identified in the streams. These taxa were identified as 35 in Yanik Stream, 54 in Maden Stream, 37 in Aygir Stream, 50 in Kasabasin Stream and 35 in Esme Stream. Maden Stream was determined as having the highest number of taxa among the streams in terms of diatom composition. According to the measurement averages at the stations; the water temperature was detected as 15.5 ^{0}C, pH 7.7, dissolved oxygen value 8.6 mg/l, TDS (the amount of dissolved solids in the water): 565.7 mg/l, ammonium nitrogen: 0.06 mg/l, orthophosphate: < 0.3 mg/l, nitrate nitrogen: 1.4 mg/l, nitrite nitrogen: 0.02 mg/l, total phosphorus: 0.7 mg/l. When evaluated according to the Surface Water Quality Regulation, it was determined that ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen and orthophosphate values were in water quality classes I (very good). It was determined that the total phosphorus values were as 0.3 mg/l in Aygir, Kasabasin and Yanik Streams, and 0.64 mg/l in Maden Stream and 0.89 mg/l in Esme Stream. According to this, it was determined that the measured value in all streams was higher than the value > 0.2 mg/l given in the regulation and it had water quality classes III (medium) water character. In the study, *Cymbella affinis* was determined as the most dominant taxon in Yanik, Maden, Aygir and Esme Streams. It was determined that *Ulnaria ulna* was the most dominant taxon in Kasabasin Stream. It was also determined that the taxa *Cocconeis pediculus, Cocconeis placentula, Encyonema ventricosum, Gomphonella olivacea, Navicula angusta, Navicula radiosa* had a higher number and frequency of individuals than other taxa. According to the results of similarity analysis; it was seen that the similarity levels of the diatoms detected at the stations in the streams were close to each other. The regularity index of the streams was between 0.79 - 0.85 and it was determined that the stations had a regular distribution. When the diatom indices of the streams were evaluated, it was determined that they were at the level of GOOD according to the DESCY, IDAP, IPS, IDG, SLA indexes, and at MEDIUM level according to the CEE, TDI, SHE and TIT indexes. In the evaluation, it was determined that the trophic levels, water quality parameters, widespread species and diatom indices of the streams showed compatibility and were in the medium-good water quality class.

Keywords: Stream, Diatom Index, Phytobenthos, Water Quality, Surface Water Pollution.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişimler, insan nüfusundaki hızlı artış, iklimsel değişiklikler ve yıllar içinde değişen birçok faktör su kaynakları üzerinde tehdit oluşturmaktadır. İçilebilir su kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle, doğal su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi oldukça önemlidir. Bu amaçla, hem dünyada hem de Türkiye'de su kaynakları, su kalitesi ve özellikleri tespit ve takip edilmeli, su kaynaklarının korunması için önlemler alınmalıdır. Dünyada ve ülkemizde doğal kaynaklardan verimli bir şekilde yararlanabilmek için farklı yasal uygulamalar mevcuttur. Sucul sistemlerin yönetim sürecinde; su kaynaklarının miktar, kalite, ekolojik ve biyolojik özelliklerinin bilinmesi, su verimliliği, su bütçesi ve kullanımı, su kaynaklarının güvenliği, su kaynakları çevresindeki sosyo-ekonomik yapı ve su politikaları oldukça önemli konulardır.

1.1. Dünya Su Kaynakları

Dünyadaki yaşamın sürekliliğini sağlayan su ve su kaynakları tüm canlılar için oldukça önemlidir. Dünya nüfusunun az olduğu çağlarda, içilebilir kaliteli su kaynakları mevcutken, 21. yüzyılda, teknolojik gelişmeler, sanayi, nüfus artışı, iklimsel değişimler ve sosyo-ekonomik yapılar su kalitesini olumsuz etkilemiştir. Dünyanın dörtte üçü sularla kaplıdır. %97,5'i tuzlu su olarak deniz ve okyanuslarda bulunurken, %2,5'luk kısmı tatlı sudur (Shiklomanov ve Rodda, 2003). Tatlı suların büyük bölümü kutuplarda buzul olarak veya donmuş toprak tabakasında bulunmaktadır (Alpaslan ve diğ., 2008). Dünya su kütlesi içerisinde içilebilir su kaynaklarının %2,5'luk dilimde yer alması, kıtalardaki iklimsel şartlar, nüfus yoğunluğu ve su kaynaklarındaki farklı dağılımlar, su teknolojisindeki yetersizlikler vb. etkenlerden dolayı, dünyanın bir çok bölgesinde su sorunu yaşanmaktadır. Yaşam için çok gerekli olan suyun sürdürülebilirliği için, sosyo-politik ve stratejik yönetim oldukça önemlidir. Su miktarı dikkate alınarak, ülkelere göre 3 farklı sınıflandırma yapmak mümkündür.

Su fakirliği : Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarının 1.000 m^3'ten daha az olması durumu.

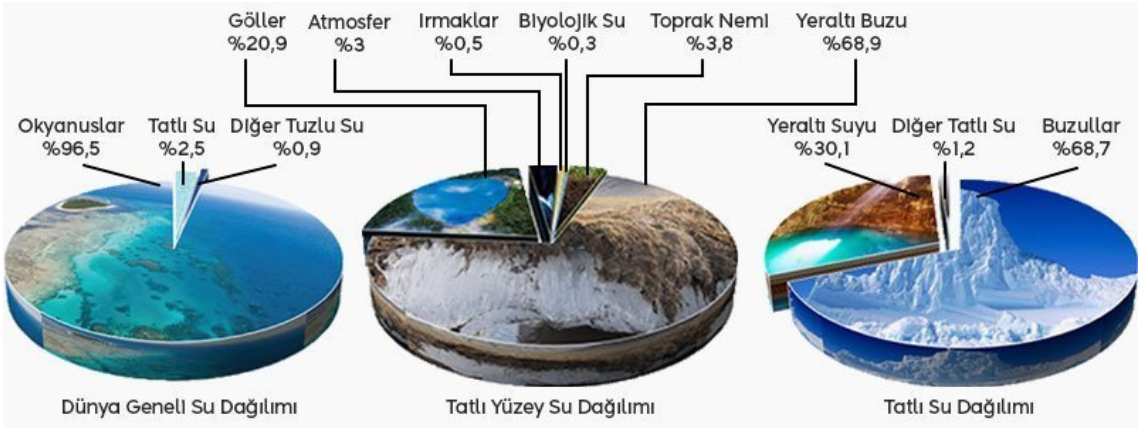
Su azlığı : Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarının 2.000 m^3'ten daha az olması durumu.

Su zenginliği : Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarının 8.000-10.000 m^3'ten daha fazla olması durumu.

Bu tanımlamalara ek olarak şu tanımları da eklemek mümkündür.

Su baskısı : Ülke bazında, kişi başına düşen yıllık kullanılabilir tatlı su miktarının 1.700 m^3'ün altına düşmesi durumu.

Su açığı : Ülke bazında, kişi başına düşen yıllık kullanılabilir tatlı su miktarının 1.000 m^3'ün altına düşmesi durumu.



Şekil 1.1. Dünyadaki Su Kaynakları (URL-1)

Su kaynakları zenginliğine sahip bölgeler ve ülkeler arasında; Kuzey Amerika (özellikle Kanada), Orta ve Güney Amerika, Avrupa'nın kuzey ve batı bölgeleri, Kuzey Asya (Sibirya), Güney Asya (Endonezya, Malezya, Filipinler) ve Avustralya sayılabilir (Yılmaz, 2015).

2000 yılına ait dünya su verileri incelendiğinde, hijyen koşulları yetersiz olan Afrika, Asya, Latin Amerika ve Karayipler'de temiz içme suyu Afrika %36, Asya %19, Latin Amerika ve Karayipler %13 olarak tespit edilmiştir (Postel ve Vickers, 2004). Dünya su kaynaklarının kullanım oranlarına bakıldığında; %70'ini tarım amaçlı kullanım,

%19'unu sanayi kullanımı ve %11'ini de evsel kullanım oluşturmaktadır (Ekinci, 2015). Su kaynaklarının yönetiminde, bütüncül havza yönetimi anlayışı 1990'lı yıllardan itibaren uluslararası kuruluşlar tarafından gündeme alınmıştır. Sucul sistemlerin bütüncül yönetimine ilişkin bu kavram, 1992 yılında Rio de Janeiro Çevre Zirvesi'nde yapılan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'yle birlikte ana hatlarına kavuşmuştur. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği konusu, Avrupa Birliği üyesi ülkeler tarafından izleme programına dahil edilmiş, yüzey sularının ekolojik kalitesine ilişkin olarak Avrupa Birliği direktifinin önerilmesi için fırsat yaratmıştır. Su Çerçeve Direktifi'yle (SÇD) birlikte, Avrupa Birliği tarafından, üye ülkelerin tüm su ve sulak alanlarının sağlık, temizlik gibi konularda tatmin edici bir düzeye erişmesi amaçlanmıştır. Yine bu direktifler, Avrupa Birliği üyesi olan ülkeler nezdinde örnekleme ve analiz prosedürlerinin standartlaştırılmasına da vesile olmuştur (Çetin, 2017). Bütünleşik havza yönetiminde temel hedefler, su kaynaklarının sürdürülebilirliği için ekosistem tabanlı iyileştirme, koruma, kontrol ve önlem alma yöntemlerinin uygulanması olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği'nin uygulamaya aldığı Su Çerçeve Direktifi, yerüstü su kaynaklarının ekosistemlerinin korunması için, su kalite standartlarının, ekolojik yapılarıyla birlikte bütünleşik bir çevre koruma ve yönetim yaklaşımını da esas almaktadır. Bu kapsamda, su kaynakları üzerinde tehdit oluşturan etkenlerin ve maddelerin kontrolü için Çevresel Kalite Standartlarının (ÇKS) belirlenmesi ve uygulanması için çalışmalar büyük önem arz etmektedir (Demir Yetiş ve diğ., 2019).

1.2. Türkiye Su Kaynakları

Coğrafik olarak, yarı kurak iklim bölgesinde yer alan Türkiye, su kaynaklarından daha verimli yararlanabilmek için, sucul sistemlerin su kalitesinin iyileştirilmesi, su kapasitesinin artırılması, koruma ve kullanma dengesinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve izlenmesi büyük önem taşımaktadır. İklimsel ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak, Türkiye'deki su kaynaklarının mevcut su kapasite durumları, bölgeler arasında değişkenlik göstermektedir. Yüzölçümü 779.500 km^2 olan ülkemizde, tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli toplamı 112 milyar m^3 ve yıllık ortalama yağış hacmi 450 milyar m^3'tür (Anonim, 2022). Türkiye'de yerüstü (%72,2) ve yeraltı

(%27,8) kaynaklardan elde edilen suların 40,0 milyar m^3'ü (%74) sulama, 7 milyar m^3'ü (%13) içme-kullanma, 7 milyar m^3'ü (%13) sanayi suyu ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır (Anonim, 2022). Hassas su kütleleri, nitrata hassas alanlar, Ülkemize özgü çevresel kirleticilerin belirlenmesi ve su kaynaklarının iyileştirilmesi amacıyla, Avrupa Birliği öncelikli maddeleri ve Su Çerçeve Direktifi gibi standartlar uygulamaya alınmıştır. Sucul sistemlerin izlenmesine ilişkin olarak, Bakanlıkların yürütme yetkisinde olan bir çok yönetmelik uygulamaya alınmış; Ülkemizde bulunan 25 farklı nehir havzası için, Avrupa Birliği izleme programları hazırlanmış ve başlatılmıştır. Su Çerçeve Direktifi, Nitrat Direktifi ve ülkemiz yönetmelikleri kapsamında yürütülen projeler sonucunda, belirlenmiş havzalar için Havza Yönetim Planları hazırlanmakta ve 2023 yılına kadar tamamlanması planlanmaktadır (Anonim, 2022).

1.3. Su Kaynaklarının Fitobentoz İndeksleriyle Değerlendirilmesi

Su kaynaklarında yayılış gösteren alg grupları arasında geniş dağılıma sahip olan diyatomelerin, Kretase dönemine ait fosilleri, bu grubun geçmişten günümüze kadar devam eden sürecini göstermektedir (Gersonde ve Harwood, 1990). Bu grup, geniş ekolojik toleranslarından dolayı, hem nemli karasal ortamda hem de sucul ortamlarda (deniz, nehir, göl, gölet, vb.) yayılış gösterebilmektedir. Besin zincirinde, birincil üretici olmaları açısından sucul yaşam için oldukça önemli organizmalardır. Diyatomelerin en önemli özelliklerinden biri, hücrelerinde bol miktarda silis barındırmalarıdır. Diyatomelerin silis yapısındaki hücre duvarları birbiri üzerine kapanan, kapaklı kutuya benzer bir yapıdadır (Alemdar, 2019). Bu yapı, diyatomelerin sınıflandırılmasında oldukça önemlidir. Bu grup, ekolojik toleransları nedeniyle bütün sucul habitatlarda bol olarak bulunabilmektedir. Hücre bölünme yeteneği yüksek olan diyatomeler, sahip oldukları özelliklerden dolayı, şartlarda oluşabilecek herhangi bir değişiklikte bunu en iyi şekilde göstermektedirler. Bu özellikleri, diyatomeleri iyi bir indikatör yapmaktadır. Bununla birlikte, besin zinciri ile biyo-kimyasal döngüler arasındaki bağlantılarda da önemli bir role sahiptir (Çetin, 2017). Lotik ve lentik sucul sistemlerin trofik durumlarının belirlenmesinde, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve bir çok

araştırmacı, fitobentozun kullanılmasını önermektedir (Busse ve Snoeijs, 2003; Çolak Sabancı, 2008). Özellikle dere, akarsu, nehir gibi akan sularda gerçek fitoplanktonun bulunmaması nedeniyle, diyatomeler bu sistemlerin izlenmesinde oldukça önemli organizmalardır. Son yıllarda, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'daki "Uluslararası Değerlendirme Programları"nda ve sucul sistemler üzerine yapılan çalışmalarda, nehirlerin ekolojik durumlarının değerlendirilmesinde, diyatomeler önemli bir parametre haline gelmiştir (Çetin, 2017). Akan sucul sistemlerdeki diyatome tür ve çevre ilişkisini değerlendirmek için, bir çok diyatome indeksi kullanılmaktadır. Bu hesaplamaların yapılmasında en yaygın kullanılan yazılım OMNIDIA'dır. Bu yazılımdaki indeksler, çoğunlukla nehir diyatomeleri kullanılarak geliştirilmiş olup; akan sularda, su kalite sınıfının belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Çetin, 2017).

1.4. Kaynak Özetleri ve Araştırmanın Amacı

Sakarya Havzası'nda yer alan Sapanca Gölü, Sakarya ili ve çevre illerinin önemli bir içme ve kullanım suyu kaynağıdır. Havza içinde Sapanca Gölü'nü besleyen dereler hem gölün su bütçesine hem de doğal yaşamına katkı sağlamaktadır. Sakarya havzası ve Sapanca Gölü üzerinde hidrolojik, limnolojik, ekolojik ve su kalitesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Ülkemizde, Sakarya havzasında yapılan çalışmaların bazıları şunlardır:

Temel (1992), Sapanca Gölü'nde yaptığı araştırmada; fitoplanktonunun Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Euglenophyta ve Pyrrophyta diviziolarına ait 138 takson bulunduğunu ve tüm mevsimlerde Bacillariophyta bölümü alglerinin diğerlerine oranla daha baskın olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, incelenen klorofil-a değerlerinin, sonbahar döneminde (özellikle kıyı istasyonlarında) daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir.

Bozatlı (1997), Sapanca Gölü kıyı bölgesi sedimanları üzerinde yaptığı çalışmada, Bacillariophyta üyelerinin baskın olduğunu tespit etmiştir. Araştırmada, Amphora,

Cymbella, Fragilaria, Navicula ve Synedra cinslerinin sürekli bulunduğu ve Sapanca Gölü'nün mezotrofik karakterde olduğunu tespit etmiştir.

Açıkgöz (2008), Sapanca Gölü'nü besleyen dereleri hidrojeokimyasal olarak incelediği çalışmada; su kirliliğinin özellikle kanalizasyon sistemi bulunmayan ve tarımsal faaliyetlerin olduğu gölün kuzey kesimindeki Maden ve Eşme derelerinde yoğunlaştığı, gölün güneyinde bulunan Kasabasın, Kurtköy ve Mahmudiye derelerinde de kirlilik belirtilerinin olduğunu tespit etmiştir.

Solak ve Wojtal (2010), Sakarya Nehri Havzası'nda seçilen 15 istasyonda yaptıkları çalışmada, 304 diyatome türü teşhis etmişlerdir. Cymbella, Fragilaria, Gomphonema, Navicula ve Nitzschia cinsleri yaygın olarak görülmüş, aynı çalışmada Türkiye alg florası için yeni kayıt olan *Caloneis lancettula, Caloneis fontinalis, Cymbella affiniformis, Cymbella subleptoceros* ve *Pinnularia viridiformis* türleri tespit etmişlerdir.

Morkoyunlu Yüce ve Gönülol (2016), Sakarya Nehri'nde seçilen 4 istasyonda (Ferizli Köprüsü, Liman Dere, Tuzla ve Karasu Yenimahalle) Ekim 2009 - Eylül 2010 tarihleri arasında yaptıkları çalışmada, Ferizli Köprüsü ve Karasu Yenimahalle istasyonlarında baskın takson olarak *Navicula radiosa* tespit etmişlerdir. Epilitik diyatome çeşitliliği ve suyun fizikokimyasal parametreleri arasında da korelasyon olduğunu görmüşlerdir.

Solak ve diğ. (2016), Yalova ilinde yaptıkları araştırmada, belirlenen akarsularda 25 istasyon seçmişlerdir. Yapılan incelemede 19 takson tespit etmişlerdir. Ayrıca, Türkiye tatlısu diyatome florası için yeni kayıt olan *Reimeria ovata, E. subminuta, Encyonopsis minuta, Encyonema reichardtii* ve *Cymbella excisa* türleri tespit etmişlerdir.

Sevindik ve Küçük (2016), Acarlar Longozu'nda (Sakarya), 2011-2012 yılları arasında seçilen 3 istasyonda, su kalitesini, epilitik ve epifitik diyatomeler kullanarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada, 5 farklı diyatome indeksi kullanılmış ve Acarlar Longozu'nun su kalitesini mesosaprobik olarak tespit etmişlerdir. Fizikokimyasal parametreler, yapılan tespitleri doğrulamaktadır.

Çetin (2017), Yukarı Sakarya Havzası'nda ekolojik durumun tahmininde fitobentozun temsilcisi olan diyatomelerin kullanılmasını amaçlamıştır. Örneklerde toplamda 96 diyatome türü teşhis etmiş, *Achnanthidium minutissimum, Cymbella excisa, Craticula subminuscula* ve *Fragilaria brevistriata* dominant türler olmuştur. Diyatome indeksleri arasında toplam azot ile yüksek korelasyon gösteren IDP İndeksi, sonuçların değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

Morkoyunlu Yüce ve diğ. (2017), İstanbul Dere, Aliağa Dere, Bostancı Dere ve Orta Dere epilitik alg florası kalitatif ve kantitatif olarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, İstanbul Dere'de 22, Aliağa Dere'de 10, Bostancı Dere'de 14 ve Orta Dere'de 12 takson tespit etmişlerdir. Ayrıca, derelerdeki türlerin, temiz suda ve trofik düzeyi yüksek sularda yaşayan kozmopolit türler olduğunu belirlemişlerdir.

Durgut (2017), Poyrazlar, Küçük Akgöl ve Taşkısı göllerini, Mayıs 2015 - Nisan 2016 tarihleri arasında incelemiştir. İnceleme sonucunda toplam 119 diyatome türü tespit edilmiştir. Göllerdeki istasyonlarda, tespit edilen türler yönünden, benzerlik düzeylerinin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Trofik durum indeksi (TDIL) sonuçlarına göre Poyrazlar Gölü "orta-iyi", Küçük Akgöl Gölü "orta", Taşkısı Gölü ise "iyi" su kalite sınıfında değerlendirmiştir.

Güzel (2019), Sakarya havzası göllerinde yaptığı çalışmada, Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa, Mioza ve Ochrophyta divizyolarına ait 283 takson tespit etmiştir.

Solak ve diğ. (2020), Sakarya havzasındaki nehirlerin diyatomelerle değerlendirilmesi çalışmasında, belirlenen diyatome indeks değerlerinin (DES, IDP, IDAP ve IPS) bu bölgenin su kalitesinin değerlendirilmesinde "en uygun" olduğu sonucuna varmışlardır.

Sevindik ve diğ. (2021), Sapanca Gölü Havzası'ndaki (Sakarya, Türkiye) sekiz derenin diyatome indeksleri kullanılarak, ekolojik durum tahmininde, araştırma istasyonlarının ekolojik durumlarının "iyi" olduğunu belirlemişlerdir. İstasyonlar *Cymbella affinis, Reimeria sinuata* ve *Nitzschia dissipata* gibi kirliliğe duyarlı türlerle karakterize

edilmiştir. Sonuçlara göre, biyolojik bir metrik olarak TIT değerinin, Sakarya Nehir Havzası'ndaki akarsuların değerlendirilmesi için yararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmamızda; Ocak 2021 - Ekim 2021 tarihleri arasında, Sakarya il sınırları içerisinde yer alan Maden, Eşme, Aygır, Kasabasın ve Yanık derelerinden alınan fitobentoz örneklerindeki diyatome türlerinin bolluk değişimleri ve su kalite parametreleri mevsimsel olarak incelenmiştir. Araştırmada; derelerin trofik durumlarını belirlemek, sürdürülebilir su yönetimi kapsamında fayda sağlamak ve ihtiyaç duyulduğu takdirde yönetim planlarında kullanmak üzere güvenilir veri tabanlarının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma, Su Çerçeve Direktifi uygulamaları doğrultusunda, ülkemizin su kaynaklarının yönetim planlarının oluşturulması, izlenmesi ve su kalitesinin sürdürülebilir olması yönünde de katkı sağlayacaktır.

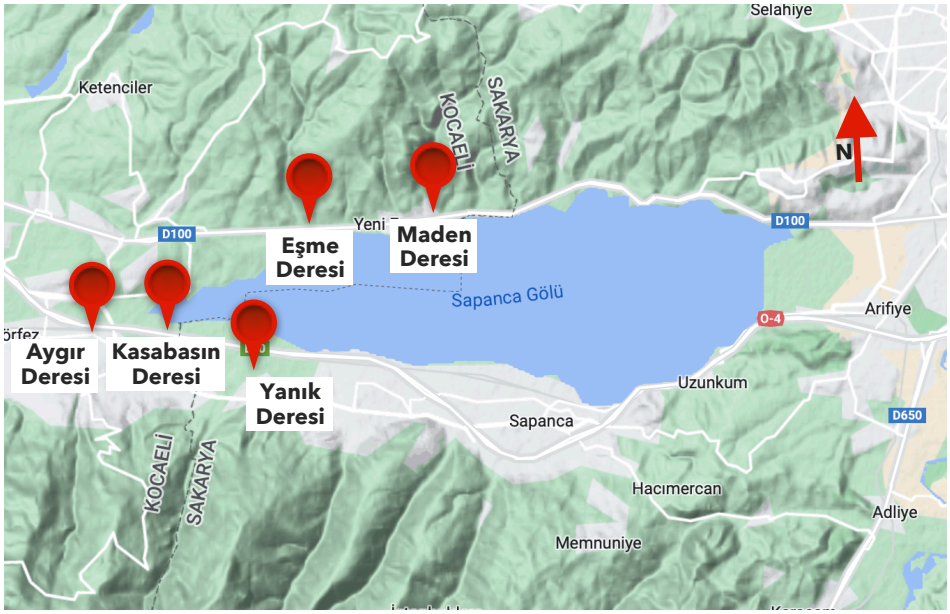
2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Sapanca Gölü

Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğusunda, Kocaeli - Sakarya il sınırları içinde yer alan Sapanca Gölü, deniz seviyesinden 30 m. yükseklikte bir tatlı su gölüdür. Yüzey alanı 47 km^2, maksimum derinliği 52 m, toplam göl çevresi uzunluğu 39 km'dir (Özecik, 2006). Göl, akarsular ve yer altı suları ile beslenmektedir. Sapanca Gölü'ne güneyden dökülen dereler dik yataklıdır ve olası ani taşkınlara sebebiyet verebilecek bir yapıda olup, göle irili ufaklı bol miktarda kaya ve çakıllardan oluşan sediment taşımaktadır (Duman, 2005). Sapanca Gölü'ne dökülen küçüklü büyüklü birçok su kaynağı bulunmaktadır. Bu çalışmada, Sapanca Gölü'nü besleyen Maden, Eşme, Aygır, Kasabasın ve Yanık derelerinin bentik diyatomeleri tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında, her dereden 2 örnekleme istasyonu olmak üzere toplam 10 istasyon belirlenmiş, örneklemeler, Ocak 2021- Ekim 2021 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılmıştır. Araştırma istasyonlarına ait koordinatlar Tablo 2.1.'de, örnekleme istasyonlarına ait görseller Şekil 2.1 - Şekil 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Araştırma istasyonlarına ait koordinatlar

İSTASYONLAR		KOORDİNATLAR	
Maden Deresi	1.İstasyon	**40º 44' 15.8" N**	**30º 13' 41.3" E**
	2.İstasyon	**40º 44' 24.1" N**	**30º 13' 37.3" E**
Eşme Deresi	1.İstasyon	**40º 43' 58.4" N**	**30º 11' 31.7" E**
	2.İstasyon	**40º 44' 08.8" N**	**30º 11' 24.2" E**
Aygır Deresi	1.İstasyon	**40º 42' 34.8" N**	**30º 07' 53.8" E**
	2.İstasyon	**40º 41' 51.7" N**	**30º 07' 41.5" E**
Kasabasın Deresi	1.İstasyon	**40º 42' 34.1" N**	**30º 08' 57.0" E**
	2.İstasyon	**40º 40' 08.9" N**	**30º 08' 52.8" E**
Yanık Deresi	1.İstasyon	**40º 42' 19.6" N**	**30º 10' 25.7" E**
	2.İstasyon	**40º 41' 17.8" N**	**30º 10' 43.7" E**



Şekil 2.1. Sapanca Gölü ve örnekleme istasyonları

2.1.1. Maden Deresi

Maden Deresi içerisinde irili ufaklı taşlar mevcut olup, su akış hızı orta karakterdedir. Çevresinde ağaçlar ve yeşillik alan mevcut olup, su rengi yağışlara göre değişiklik göstermektedir.



Şekil 2.2. Maden Deresi

2.1.2. Eşme Deresi

Dere içinde oldukça büyük ve orta büyüklükte taşlar mevcuttur. Su akışı, yağışlara göre değişmekle birlikte, orta hızlı bir akışa sahiptir. Çevresinde meyilli arazi ve yeşillik alanlar bulunmaktadır.



Şekil 2.3. Eşme Deresi

2.1.3. Aygır Deresi

Aygır Deresi, ormanlık alan içerisinden akan bir dere olup, su hafif akışlıdır. Su içinde irili ufaklı taşlar mevcuttur.



Şekil 2.4. Aygır Deresi



Şekil 2.5. Aygır Deresi 2.istasyon

2.1.4. Kasabasın Deresi

Kasabasın Deresi çevresinde yoğun bitki örtüsü bulunmaktadır. Su yavaş akışlı olup, su içinde daha ufak taşlar yer almakta, yağış durumuna göre su miktarı ve rengi değişiklik göstermektedir.



Şekil 2.6. Kasabasın Deresi

2.1.5. Yanık Deresi

Ormanlık alan içerisinde yer alan bu dere, dere yatağından dolayı, diğer derelere göre daha yavaş akışlıdır. Su içinde büyük kayalarla birlikte, irili ufaklı taşlar da mevcuttur. Dere, eğimli yapısından dolayı, yağışlardan gelen çevresel etkenlere daha açıktır. Yanık Deresi, Şekil 2.7 ve Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Yanık Deresi



Şekil 2.8. Yanık Deresi örnekleme

2.2. Derelerin Bazı Su Kalitesi Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışma, Ocak 2021 - Ekim 2021 tarihleri arasında, mevsimsel olarak, güneyde Aygır, Kasabasın, Yanık; kuzeyde Eşme ve Maden derelerinde seçilen toplamda 10 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal analizler için, 1 litrelik şişelere derelerde seçilen istasyonlardan Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında su numuneleri alınmıştır. Yüzey suyu kalite sınıflandırmasında, arazide ve örnekleme esnasında su sıcaklığı (˚C), çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mg/l), TDS (mg/l) ve pH değerleri HANNA (Hı 9025) marka multiparametre cihazı ile ölçülmüştür.

2.3. Kimyasal Analizler

Derelere ait suların amonyum azotu (NH_4-N), nitrit azotu (NO_2-N), nitrat azotu (NO_3-N), ortofosfat fosforu (PO_4-P) ve toplam fosfor (TP) analizleri, akreditasyonu bulunan çevre laboratuvarında yapılmıştır. Amonyum Azotu (mg/l): Ön İşlem: SM 4500 NH3 B (Distilasyon Metodu), Analiz: SM 4500-NH3 F (Spektrometrik Metot); Fosfat Fosforu (mg/l): SM 4500-P D (Spektrometrik Metot); Nitrat Azotu (mg/l): TS 6231 (Spektrometrik Metot); Nitrit Azotu (mg/l): SM 4500-NO2- B (Spektrometrik Metot); Toplam Fosfor (mg/l): Ön İşlem: SM 4500-P B (Digestion Metodu), Analiz: SM 4500-P D (Spektrometrik Metot) olmak üzere standart teknik ve yöntemlere göre yapılmıştır (TSE, 2005; APHA, 2012).

2.4. Fitobentoz Diyatomelerin Örneklenmesi, Teşhisi ve Sayımı

Sucul sistemlerde, birincil basamağı oluşturmaları, indikatör türleri içermeleri ve sucul sistemlerin trofik durumunun değerlendirilmesinde diyatomeler oldukça önemlidir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan 21/06/2019 tarihli ve 30808 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Biyolojik İzleme Tebliği''nde dördüncü bölümde yer alan "Fitobentoz / Diyatome İzleme Usul ve Esasları" dikkate alınarak, belirlenmiş istasyonlardan örneklemeler yapılmıştır (Resmi Gazete, 2019). Çalışmada, fitobentoz örneklemesi için derelerin içinde bulunan orta boy 5 adet taş kullanılmıştır. Taşlar, içerisinde dere suyu bulunan kaplara konulmuş ve fırça yardımıyla yüzeyleri fırçalanmıştır. İçerisinde fitobentoz örnekleri bulunan kaptaki bulanık kahverengi su

örnekleme şişelerine boşaltılmıştır. Örnekler, %4'lük formaldehit kullanılarak fikse edilmiş ve muhafaza altına alınmıştır. Alınan diyatome örnekleri, çalkalanarak homojen bir hale getirilmiş ve 5-10 ml. süspansiyon kaynatma tüplerine aktarılmıştır. Kaynatma tüplerinin içerisine 10 ml. %30'luk H_2O_2 ilave edilmiş ve çeker ocakta 90±5 ^oC'de 1-2 saat süresince (bütün organik madde oksitlenene kadar) ısıtılmıştır. Isıtma işleminden sonra, kalan H_2O_2 'yi uzaklaştırmak için kaynatma tüpleri içine birkaç damla HCl eklenmiştir. Kaynatma tüpleri saf su ile yıkanarak çeker ocakta soğumaya bırakılmıştır. Soğuma sonrasında, kaynatma tüplerindeki örnekler santrifüj tüplerine aktarılmış olup, distile su ile dakikada 3000 devir olacak şekilde 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj tüpü üzerinde kalan kısım boşaltılarak, diyatomelerin bulunduğu dip kısım distile su ile tekrar santrifüj edilmiştir. Tüp içindeki H_2O_2 tamamen uzaklaşıncaya kadar işlem tekrarlanmıştır. Tüplerdeki asit tamamen uzaklaştırıldığında, dipte kalan çökelti, az miktarda saf su ile karıştırılarak, temiz küçük şişelere aktarılmıştır. Diyatomelerin sabit preparatlarını hazırlamak için, temiz bir damlalık yardımıyla (tüpün merkez kısmından) bir damla çökelti alınmış ve lama konulmuştur. Lam üzerine konulmuş çökelti çeker ocakta kısık ayarda ısıtılmış, sıvının buharlaştırılması ve lam üzerinde bir film tabakasının oluşması sağlanmıştır. Lam üzerine entellan maddesi damlatılarak, hava kabarcığı kalmayacak şekilde daimi preparatlar hazırlanmıştır. Diyatomelerin teşhis ve sayımları, LEICA, binoküler araştırma mikroskobu yardımıyla yapılmıştır. Diyatomelerin tür teşhisinde konuyla ilgili kaynaklardan yararlanılmıştır (Patrick ve Reimer, 1966; Patrick ve Reimer, 1975; Hustedt, 1985; Krammer ve Lange-Bertalot, 1991a, 1991b, 1999a, 1999b). Teşhis edilen türler algaebase veri tabanından kontrol edilerek güncellenmiştir (Guiry ve Guiry, 2022). Diyatome bolluklarının belirlenmesi için 400 frustul sayılmıştır. Tür teşhisleri yapılarak, fotomikroskopta fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflarda, 10 µm'lik bir skala çizilmiştir.

2.4.1. Sıklık Analizi

İklimsel şartlar ve derenin bulunduğu çevresel faktörlere bağlı olarak diyatomeler bulundukları sucul ortamda farklı sıklıkta dağılım göstermektedirler. Sıklık değeri,

organizmanın örnekleme istasyonundan alınan numunede bulunma yüzdesi'dir. Sıklık analizi, Denklem (2.1)'e göre hesaplanmıştır (Kocataş,1996).

Sıklık (F) = Na / Nn x 100 (2.1)

Na : Örnekleme sayısı (A türünü içeren)

Nn : Örnekleme sayısı (Tüm örneklere ait)

Sıklık analizi 5 kategoride incelenir (Özecik, 2006).

Kategori 1. % 1 - % 20 : Nadir bulunan türler

Kategori 2. % 20 - % 40 : Seyrek bulunan türler

Kategori 3. % 41 - % 60 : Genellikle bulunan türler

Kategori 4. % 61 - % 80 : Çoğunlukla bulunan türler

Kategori 5. % 81 - % 100 : Sürekli bulunan türler

2.4.2. Baskınlık Analizi

Baskın tür, sucul ekosistemde bulunan bir organizmanın diğer organizmalar üzerindeki oransal denetim yeteneğidir. Sucul ekosistemlerde, içinde bulunduğu çevrenin en belirgin organizması baskın tür'dür. Baskınlık analizi, Denklem (2.2)'ye göre hesaplanmıştır.

Baskınlık = Na / Nn x 100 (2.2)

Na : Birey sayısı (A türüne ait)

Nn : Birey sayısı (Tüm örneklere ait)

2.4.3. Benzerlik Analizi

Araştırma yapılan istasyonlar arasındaki benzerlik analizi, organizmaların belirlenmesine yönelik örnekleme yapılan alanlar arasında tür kompozisyonu

gruplaması olarak tanımlanmaktadır (Kocataş, 1996). Benzerlik analizi Denklem (2.3)'e göre hesaplanmıştır.

Benzerlik (Q) = 2a / (2a + b + c) (2.3)

Q : Sorensen benzerlik indeksi

a : Ortak tür sayısı (İki örnekleme alanındaki)

b : Farklı tür sayısı (Birinci örnekleme alanındaki)

c : İkinci örnekleme alanında bulunan, birinci örnekleme alanındakinden farklı tür sayısı

2.4.4. Çeşitlilik Analizi

Ekosistemlerdeki çeşitliliği belirlemek için çok farklı indeksler olmakla birlikte, Shannon-Weaver indeksi en çok kullanılan indekslerden biridir. Bireylerin türler arasında dağılımını gösteren ve ekosistemin tür zenginliğini belirlemek için kullanılan bir indeks'tir (Shannon ve Weaver, 1949). Çeşitlilik analizi, Denklem (2.4)'e göre hesaplanmıştır.

Shannon - Weaver H' = - Σpi ln (pi) (2.4)

H' : Shannon Weaver Çeşitlilik İndeksi

pi : Bolluk yüzdesi ("i" diyatome taksonu)

2.4.5. Düzenlilik Analizi

Düzenlilik indeksi *(E)*, çeşitlilik indeksinin tür sayısına oranıyla belirlenir. Ekosistemde yer alan türler ve organizmalar arasındaki düzenliliği tespit etmek amacıyla kullanılır. Elde edilen değer sıfıra yakınsadıkça düşük eşitliliği (düzenlilik) ya da yüksek tek tür dominantlığını, elde edilen değer bire yakınsadıkça da her türün eşit bolluğunu veya maksimum düzenliliğini gösterir (Routledge, 1980; Alemdar, 2019).

2.4.6. Dereler İçin Trofik Diyatome İndeksleri

OMNIDIA 6.08 programı kullanılarak, trofik diyatome indeksleri hesaplanmıştır (Lecointe ve Coste, 2022). Ayrıca, Trofik İndeks Türkiye (TIT) değeri de hesaplanmıştır (Çelekli, 2016). Araştırmada elde edilen bulgular, Tablo 2.2'deki diyatome indekslerine göre değerlendirilmiştir.

Tablo 2.2. Bazı diyatome indeksleri

İndeksler	Kalite sınıfı sayısı	İndeks aralığı
Descy indeksi	DESCY/5	1 (çok kötü) - 5 (çok iyi)
Avrupa Ekonomik Topluluğu İndeksi	CEE/10	0 (çok kötü) - 10 (çok iyi)
Artois Picardie Diyatome İndeksi	IDAP/5	1 (çok kötü) - 5 (çok iyi)
Özel kirlenme duyarlılık indeksi	IPS/5	1 (çok kötü) - 5 (çok iyi)
Cins diyatome indeksi	IDG/5	1 (çok kötü) - 5 (çok iyi)
Trofik diyatome indeksi	TDI/10	0 (çok iyi) - 100 (çok kötü)
Sladecek indeksi	SLA/4	1 (çok iyi) - 4 (çok kötü)
Steinberg ve Schiefele indeksi	SHE/7	1 (çok iyi) - 7 (çok kötü)
Trofik indeks Türkiye	TIT/4	0 (çok iyi) - 4 (çok kötü)

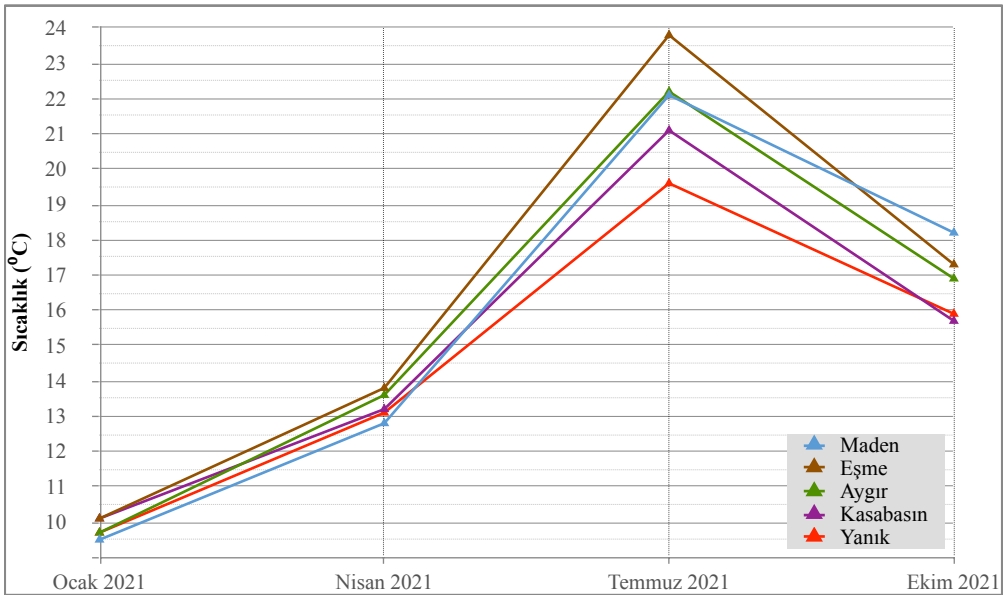
3. BULGULAR

3.1. Derelerin Su Örneklerinde Belirlenen Bazı Su Kalitesi Parametreleri

Bu araştırmada, Ocak 2021- Ekim 2021 tarihleri arasındaki, Sakarya İli sınırları içerinde bulunan Maden, Eşme, Aygır, Kasabasın ve Yanık derelerinin mevsimsel su kalitesi parametreleri belirlenmiş, derelerde tespit edilen bu parametreler Şekil 3.1. - Şekil 3.8 ve Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

3.1.1. Sıcaklık

Su sıcaklığında meydana gelen değişimler diyatome türlerinin dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir (Nadir, 2017). İstasyonlarda yapılan mevsimsel ölçümlerde; maksimum sıcaklık 2021 yılının Temmuz ayında Eşme Deresi'nde (23,8˚C), minimum sıcaklık ise 2021 yılının Ocak ayında Maden Deresi'nde (9,5˚C) ölçülmüştür (Şekil 3.1).

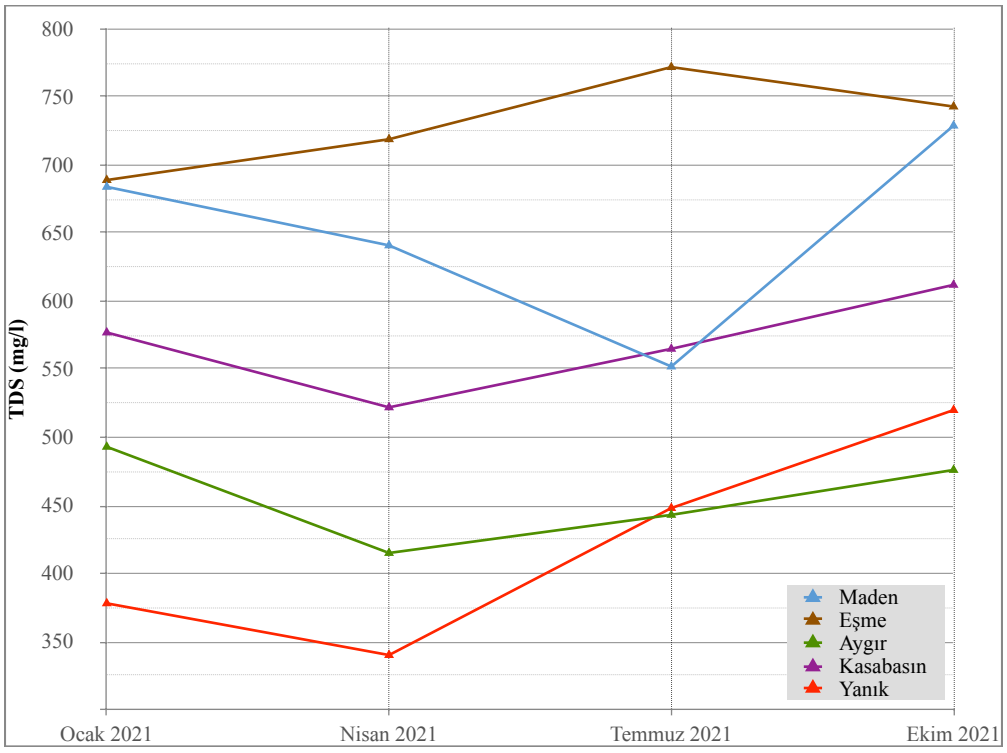


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	9,5	12,8	22,1	18,2
Eşme	10,1	13,8	23,8	17,3
Aygır	9,7	13,6	22,2	16,9
Kasabasın	10,1	13,2	21,1	15,7
Yanık	9,7	13,1	19,6	15,9

Şekil 3.1. Derelerin sıcaklık değerleri

3.1.2. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Maksimum TDS, 2021 yılının Temmuz ayında Eşme Deresi'nde 772 mg/l olarak, minimum TDS ise 2021 yılının Nisan ayında Yanık Deresi'nde 340 mg/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.2).

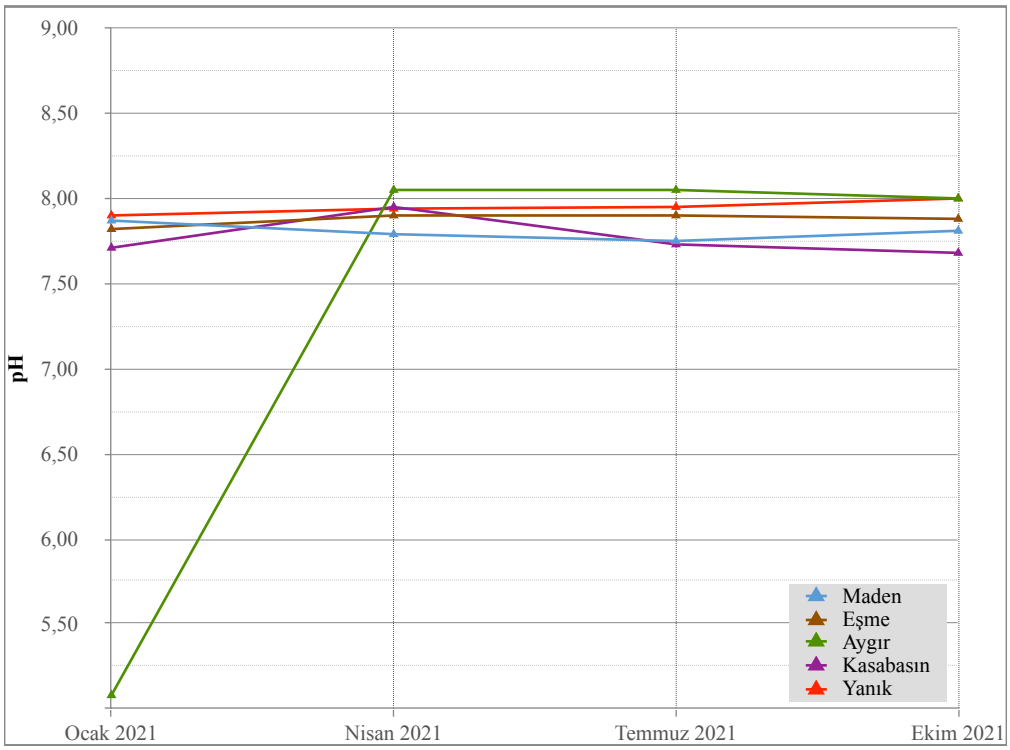


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	684	641	552	729
Eşme	689	719	772	743
Aygır	493	415	443	476
Kasabasın	577	522	565	612
Yanık	378	340	448	520

Şekil 3.2. Derelerin TDS değerleri

3.1.3. pH

Doğal sularda pH, kimyasal ve biyolojik yönden önemli faktörlerin başındadır. pH miktarının suda artması veya azalması bazı bileşiklerin toksisitesini etkiler. Maksimum pH, 2021 yılının Nisan ve Temmuz ayında Aygır Deresi'nde 8,05 olarak, minimum pH ise 2021 yılının Ocak ayında Aygır Deresi'nde 5,08 olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.3).

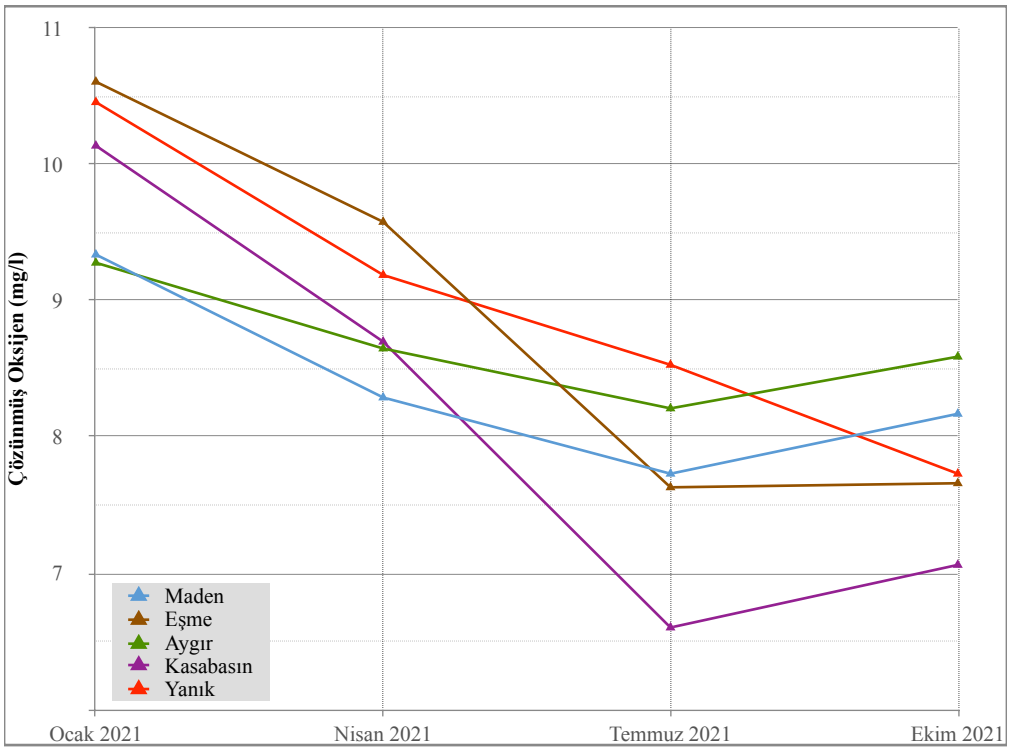


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	7,87	7,79	7,75	7,81
Eşme	7,82	7,90	7,90	7,88
Aygır	5,08	8,05	8,05	8,00
Kasabasın	7,71	7,95	7,73	7,68
Yanık	7,90	7,94	7,95	8,00

Şekil 3.3. Derelerin pH değerleri

3.1.4. Çözünmüş Oksijen Miktarı

Sudaki çözünmüş oksijen miktarı canlı yaşamı için önemlidir. Çözünmüş oksijenin azlığı yüzeysel sularda kirliliğin göstergesidir (Nadir, 2017). Maksimum çözünmüş oksijen değeri, 2021 yılının Ocak ayında Eşme Deresi'nde 10,61 mg/l olarak, minimum çözünmüş oksijen değeri ise 2021 yılının Ekim ayında Kasabasın Deresi'nde 7,06 mg/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.4).

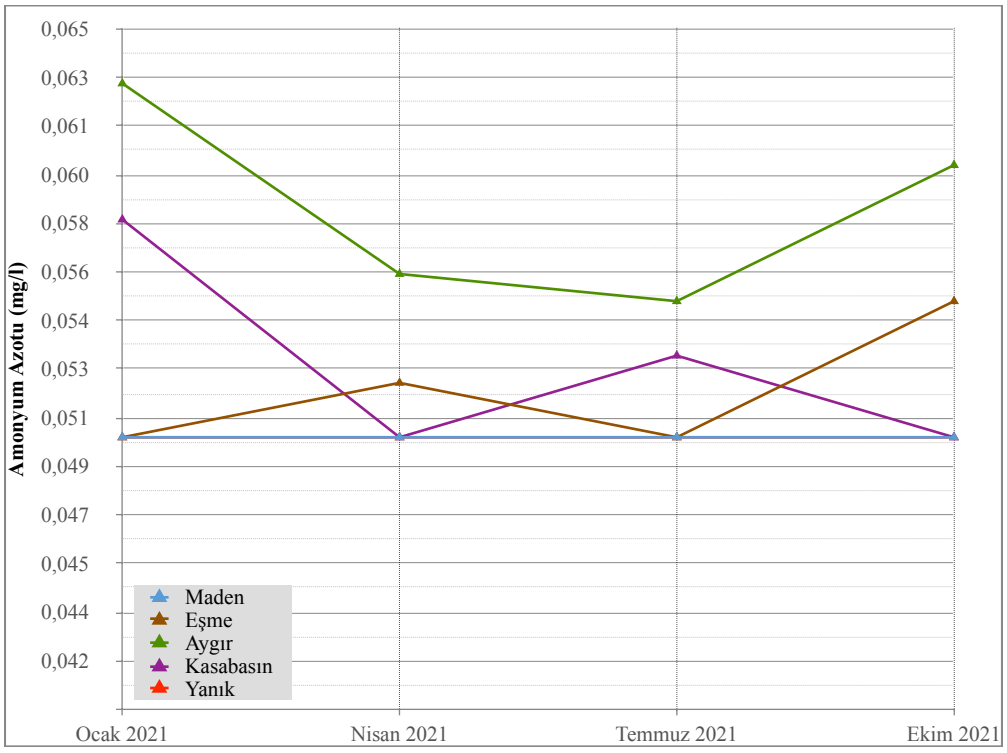


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	9,34	8,29	7,73	8,17
Eşme	10,61	9,58	7,63	7,66
Aygır	9,28	8,65	8,21	8,59
Kasabasın	10,14	8,70	6,60	7,06
Yanık	10,46	9,19	8,53	7,73

Şekil 3.4. Derelerin çözünmüş oksijen değerleri

3.1.5. Amonyum Azotu

Maksimum amonyum azotu değeri, 2021 yılının Ocak ayında Aygır Deresi'nde 0,063 mg/l olarak, diğer aylarda ise derelerdeki amonyum azotu değeri yaklaşık 0,050 mg/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.5).

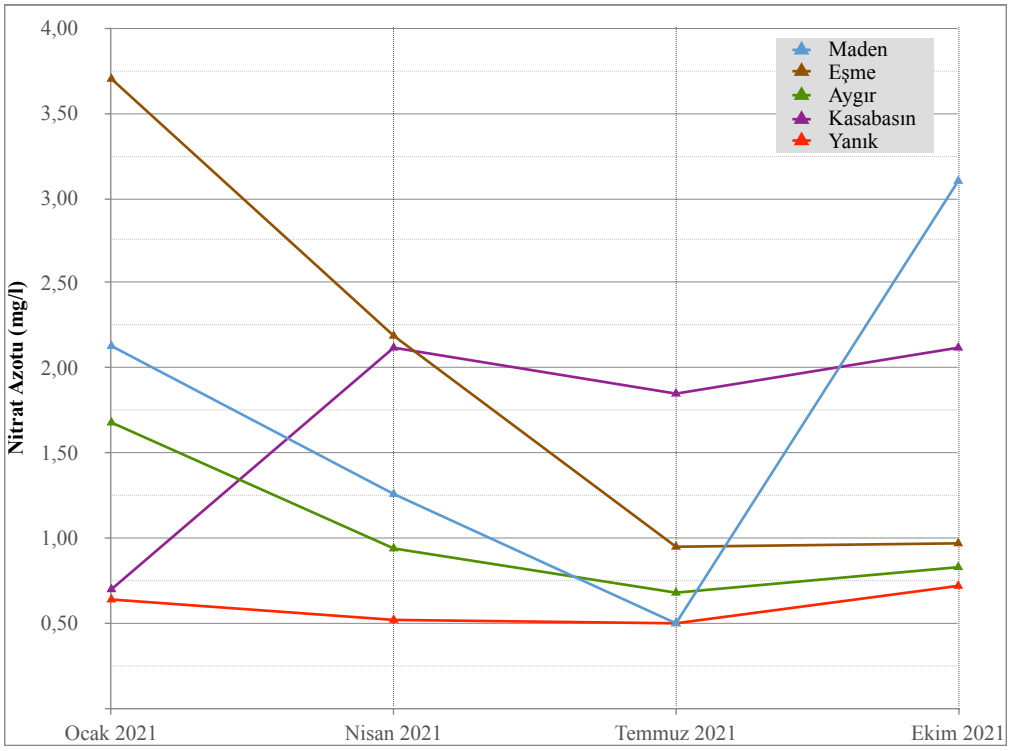


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Eşme	< 0,05	0,052	< 0,05	0,055
Aygır	0,063	0,056	0,055	0,060
Kasabasın	0,058	< 0,05	0,053	< 0,05
Yanık	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Şekil 3.5. Derelerin amonyum azotu değerleri

3.1.6. Nitrat Azotu (NO_3-N)

İstasyonlarda yapılan mevsimsel ölçümlerde; maksimum nitrat azotu değeri, 2021 yılının Ocak ayında Eşme Deresi'nde 3,70 mg/l olarak, minimum nitrat azotu değeri ise 2021 yılının Temmuz ayında Yanık Deresi'nde yaklaşık 0,50 mg/l olarak ölçülmüştür. (Şekil 3.6).

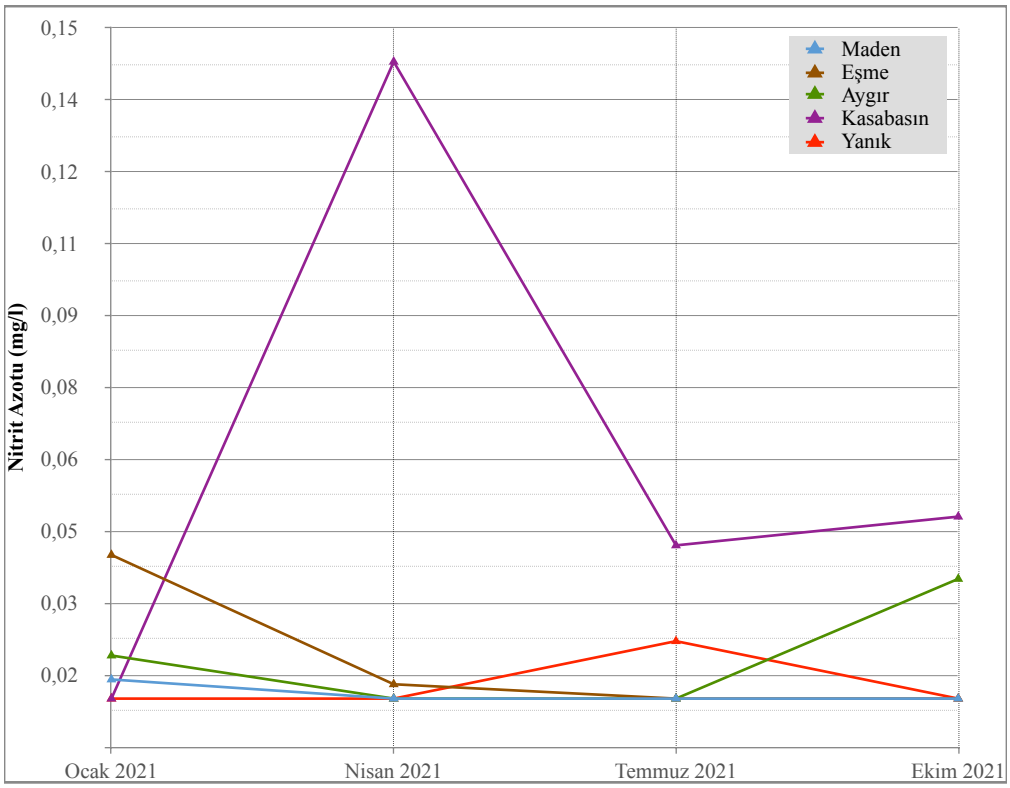


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	2,13	1,26	< 0,5	3,10
Eşme	3,70	2,19	0,95	0,97
Aygır	1,68	0,94	0,68	0,83
Kasabasın	0,70	2,12	1,85	2,12
Yanık	0,64	0,52	< 0,5	0,72

Şekil 3.6. Derelerin nitrat azotu değerleri

3.1.7. Nitrit Azotu (NO_2-N)

İstasyonlarda yapılan mevsimsel ölçümlerde; nitrit azotu değerleri 0,01 mg/l - 0,14 mg/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.7).

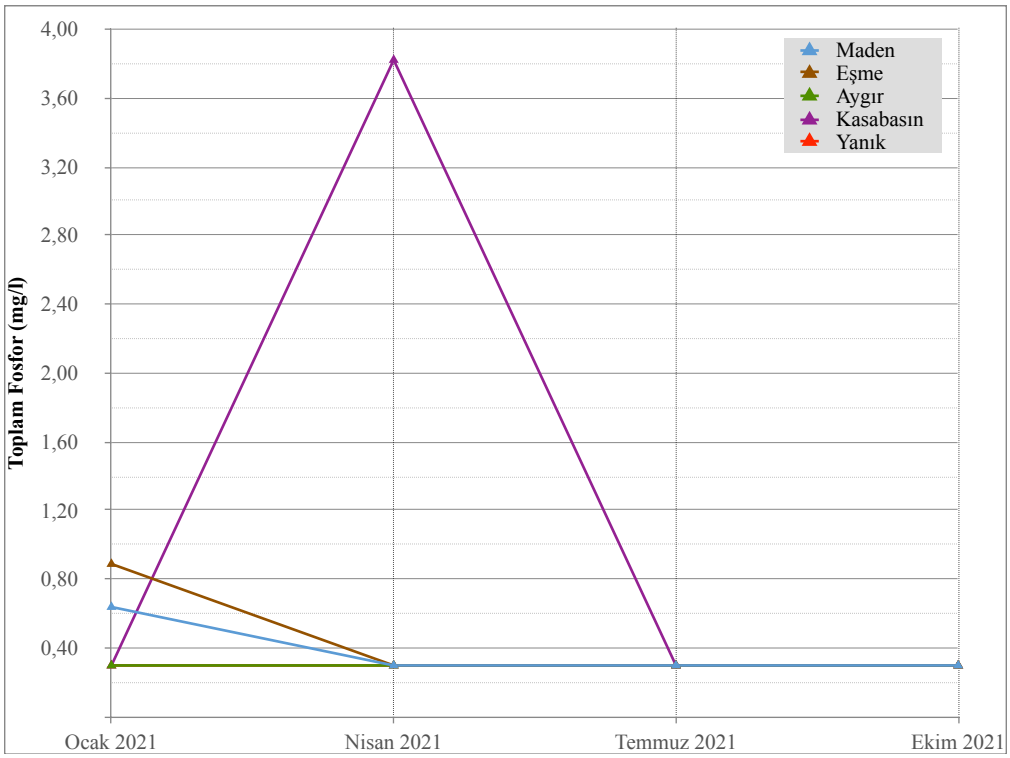


DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Eşme	0,040	0,013	0,010	< 0,01
Aygır	0,019	< 0,01	0,010	0,035
Kasabasın	< 0,01	0,143	0,042	0,048
Yanık	< 0,01	< 0,01	0,022	< 0,01

Şekil 3.7. Derelerin nitrit azotu değerleri

3.1.8. Toplam fosfor (TP)

Maksimum TP değeri, 2021 yılının Nisan ayında Kasabasın Deresi'nde 3,82 mg/l olarak, diğer derelerde farklı aylar da minimum yaklaşık 0,30 mg/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.8).



DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	0,640	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Eşme	0,890	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Aygır	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Kasabasın	< 0,3	3,820	< 0,3	< 0,3
Yanık	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3

Şekil 3.8. Derelerin toplam fosfor değerleri

3.1.9. Ortofosfat fosforu (PO_4-P)

Canlılar için fosfor önemli bir besin elementidir. Fosfor'un çözünmüş hali doğal sularda ortofosfat fosforu olarak bulunur (Egemen ve Sunlu, 1996). Araştırma yapılan tüm derelerde, PO_4-P değerleri yaklaşık 0,3 mg/l olarak belirlenmiş olup, veriler yalnızca tablo olarak verilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Derelerin ortofosfat fosforu değerleri

DERE ADI	Ocak 2021	Nisan 2021	Temmuz 2021	Ekim 2021
Maden	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Eşme	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Aygır	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Kasabasın	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Yanık	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3

3.2. Derelerin Diyatome Kompozisyonu

Araştırmada; Yanık, Maden, Aygır, Kasabasın ve Eşme derelerinin fitobentozda bulunan diayatome kompozisyonu belirlenmiştir. Tüm derelerde, toplamda 74 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar Yanık Deresi'nde 35, Maden Deresi'nde 54, Aygır Deresi'nde 37, Kasabasın Deresi'nde 50 ve Eşme Deresi'nde 35 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, diğer derelere göre en fazla taksonun Maden Deresi'nde olduğu tespit edilmiştir. Derelerde tespit edilen tür listesi Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Derelere ait diyatome tür listesi

Taksonlar/Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Bacillariophyta					
Achnanthes sp.	-	-	-	+	+
Amphipleura pellucida (Kütz.) Kütz.	-	+	+	-	-

Tablo 3.2. (Devam) Derelere ait diyatome tür listesi

Taksonlar/Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Amphora ovalis (Kütz.) Kütz.	-	+	+	+	-
Caloneis silicula (Ehrb.) Cleve	-	-	-	+	-
Cocconeis pediculus Ehrb.	+	+	+	+	+
Cocconeis placentula Ehrb.	+	+	+	+	+
Cocconeis placentula var. *eugylpta* (Ehrb.) Cleve	+	+	+	+	+
Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrb.) Hustedt	+	-	-	-	-
Cyclotella meneghiniana Kütz.	-	+	+	-	-
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W. Smith	-	+	+	+	+
Cymbella affinis Kütz.	+	+	+	+	+
Cymbella cistula (Ehrb.) O. Kirchner	-	+	-	+	+
Cymbella cymbiformis C.Agardh	+	+	+	+	+
Cymbella helvetica Kütz.	+	-	-	-	+
Cymbella lanceolata (C.Agardh) C.Agardh	+	+	+	+	+
Cymbopleura amphicephala (Ehrb.) Krammer	-	+	-	+	-

Tablo 3.2. (Devam) Derelere ait diyatome tür listesi

Taksonlar/Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Cymbella sp.	+	+	+	+	+
Diatoma ehrenbergii Kütz.	-	-	-	+	-
Diatoma moniliformis (Kütz.) D.M. Williams	+	-	-	+	-
Diatoma vulgaris Bory.	+	+	+	+	+
Encyonema ventricosum (C.Agardh) Grunow	+	+	+	+	+
Epithemia adnata (Kütz.) Brébisson	-	-	+	+	-
Eunotia bilunaris (Ehrenb.) Schaarschmidt	-	+	-	+	-
Fragilaria capucina Desmazières	-	+	+	+	-
Gomphonella olivacea (Hornemann) Rabenhorst	+	+	+	+	+
Gomphonema acuminatum Ehrenb.	+	+	-	+	-
Gomphonema affine Kütz.	-	-	+	+	+
Gomphonema angustum C. Agardh	-	-	-	+	+
Gomphonema gracile Ehrenb.	+	+	+	+	-
Gomphonema intricatum Kütz.	-	+	-	+	+

Tablo 3.2. (Devam) Derelere ait diyatome tür listesi

Taksonlar/Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz.	-	+	+	+	+
Gomphonema pseudoaugur Lange-Bertalot	-	+	-	+	+
Gomphonema truncatum Ehrenb.	+	+	+	-	-
Gomphonema vibrio Ehrenb.	+	-	-	-	-
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenhorst	-	+	-	-	-
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabenhorst	-	+	+	+	+
Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) Cleve	-	+	+	-	-
Hantzschia amphioxys (Ehrb.) Grunow	-	+	+	+	-
Licmophora abbreviata C. Agardh.	-	+	-	-	-
Melosira varians C.Agardh.	+	+	+	+	+
Navicula angusta Grunow	+	+	+	+	-
Navicula capitatoradiata H. Germain ex Gasse	-	+	+	+	+
Navicula cryptocephala Kütz.	-	+	+	+	+
Navicula lanceolata Ehrenb.	+	+	+	+	+
Navicula longicephala Hustedt	+	-	-	-	-

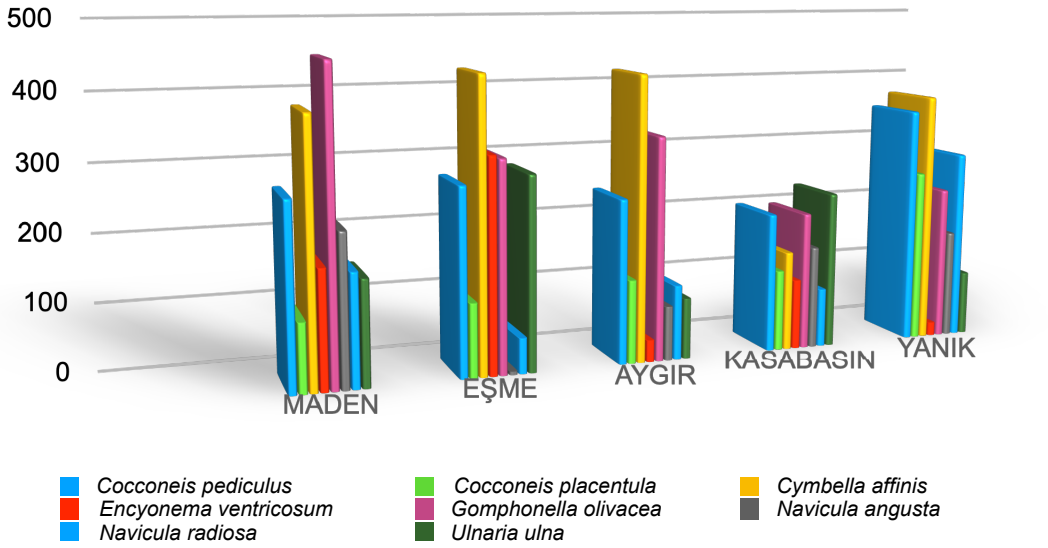
Tablo 3.2. (Devam) Derelere ait diyatome tür listesi

Taksonlar/Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Navicula margalithii Lange -Bertalot	+	-	-	-	-
Navicula radiosa Kütz.	+	+	+	+	+
Navicula rhynchotella Lange -Bertalot	-	+	+	+	+
Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory	+	+	-	+	-
Navicula trivialis Lange -Bertalot	+	+	-	-	-
Nitzschia amphibia Grunow	+	+	-	-	-
Nitzschia capitella Hustedt	-	+	-	-	+
Nitzschia constricta (Kütz.) Ralfs	+	-	-	+	-
Nitzschia filiformis (W.Smith) Van Heurck	-	+	-	-	-
Nitzschia frustulum (Kütz.) Grunow	-	-	-	+	-
Nitzschia linearis W.Smith	+	+	+	+	+
Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith	-	+	+	-	-
Nitzschia recta Hantzsch ex Rabenhorst	-	+	+	-	-
Nitzschia sigma (Kütz.) W.Smith	-	+	-	-	-

Tablo 3.2. (Devam) Derelere ait diyatome tür listesi

Taksonlar/Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith	+	-	-	-	-
Nitzschia sp.	-	+	+	-	-
Pantocsekiella ocellata (Pant.) K.T.Kiss & Ács	-	+	-	+	+
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenb.	-	-	+	-	-
Pinnularia biceps W. Greg.	-	-	+	-	-
Pleurosigma sp.	-	+	-	-	-
Reimeria sinuata (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	+	+	+	+	+
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	-	+	+	+	+
Surirella angusta Kütz.	-	-	-	+	-
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot	+	+	-	+	+
Surirella librile (Ehrenb.) Ehrenb.	+	-	+	-	-
Surirella minuta Bréb. ex Kütz.	+	+	+	-	-
Surirella ovalis Bréb.	-	+	+	-	+
Surirella robusta Ehrenb.	-	-	-	+	-
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère	+	+	+	+	+

Çalışmada, en bol bulunan türler *Cocconeis pediculus, Cocconeis placentula, Cymbella affinis, Encyonema ventricosum, Gomphonella olivacea, Navicula angusta, Navicula radiosa* ve *Ulnaria ulna* taksonları olarak belirlenmiştir. En bol bulunan türlerin derelerdeki dağılımları Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9. En bol bulunan türlerin derelerdeki dağılımı (birey sayısı/n)

3.3. Sıklık ve Baskınlık

Çalışmada; Yanık, Maden, Aygır ve Eşme derelerinde, *Cymbella affinis* en baskın takson olarak tespit edilmiştir. Kasabasın Deresi'nde *Ulnaria ulna* en baskın takson olduğu belirlenmiştir. *Cocconeis pediculus, Cocconeis placentula, Encyonema ventricosum, Gomphonella olivacea, Navicula angusta, Navicula radiosa* taksonlarının diğer taksonlara oranla daha fazla birey sayısı ve sıklığa sahip oldukları da tespit edilmiştir.

3.4. Benzerlik Analizi

Benzerlik analizine göre, derelerde tespit edilen diyatomelerin benzerlik düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. En yüksek benzerlik düzeyinin, Kasabasın Deresi - Eşme Deresi arasında (0,72) olduğu, en düşük benzerlik düzeyinin ise Yanık Deresi - Aygır Deresi ve Yanık Deresi - Kasabasın Deresi arasında (0,48) olduğu belirlenmiştir. Derelerde tespit edilen benzerlik indeksleri Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Diyatomelere göre derelerin benzerlik indeksleri

Dereler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
Yanık	1	0,51	0,48	0,48	0,51
Maden		1	0,63	0,71	0,62
Aygır			1	0,65	0,66
Kasabasın				1	0,72
Eşme					1

3.5. Çeşitlilik ve Düzenlilik Değişimi

Araştırmada, derelerin çeşitlilik indeks değişimleri incelendiğinde, indeks değeri (H'), 4,10 - 4,16 arasında değişmiştir. En yüksek çeşitlilik indeks (H') değeri, Kasabasın Deresi'nde tespit edilmiştir. Derelerin düzenlilik indeksi 0,79 - 0,85 arasında olup, istasyonların düzenli dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.6. Diyatome İndeksleri

Maden, Eşme, Aygır, Kasabasın ve Yanık dereleri DESCY, IDAP, IPS, IDG, SLA indeklerine göre "İYİ", CEE, TDI, SHE ve TIT indekslerine göre "ORTA" düzeyde belirlenmiştir. Tespit edilen diyatome indeks değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Derelerde tespit edilen indeks değerleri

İndeksler	Yanık	Maden	Aygır	Kasabasın	Eşme
DESCY/5	4,12	3,89	4	3,86	3,85
CEE/10	6,64	6,54	6,51	6,21	6,35
IDAP/5	3,82	4,07	3,88	3,65	3,85
IPS/5	4,01	4,11	3,99	3,98	3,78
IDG/5	3,71	3,86	3,95	3,66	4,04
TDI/100	54,46	55,08	46,04	59,92	53,03
SLA/4	1,62	1,66	1,61	1,67	1,7
SHE/7	5,64	5,73	5,69	5,44	5,63
TIT/4	2,22	2,45	2,36	2,48	2,73

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Maden, Eşme, Aygır, Kasabasın ve Yanık derelerinin su kalitesini belirlemek için, seçilen araştırma istasyonlarında fizikokimyasal ölçümler yapılmıştır. Derelerde ortalama su sıcaklığının 15,5 ^{0}C, TDS'nin 565,7 mg/l, pH değerinin 7,7 ve çözünmüş oksijen miktarının da 8,6 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Derelerin ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında, dere sularının birinci kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. TDS değeri, su içinde tuzluluk faktörünü meydana getiren, birbirinden ayrılmış tüm elektrolitler ve çözünmüş organik maddelerden oluşmaktadır. Genel olarak, EPA (Çevresel Koruma Ajansı) TDS değeri üst sınırı değerini 500 mg/l olarak belirtmiştir (WHO, 1996). Elektriksel iletkenlik ve TDS arasında, doğrusal bir korelasyon mevcuttur (Horne ve Goldman, 1994). Derelerde ölçülen ortalama TDS değerinin 565,7 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Bu değerin tüm derelerde yüksek çıkmasının sebebinin, dere çevresindeki insani etkilerden ve mevsimsel yağışların getirmiş olduğu organik yüklerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde, birinci kalite suyun pH değerinin 6,5 - 8,5 olduğu belirtilmektedir (Resmi Gazete, 2004). Derelerdeki ortalama pH'ın 7,7 olarak belirlenmiş olup, tüm derelerin, yönetmelikte verilen değer aralığında yani pH değerine göre birinci kalite su özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. Derelerde, ortalama çözünmüş oksijen miktarı 8,6 mg/l olarak tespit edilmiştir. Su kalitesiyle ilgili yönetmeliklerde, birinci kalite suyun çözünmüş oksijen değerlerinin 8 mg/l'den daha büyük olduğu belirtilmektedir (Resmi Gazete, 2004; Resmi Gazete, 2012). Yapılan çalışmada tüm derelerin çözünmüş oksijen değerlerinin 8 mg/L'den büyük olduğu, derelerin, çözünmüş oksijen değerlerine göre birinci kalite su özelliğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırma yapılan derelerde yaşamsal fonksiyonların sağlanması için diyatomeler için gerekli nitrit, nitrat ve amonyum, fosfat fosforu ve toplam fosfor değerleri de tespit edilmiştir. Amonyum değerinin 0,06 mg/l, nitrat değerinin 1,4 mg/l, nitrit değerinin 0,02 mg/l, ortofosfat fosforunun < 0,3 mg/l ve toplam fosfor değerinin 0,7 mg/l olduğu belirlenmiştir. Derelerin fizikokimyasal yapısının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde; amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve ortofosfat fosforu değerlerinin su kalite

sınıfları I (çok iyi) ’de yer aldığı tespit edilmiştir. Toplam fosfor değeri, Aygır, Kasabasın, Yanık derelerinde 0,3 mg/l, Maden Deresi’nde 0,64 mg/l ve Eşme Deresi’nde 0,89 mg/l ölçülmüştür. Buna göre, tüm derelerde ölçülen değerler, yönetmelikte verilen > 0,2 mg/l değerinden yüksek olduğundan su kalite sınıfı III (orta) olarak tespit edilmiştir (Resmi Gazete, 2012). Açıkgöz tarafından, 2008 yılında, Sapanca Gölü’nü besleyen derelerin hidrojeokimyasal incelendiği çalışmada; su kirliliğinin özellikle kanalizasyon sistemi bulunmayan ve tarımsal faaliyetlerin olduğu gölün kuzey kesimindeki Maden ve Eşme derelerinde yoğunlaştığı, gölün güneyinde bulunan Kasabasın, Kurtköy ve Mahmudiye derelerinde de kirlilik belirtilerinin olduğu tespit edilmiştir (Açıkgöz, 2008). Bizim çalışmamızda, derelerin iyi-orta su kalite özelliğinde tespit edilmesi, COVID-19 salgınıyla birlikte, insani faaliyetlerin azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzerlik analizi sonuçlarına göre; derelerdeki istasyonlarda tespit edilen diyatomelerin benzerlik düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. En yüksek benzerlik düzeyinin, Kasabasın Deresi - Eşme Deresi arasında (0,72) olduğu belirlenmiştir. Bu durumun; derelerin amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve ortofosfat fosforu değerlerinin birbirine yakın olmasından kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir. Shannon - Weaver çeşitlilik indeksi (H’), ekosistemde yeralan komünitelerin çeşitliliğini belirlemek için kullanılan indekslerden biridir. Bireylerin türler arasında dağılımını gösteren ve ekosistemin tür zenginliğini belirlemek için de kullanılan indeks, ortamdaki kirlilik durumu hakkında bilgi de verir. Shannon - Weaver çeşitlilik indeksi (H’) değeri 3’ün üzerindeyse, suyun temiz ve takson sayılarının dengeli olduğu; Shannon - Weaver çeşitlilik indeksi (H’) değeri 3’ün altındaysa, komünitede düşük çeşitliliğin ve daha kirli bir ekosistemin olduğu anlaşılır (Clarke ve Warwick, 2001). Araştırmada, derelerin çeşitlilik indeks değerlerinin 4,10 - 4,16 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu durum, derelerin dönemsel olarak çevresel baskılara maruz kalmasına rağmen genel olarak sularının iyi kalite su özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Derelerde tespit edilen Shannon - Weaver çeşitlilik indeksi (H’) değerleri, su kalitesine ait bulgularımızı da desteklemektedir. Sapanca göl havzasında yer alan bazı derelerin (Liman Çayı, Fındık Çayı, Karaçay, Kuruçay, Kurtköy Çayı, Mahmudiye Çayı, İstanbul Çayı ve Sarp Çayı) çeşitlilik indeks (H’)

değerlerinin 3'ün altında olduğu ve bu derelerin kirlilik baskısı altında olduğu bilinmektedir. Derelerin düzenlilik indeksi 0,79 - 0,85 arasında olup, istasyonların düzenli dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Sapanca göl havzasında 8 derede yapılan bir çalışmada, çeşitlilik ve düzenlilik indeks değerlerinde, aylara göre değişimler olduğu bildirilmiştir (Alemdar, 2019). Aynı göl havzasında yer alan bu derelerde tespit edilen bu farklı durumun, derelerin yerleşim yerlerine mesafesi, akış hızı ve yıl içinde değişen meteorolojik şartlara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Çalışmada; Maden, Eşme, Aygır, Kasabasın ve Yanık derelerinde toplam 74 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar; Yanık Deresi'nde 35, Maden Deresi'nde 54, Aygır Deresi'nde 37, Kasabasın Deresi'nde 50 ve Eşme Deresi'nde 35 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada; Maden, Eşme, Aygır ve Yanık derelerinde, *C. affinis* en baskın takson olarak tespit edilmiştir. Kasabasın Deresi'nde *U. ulna* en baskın takson olarak belirlenmiştir. *C. pediculus, C. placentula, E. ventricosum, G. olivacea, N. angusta, N. radiosa* taksonlarının diğer taksonlara oranla daha fazla birey sayısı ve sıklığa sahip oldukları da tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda, *Cocconeis placentula*'nın kozmopolit ve nispeten kirlenmemiş sularda yaygın olarak bulunduğu bildirilmiş, ötrofik sularda iyi geliştiği belirtilirken, diğer çalışmalarda, bu türün organik kirliliğe hassas olduğu bildirilmiştir (Gürbüz ve Kıvrak, 2002; Çiçek ve diğ., 2010). Maden, Eşme, Aygır, Yanık derelerinde en baskın takson olarak tespit edilen *C. affinis*'in temiz ve az kirlenmiş su özelliğine sahip olan bölgelerde de baskınlık gösterdiği bildirilmiştir (Gómez ve Licursi, 2001). Akçay'da yapılan bir çalışmada, bu türün özellikle suyun temiz olan alanlarında bol ve baskın olduğu rapor edilmiştir (Solak ve diğ., 2005). Temiz sularda yayılış gösteren ve kozmopolit olan *G. olivacea* taksonu, ülkemizin bir çok sucul sisteminde tespit edilmiştir (Gönülol ve Arslan, 1992; Gönülol ve diğ., 1996; Bingöl ve diğ., 2007). *Navicula angusta* taksonun ötrofik sulara karşı hassas olduğu, yüksek oksijen değerine sahip temiz sularda yayılış gösterdiği, karakteristik olarak dağ ortamlarında bulunan sular için karakteristik olduğu belirtilmektedir (Denys, 1991; Van Dam ve diğ., 1994; Patrick ve Reimer, 1966; Schneck ve diğ., 2007). Bu takson, Eşme Deresi dışında diğer tüm derelerde tespit edilmiş olup, en fazla birey sayısı Maden Deresi'nde tespit edilmiştir. Ülkemizin Kuzey Ege bölgesi akarsularında yapılan

çalışmada, yüksek ve iyi ekolojik statüye sahip alanlarda *Navicula radiosa* gibi besine duyarlı türlerin yayılış gösterdiği bildirilmiştir. Kuzey Ege'deki tatlı su kütlelerinin ekolojik kalitesini değerlendirmek için yapılan bir çalışmada, yüksek ve iyi ekolojik statüye sahip alanlar, *Navicula radiosa* gibi besine duyarlı türlerle karakterize edildiği bildirilmiştir (Çelekli ve diğ., 2018). Çalışmada, bu takson, tüm derelerde baskın ve yaygın olarak tespit edilmekle birlikte en yüksek, Yanık Deresi'nde belirlenmiştir. *U. ulna* taksonunun oligotrof sulardan ötrofik sulara kadar yayılışı olan ve kirliliğe toleranslı olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Van Dam ve diğ., 1994; Salomoni ve diğ., 2006). Kasabasın Deresi'nde en baskın takson *Ulnaria ulna* olarak tespit edilmiştir. Derelerin fitobentoz florasında bulunan diyatome türleri, ülkemiz tatlı sularında da bulunan kozmopolit türlerdir (Gönülol ve diğ., 1996; Aysel, 2005). Derelere ait diyatome indeksleri değerlendirildiğinde; DESCY, IDAP, IPS, IDG, SLA indeksleri göre "İYİ", CEE, TDI, SHE ve TIT indekslerine göre "ORTA" düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Değerlendirmede; derelerin trofik düzeyleri, su kalitesi parametreleri, yayılış gösteren türler ve diyatome indekslerinin uyumluluk gösterdiği ve orta-iyi su kalite sınıfında oldukları belirlenmiştir (Alemdar, 2019; Solak ve diğ., 2020; Sevindik ve diğ., 2021).

Sonuç olarak; araştırma sürecince oluşabilecek iklimsel şartların, çevresel baskıların ve öngörülemeyen bazı etkenlerin araştırma konusu olan bu derelerin tür kompozisyonu üzerinde oldukça etkili olduğu görülmüştür. Çalışmamızda; derelerin trofik düzeyleri, su kalitesi parametreleri, yayılış gösteren türler ve diyatome indekslerinin uyumluluk gösterdiği ve orta-iyi su kalite sınıfında oldukları tespit edilmiştir. Sucul kaynakların sürdürülebilirliği, biyolojik çeşitliliğin devamı açısından oldukça önemlidir. Bu durum, su kaynaklarının (fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak) düzenli bir şekilde izlenmesini gerektirmektedir. Sapanca Gölü, Marmara Bölgesi'nin önemli içme suyu kaynaklarından biridir ve bu nedenle de, Sapanca Gölü'nü besleyen derelerin kirlilik açısından takip edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla; ülkemizin genel ve yerel yönetimlerinin, multidisipliner bir koordinasyon içerisinde ve halk ile işbirliği yaparak çalışmasının, hem doğaya hem de insanlara katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

Açıkgöz, S. (2008). Sapanca Gölü'nü Besleyen Derelerin Hidrojeokimyasal İncelenmesi / Hydrogeochemistry of Streams Discharging to Sapanca Lake. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 232778.

Alemdar, E. (2019). Sapanca Gölü'ne Dökülen 8 Derenin Su Kalitesinin Belirlenmesinde Epilitik Diyatomelerin İndikatör Olarak Kullanımı / Use of Ephilithic Diatoms as Indicator for Determining the Water Quality of 8 Streams in Lake Sapanca. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 548852.

Alpaslan, N., Tanık, A., Dölgen, D. (2008). *Türkiye'de Su Yönetimi: Sorunlar ve Öneriler,* (T/ 2008-09/469). İstanbul: TÜSİAD.

Anonim, (2022). *2019-2023 Stratejik Plan*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

APHA, AWWA, WEF. (2012). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (22nd ed.) (1-1360), Washington: American Public Healty Association.

Aysel, V. (2005). Check-list of the Freshwater Algae of Turkey. *Journal of Black Sea/ Mediterranean Environment*, *11*, 1-124.

Bingöl, N. A., Özyurt, M. S., Dayıoğlu, H., Yamık, A., Solak, C. N. (2007). Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleri. *Ekoloji, 16*(62), 23-29.

Biyolojik İzleme Tebliği (2019). *T.C. Resmi Gazete* (30808, 21 Haziran 2019). Tarım ve Orman Bakanlığı.

Bozatlı, A. (1997). Sapanca Gölü'nün Kıyı Bölgesi Sedimanları Üzerinde Yaşayan Alg Topluluklarının Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi / A Research on Seasonal Changes of Algae Population Living in Sediments in the Shore of Sapanca Lake. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 68238.

Busse, S., Snoeijs, P. (2003). Gradient Responses of Diatom Communities in the Bothnian Sea (Northern Baltic Sea), with Emphasis on Responses to Water Movement. *Phycologia*, *42*(5), 451-464. DOI: 10.2216/i0031-8884-42-5-451.1

Clarke, K. R., Warwick, R. M. (2001). A Further Biodiversity Index Applicable to Species Lists: Variation in Taxonomic Distinctness. *Marine Ecology Progress Series, 216*, 265-278. DOI: 10.3354/meps216265

Çelekli, A. (2016), Ülkemize Özgü Su Kalitesi Ekolojik Değerlendirme Sisteminin Kurulması Projesi. *Fitobentoz İndeksleri Kılavuz Dökümanı* (79). Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Çelekli, A., Toudjani, A. A., Lekesiz, H. Ö., Çetin, T. (2018). Ecological Quality Assessment of Running Waters in the North Aegean Catchment with Diatom Metrics and Multivariate Approach. *Limnologica*, *73*, 20-27. DOI: 10.1016/j.limno.2018.09.001

Çetin, T. (2017). Yukarı Sakarya Havzası'nda Ekolojik Durumun Tahmininde Fitobentozun Kullanımı / The Use of Phytobenthos for the Ecological Status Assessment in Upper Sakarya Basin. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 465071.

Çiçek, N. L., Kalyoncu, H., Akköz, C., Ertan, Ö. O. (2010). Darıören Deresi ve Isparta Çayı (Isparta)'nın Epilitik Algleri ve Mevsimsel Dağılımları. *Journal of FisheriesSciences.com*, *4*(1), 78-90.

Çolak Sabancı, F. (2008). Homa Dalyanı (İzmir Körfezi, Ege Denizi) İntertidal Zonunda Epipelik, Epifitik ve Epilitik Diyatome Kommunitelerinin Taksonomik Olarak Araştırılması ve Ortam Faktörleriyle İlişkisi / Taxonomical Investigation on the Epipelic, Epiphytic and Epilithic Diyatome Communities in Homa Lagoon (Izmir Bay, Aegean Sea) and These Relationships Between Environmental Factors. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 216132.

Denys, L. (1991). A Check-list of the Diatoms in the Holocene Deposits of the Western Belgian Coastal Plain with a Survey of Their Apparent Ecological Requirements. Belgische Geologische Dienst. *Introduction, Ecological Code and Complete List* (41). Berchem, Belgium: Ministerie van Economische Zaken.

Demir Yetiş, A., Selek, Z., Selek, B. (2019). Su Kalitesi Açısından Sulak Alanlar ve Su Kaynakları ile Etkileşimi. Selek, Z., Karaaslan, Y. (Ed.), *Ekosistem Esaslı Su Kalitesi Yönetimi, 9*, (345-373). Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı.

Duman, F. (2005). Sapanca ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 170312.

Durgut, Z. (2017). Poyrazlar, Küçük Akgöl ve Taşkısı Göllerinin Epilitik Diyatome Florası / The Epilithic Diatom Flora of Poyrazlar, Little Akgol and Taskisi Lakes. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 488425.

Egemen, Ö., Sunlu, U. (1996). *Su Kalitesi* (2.baskı) (1-153). İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Ekinci, B. (2015). Su Kaynaklarının Verimli Kullanılmasına Yönelik Örnek Ülke Uygulamaları ve Ülkemizde Bu Çalışmaların Uygulanabilirliği. Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

Gersonde, R., Harwood, D. M. (1990). 25. Lower Cretaceous Diatoms from ODP Leg 113 Site 693 (Weddell Sea). Part 1: Vegetative Cells. In Proceedings of the Ocean Drilling Program, *Scientific Results*, *113*, 365-402.

Gómez, N., Licursi, M. (2001). The Pampean Diatome Index (PDI) for Assessment of Rivers and Streams in Argentina. *Aquatic Ecology, 35*(2), 173-181. DOI: 10.1023/A:1011415209445

Guiry, M. D., Guiry, G. M. (2022). *AlgaeBase.* World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway, https://www.algaebase.org/, (Ziyaret tarihi: 20 Mayıs 2022).

Gönülol, A., Arslan, N. (1992). Samsun - İncesu Deresi'nin Alg Florası Üzerinde Araştırmalar. *Doga, Turkish Journal of Botany*, *16,* 311-314.

Gönülol, A., Öztürk, M., Öztürk, M. (1996). A Check-list of the Freshwater Algae of Turkey. *Ondokuz Mayıs University - Faculty of Arts and Sciences - Scientific Journal*, *7*(1), 1-46.

Gürbüz, H., Kıvrak, E. (2002). Use of Epilithic Diatoms to Evaluate Water Quality in the Karasu River of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, *23*(3), 239-246.

Güzel, U. (2019). Akarçay ve Sakarya Havzalarında Bulunan Göllerin Fitoplankton Komunite Yapısının Çevresel Değişkenler İle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 558239.

Horne, A. J., Goldman, C. R. (1994). *Limnology* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.

Hustedt, F. (1985). *The Pennate Diatoms: Translation of Hustedt's "Die Kieselalgen, 2.Teil" with supplement by Norman G. Jensen* (1-918). Königstein: Koeltz Scientific Books.

Kocataş, A. (1996). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi* (3.baskı) (1-564). İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991a). Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (1-576). Stuttgart: Gustav Fisher Verlag.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (1-436). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1999a). Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (1-876). Berlin: Spectrum Academicher Verlag.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1999b). Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (1-610). Berlin: Spectrum Academicher Verlag.

Lecointe, M., Coste, M. (2022). *Omnidia Software.* https://omnidia.fr/en/, (Ziyaret tarihi: 20 Mayıs 2022).

Morkoyunlu Yüce, A., Gönülol, A. (2016). Evaluations of Epilithic Diatoms and Biotic Index in Sakarya River, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, *48*(5), 2153-2158.

Morkoyunlu Yüce, A., Özmen, A., Erkebay, Ş., Sertyeleser, B. (2017). İstanbul, Aliağa, Bostancı ve Orta Derelerinin Epilitik Diyatomeleri (Sakarya/Türkiye). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, *10*(2), 21-27.

Nadir, S. (2017). Yalakdere'nin (Yalova) Biyolojik Su Kalitesinin Epilitik Diyatomelere Dayalı Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 497187.

Özecik, F. (2006). Sapanca Gölünde Ötrofikasyonun Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 184241.

Patrick, R., Reimer, C. W. (1966). *The Diatoms of the United States. I. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1,* (1-688). Pennsylvania: Livingston Publishing Company.

Patrick, R., Reimer, C. W. (1975). The Diatoms of the United States. *Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, *2*, 1-213.

Salomoni, S. E., Rocha, O., Callegaro, V. L., Lobo, E. A. (2006). Epilithic Diatoms as Indicators of Water Quality in the Gravataí River, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*, *559*(1), 233-246. DOI: 10.1007/s10750-005-9012-3

Postel, S., Vickers, A. (2004). *Su Verimliliğini Artırmak, Dünyanın Durumu*. İstanbul: Tema Vakfı Yayınları.

Routledge, R. D. (1980). Bias in Estimating The Diversity of Large, Uncensused Communities. *Ecology*, *61*: 276-281.

Schneck, F., Torgan, L. C., Schwarzbold, A. (2007). Epilithic Diatom Community in a High Altitude Stream Impacted by Fish Farming in Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, *19*(3), 341-355.

Sevindik, T. O., Alemdar, E., Uzun, A., Coşkun, T., & Tunca, H. (2021). Ecological Status Estimation of Eight Creeks in the Lake Sapanca Basin (Sakarya, Turkey) Using Diatom Indices. *In Annales de Limnologie-International Journal of Limnology. 57*(14). DOI: 10.1051/limn/2021012

Sevindik, T. O., Küçük, F. (2016). Benthic Diatoms as Indicators of Water Quality in the Acarlar Floodplain Forest (Northern Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, *25*(10), 4013-4025.

Shannon, C.E., Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication.* Urbana: The University of Illinois Press.

Shiklomanov, I. A., Rodda, J.C. (2003). *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Solak, C. N., Wojtal, A. Z. (2010). Diatom Diversity in Turkmen Mountain Springs with Species Focus on Species Reported for the First Time in Turkey. *29th Conference of the Polish Phycological Society*, Kraków, Poland, 19-23 Mayıs 2010.

Solak, C. N., Barlas, M., Pabucçu, K. (2005). Akçay (Muğla-Denizli)'daki Bazı Epilitik Diyatome Taksonlarının Mevsimsel Gelişimi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8*, 211-218.

Solak, C. N., Kaleli, A., Baytut, Ö. (2016). The Distribution of Cymbelloid Diatoms in Yalova Runningwaters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *16*(4), 953-959. DOI:10.4194/1303-2712-v16_4_23.

Solak, C. N., Peszek, Ł., Yilmaz, E., Ergül, H. A., Kayal, M., Ekmekçi, F., Morkoyunlu Yüce, A., Oltan, C., Binici, M. S., Ács, É. (2020). Use of Diatoms in Monitoring the Sakarya River Basin, Turkey. *Water*, *12*(3), 703. DOI: 10.3390/w12030703.

Su Kirliliği Kontrolu Yönetmeliği (2004). *T.C. Resmi Gazete* (25687, 31 Aralık 2004). Çevre ve Orman Bakanlığı.

Temel, M. (1992). Sapanca Gölü Fitoplanktonu. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, *1*, 25-40.

TSE (Türk Standardları Enstitüsü), (2005). *Sular - İnsani Tüketim Amaçlı Sular* (TS 266). Ankara

URL-1: https://www.artemisaritim.com/dunya-genelinde-su-kaynaklarinin-durumu, (Ziyaret tarihi: 20 Mayıs 2022).

Van Dam, H., Mertens, A., & Sinkeldam, J. (1994). A Coded Checklist and Ecological Indicator Values of Freshwater Diatoms from the Netherlands. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, *28*(1), 117-133.

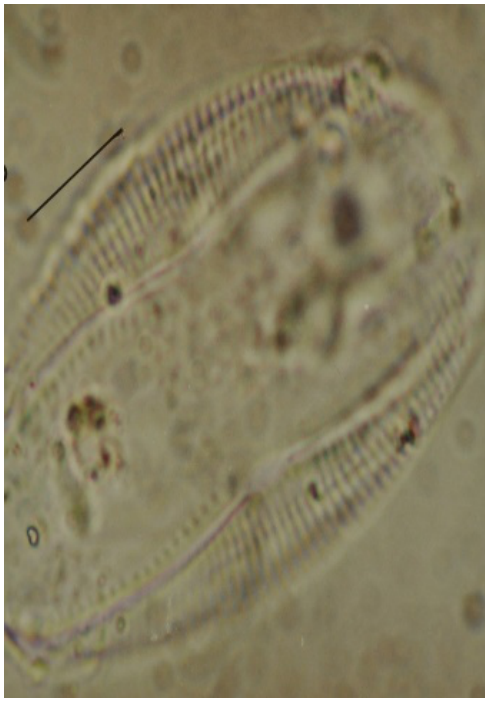
WHO (World Health Organization), (1996). *Guidelines for Drinking Water Quality*. (2nd ed.), *2.* Geneva: World Health Organization.

Yılmaz A. (2015). Küresel Isınmanın Dünya Su Rezervleri Üzerindeki Etkileri, *Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergisi*, *8*(2), 63-72.

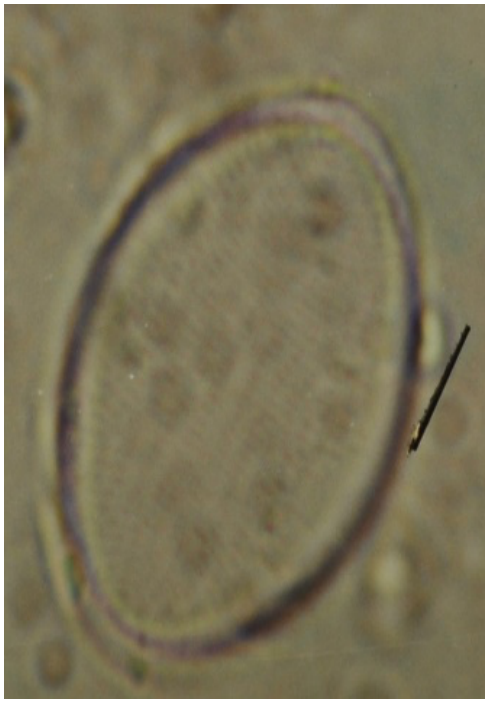
Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (2012). *T.C. Resmi Gazete* (28483, 30 Kasım 2012). Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

EKLER

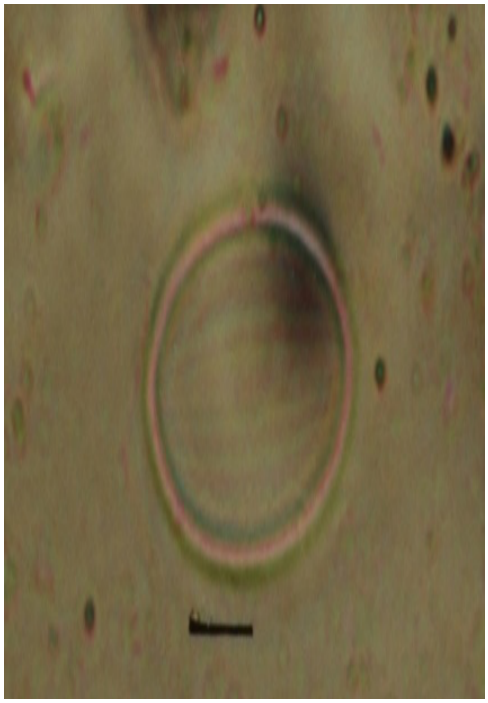
Ek-A



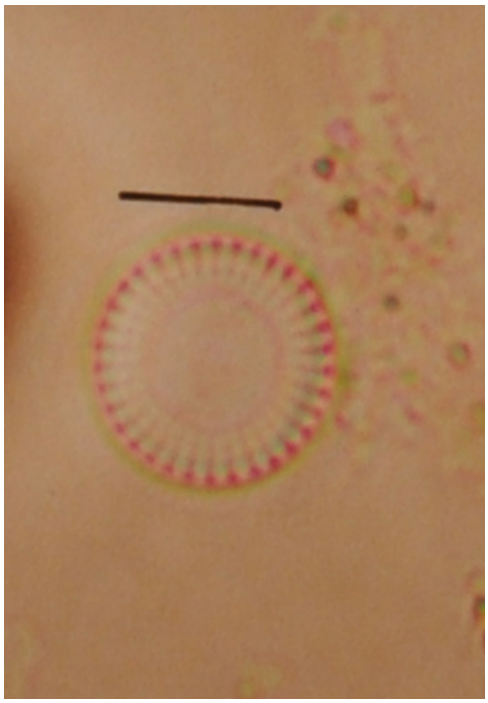
Şekil A.1. *Amphora ovalis*



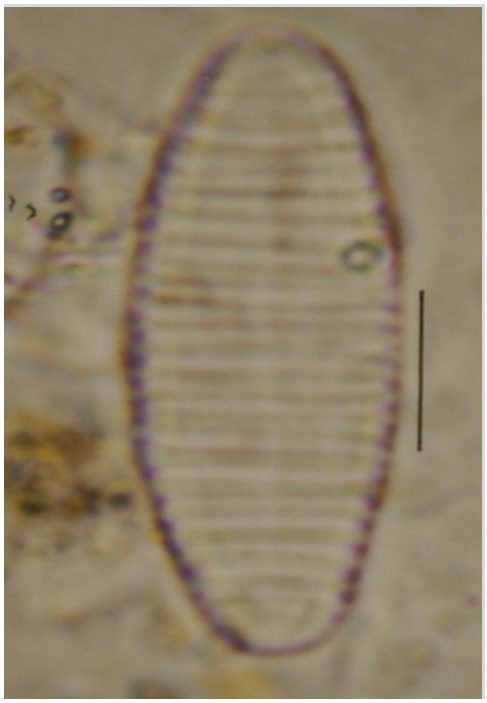
Şekil A.2. *Cocconeis pediculus*



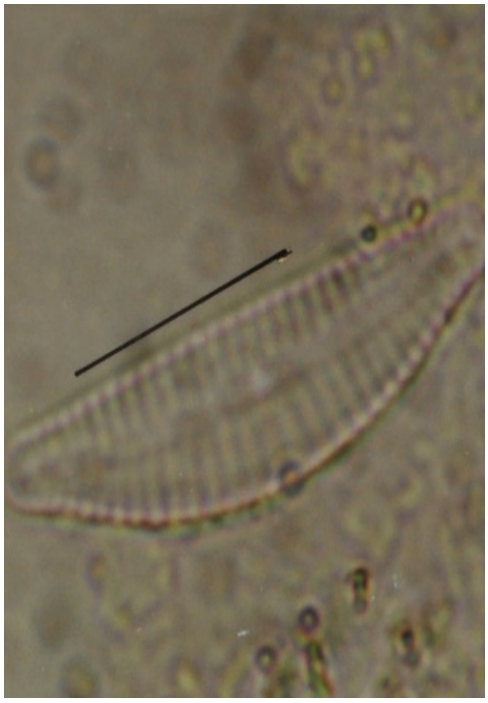
Şekil A.3. *Cocconeis placentula*



Şekil A.4. *Cyclotella meneghiniana*



Şekil A.5. *Diatoma vulgaris*



Şekil A.6. *Cymbella affinis*



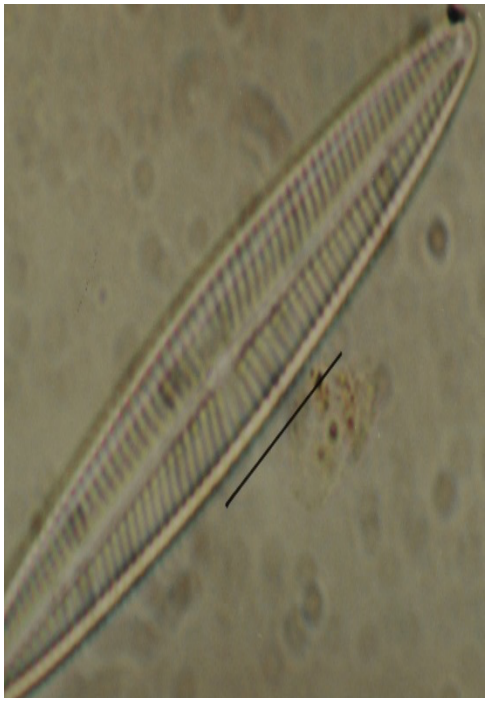
Şekil A.7. *Gomphonella olivacea*



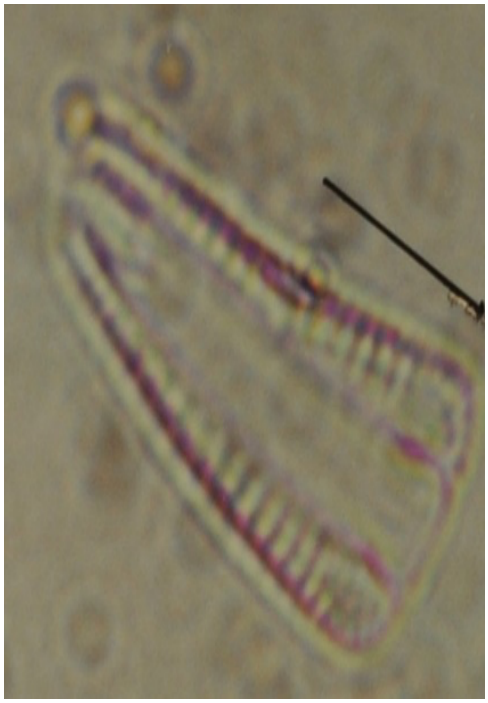
Şekil A.8. *Hantzschia amphioxysis*



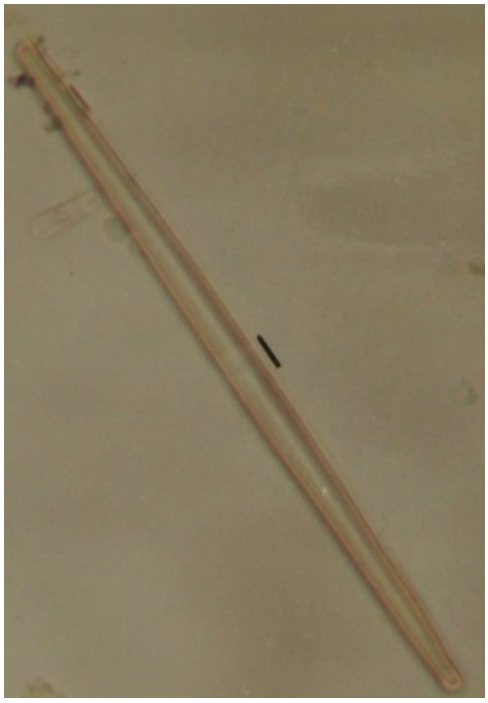
Şekil A.9. *Melosira varians*



Şekil A.10. *Navicula radiosa*



Şekil A.11. *Rhoicosphenia abbreviata*



Şekil A.12. *Ulnaria ulna*

KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

Abdi, M. H. S., Morkoyunlu Yüce, A., Tapan Ömeroğlu, B., **Öncü, F.** (2021). Aquatic Ecosystem Management: The Case of Somalia. *City Health Journal, 2*(2), 43-46.

Öncü, F. (2021). İklim Değişikliğinin Sucul Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi / Evaluation of the Impacts of Climate Change on the Aquatic Ecosystem. *The 1st International Health and Climate Change Congress - Climate Change and a Healthy Future*, Online Congress, 16-20 April 2021.

Öncü, F., Morkoyunlu Yüce, A., Tapan Ömeroğlu, B., Abdi, M. H. S. (2021). Çevresel Etkiler ve Türkiye Deniz Ekosistemleri / Environmental Impacts and Turkey's Marine Ecosystems. *City Health Journal, 2*(2), 68-71.

Tapan Ömeroğlu, B., Morkoyunlu Yüce, A., Abdi, M. H. S., **Öncü, F.** (2021). İklim Değişikliğinin Sucul Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi / Assessing the Effects of Climate Change on the Aquatic Ecosystem. *Climate and Health Journal, 1*(2), 108-114.

ÖZGEÇMİŞ

İlköğrenimini Tekirdağ Malkara'da, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1992 yılında girdiği İstanbul Üniversitesi Tıbbi Laboratuvar Ön Lisans Programı'ndan 1994 yılında mezun oldu.

Aralık 1994 - Şubat 1996 yılları arasında İstanbul Avrupa Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda çalıştı. Şubat 1996 - Ocak 2014 yılları arasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı Hücre Kültürü Laboratuvarı'nda görev yaptı.

2011 yılında girdiği Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldu. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda 2019 yılında başladığı yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Aynı zamanda, İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi'nde görev yapmaktadır.