KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAKARYA HAVZASINDA YER ALAN BAZI DERELERİN SU KALİTESİNİN FİZİKOKİMYASAL DEĞERLERE VE BENTİK ALGLERE GÖRE BELİRLENMESİ

MOHAMED HASSAN SHEIKH ABDI

KOCAELİ 2023

T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAKARYA HAVZASINDA YER ALAN BAZI DERELERİN SU KALİTESİNİN FİZİKOKİMYASAL DEĞERLERE VE BENTİK ALGLERE GÖRE BELİRLENMESİ

MOHAMED HASSAN SHEIKH ABDI

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

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

Prof. Dr. Zehra Arzu BECER
Jüri Üyesi, Akdeniz Üniv. .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 04/07/2023

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirtilen yazım kurallarına göre tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığĭm 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 davrandığĭmı,
- 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 olduğŭ u ölçütlere uygun olduğŭunu,
- 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.

☐ 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 Kocaeli Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2022-2830 no'lu projekapsamında 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 ettiğimibildiririm.

……

Mohamed Hassan Sheikh Abdi

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 oldŭunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin / projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yeralan 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 ***"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşulları 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.

.....

Mohamed Hassan Sheikh Abdi

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince, tezimde büyük katkı sağlayan ve bilgi, tecrübelerinden yararlandığım, OMNIDIA 6.1 programı kullanarak trofik diyatom indekslerinin hesaplanmasın da tezime değer katan danışman hocam Doç.Dr. Arzu MORKOYUNLU ’ya çok teşekkür ederim.

Çalışmalarımın gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen İ.Ü. Su Bilimleri Fakültesi Sapanca Biriminin değerli yöneticisi Bahattin KAYA’ya, arazi ve laboratuvar çalışmalarım sırasında beni destekleyen ve her zaman yardımcı olan değerli Yüksek Mühendis Füsun ÖNCÜ’ye çok teşekkür ederim.

Değerli arkadaşlarım Iddrisu Seidu, Ahmed Moallim Hashi’ye çalışmadaki emekleri ve yardımları için teşekkür ediyorum.

Benim ilerlememde her zaman yanımda olan ve her türlü desteklerini esirgemeyen babam Hassan Sheikh Abdi, annem Saynab Husein ve bütün kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne, Destek Programı kapsamında FYL-2022-2830 sayılı projesi ile tezimi destekledikleri için teşekkür ederim.

Ayrıca bana sağladığı eğitim olanakları nedeniyle Türkiye'nin Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı'na (YTB) en içten şükranlarımı sunuyorum.

Haziran- 2023 Mohamed HASSAN SHEİKH ABDİ

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
ÖZET ix
ABSTRACT x
1. GİRİŞ 1
1.1. Sucul Kaynaklar 1
1.2. Su Kaynaklarının Türkiye'deki Durumu 2
1.3. Su Kaynaklarının Trofik Durumlarının Diyatom İndeksleri ile Belirlenmesi 3
1.4. Benzer Araştırma Özetleri ve Çalışmanın Amacı 4
2. MALZEME VE YÖNTEM 8
2.1. Sapanca Gölü 8
2.1.1. Aşağıdereköy (Harmanlı) Deresi 9
2.1.2. Balıkhane Deresi 10
2.1.3. Kurtköy Deresi 10
2.1.4. Mahmudiye Deresi 11
2.1.5. Sarp Deresi 12
2.1.6. İstanbul Deresi 12
2.1.7. Keçi Deresi 13
2.2. Araştırma İstasyonlarının Su Kalitesi Özelliklerinin Tespiti 14
2.3. Bazı Kimyasal Analizler 14
2.4. Araştırmada Diyatomelerin Örneklenmesi, Teşhisi ve Sayımı 14
2.5. Analizler 15
2.5.1. Sıklık Analizi 15
2.5.2. Baskınlık Analizi 16
2.5.3. Benzerlik Analizi 16
2.5.4. Çeşitlilik Analizi 17
2.5.5. Düzenlilik Analizi 17
2.5.6. Dereler İçin Trofik Diyatome İndeksleri 17
3. BULGULAR VE TARTIŞMA 19
3.1. Örnekleme İstasyonlarında Belirlenen Bazı Su Kalitesi Parametreleri 19
3.1.1. Sıcaklık 19
3.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC) 19
3.1.3. pH 20
3.1.4. Çözünmüş Oksijen Miktarı 21
3.1.5. Nitrat azotu (NO_3-N) 21
3.1.6. Toplam Fosfor 22
3.2. Derelerin Diyatome Kompozisyonu 22
3.3. Sıklık ve Baskınlık 27

3.4. Benzerlik Analizi 27
3.5. Çeşitlilik ve Düzenlilik Değişimi 27
3.6. Diyatome indeksleri 28
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 29
Kaynaklar 32
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER 38
ÖZGEÇMIŞ 39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sapanca Gölü ve örnekleme istasyonları....9
Şekil 2.2. Aşağıdereköy (Harmandere) Deresi....9
Şekil 2.3. Balıkhane Deresi....10
Şekil 2.4. Kurtköy Deresi....11
Şekil 2.5. Diatom Örneklemsi....11
Şekil 2.6. Mahmudiye Deresi....12
Şekil 2.7. Sarp Deresi....12
Şekil 2.8. İstanbul Dere....13
Şekil 2.9. Keçi Deresi....13
Şekil 3.1. Derelerin sıcaklık değerleri....19
Şekil 3.2. Derelerin iletkenlik değerleri....20
Şekil 3.3. Derelerin pH değerleri....20
Şekil 3.4. Derelerin çözünmüş oksijen değerleri....21
Şekil 3.5. Derelerin nitrat azotu değerleri....22
Şekil 3.6. En bol bulunan türlerin derelerdeki dağılımı (birey sayısı/n)....27
Şekil 3.7. Derelerin çeşitlilik indeks değeri....28
Şekil 3.8. Derelerin düzenlilik indeks değeri....28

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Araştırma istasyonlarına ait koordinatlar 8
Tablo 2.2. OMNIDIA indeksleri 18
Tablo 3.1. Diatom tür listesi 23

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	:	Yüzde miktarı
˚C	:	Santigrad derece
CO2	:	Karbondioksit
H2O2	:	Hidrojen peroksit
HCl	:	Hidroklorik asit
km2	:	Kilometrekare
km3	:	Kilometreküp
KNO3	:	Potasyum nitrat
L	:	Litre
m3	:	Metreküp
mg	:	Miligram
mgO2/l	:	Çözünmüş oksijen konsantrasyonu
µm	:	Mikrometre
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
NaNO2	:	Sodyum nitrit
NH4-N	:	Amonyum azotu
NO2-N	:	Nitrit azotu
NO3-N	:	Nitrat azotu
pH	:	Çözeltilerin asitlik veya bazlık derecesi
PO4-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
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

SAKARYA HAVZASINDA YER ALAN BAZI DERELERİN SU KALİTESİNİN FİZİKOKİMYASAL DEĞERLERE VE BENTİK ALGLERE GÖRE BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Sapanca Gölü için önemli su kaynakları olan Aşağıdereköy Deresi, Balıkhane Deresi, Kurtköy Deresi, Mahmudiye Deresi, Sarp Deresi, İstanbul Dere ve Keçi, Deresinin bentik diyatomelerinin belirlenmesi ve trofik düzeylerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Araştırma da her dereden 2 örnekleme istasyonu olmak üzere toplam 14 istasyonda çalışılmıştır. Örneklemeler, Ocak 2022- Ekim 2022 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılmıştır. Derelerde yayılış gösteren fitobentoz kompozisyonu ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Araştırmada, derelerde toplamda, 104 takson tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinin su kalitesini belirlemek için, seçilen araştırma istasyonlarında fizikokimyasal ölçümler de yapılmıştır. Derelerde ortalama su sıcaklığının 15,6 ^{0}C, iletkenlik değeri'nin 547,8 µS cm^{-1}, pH değerinin 7,3 ve çözünmüş oksijen değerininde 8,2 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Araştırma da *Cocconeis pediculus, Navicula angusta, Navicula radiosa,Navicula rhynchocephala, Navicula tripunctata, Navicula trivialis* ve *Surirella minuta* taksonları en bol olarak tespit edilmiştir. Aşağıdereköy (Harmanlı), Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinin DESCY, IBD, IDAP, IPS, IDG, SLA indeklerine göre "İYİ- ORTA", CEE, TDI, SHE ve TIT indekslerine göre "ORTA" düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Diyatome İndeksi, Epifitik, Sakarya, Yüzey Su Kirliliği.

DETERMINATION OF WATER QUALITY OF SOME STREAMS IN THE SAKARYA BASIN BASED ON PHYSIOCHEMICAL PARAMETERS AND BENTHIC ALGAE

ABSTRACT

In the research, determination of benthic diatoms and the assessment of trophic levels in important water sources for Lake Sapanca, namely Aşağıdereköy Stream, Balıkhane Stream, Kurtköy Stream, Mahmudiye Stream, Sarp Stream, İstanbul Stream, and Keçi Stream, were targeted. In the research, a total of 14 stations, 2 sampling stations from each stream, were studied. Sampling was carried out seasonally between January 2022 and October 2022. Phytobenthos composition and seasonal changes in streams were investigated. In the study, a total of 104 taxa were identified in the streams. In addition, physicochemical measurements were made at selected research stations in order to determine the water quality of Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul and Keçi streams. The average water temperature in the streams was found to be 15,6 °C, the conductivity value was 547.8 µS cm^{-1}, the pH valuewas 7.3, and the dissolved oxygen content was 8,2 mg/l. *Cocconeis pediculus, Navicula angusta, Navicula radiosa, Navicula rhynchocephala, Navicula tripunctata, Navicula trivialis*, and *Surirella minuta* taxa were found to be the most abundant. Aşağıdereköy (Harmanlı), Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul, and Keçi streams were classified as "GOOD-MODERATE" according to DESCY, IBD, IDAP, IPS, IDG, SLA indices, and as "MODERATE" according to CEE, TDI, SHE, and TIT indices.

Keywords: Environment, Diatom indices, Epiphytic, Sakarya, Surface Water Pollution.

1. GİRİŞ

Son yıllarda, hızla artan teknolojiyle birlikte hem insan yaşamı hem de çevresel kirleticilerin etkileri farklı boyutlara ulaşmıştır. Sürdürülebilir yaşam için, temiz enerji, temiz teknoloji ve çevre yönetimi konuları önem kazanmaya başlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, tüm dünyada ve Türkiye'de, temiz çevre yönetimi kapsamında, su kaynaklarının korunması için, yapılması gereken eylem planları öne çıkmaktadır. Sürdürülebilir su yönetimi sürecinde; su kaynaklarının kalitesi, su potansiyeli, 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. Sucul Kaynaklar

Yaşam için vazgeçilmez olan su ve su kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilmesi oldukça önemlidir. Dünya da canlı populasyonunun az olduğu dönemlerde, kirletici etkenlerinde az olmasından dolayı içilebilir su problemi hiç yaşanmamıştır. Ancak, 21.yüzyılda, artan teknolojiyle birlikte, artan kirleticiler, su kaynaklarını tehdit etmektedir. Özellikle, küresel ısınma, su sistemleri üzerinde oldukça önemli bir problem olarak sayılabilmektedir. Genel olarak dünyanın dörtte üçü sularla kaplıdır ve %97,2'i tuzlu su olarak deniz ve okyanuslarda bulunurken, %2,3'luk kısmı tatlısudan oluşmaktadır (Shiklomanov ve Rodda, 2003). Kutuplarda bulunan buzul ve karların bir çoğu tatlı su formunun başka bir şeklidir (Alpaslan ve diğ., 2008). İçilebilir su kaynaklarının %2,5 gibi küçük bir dilimde yer alması, küresel ısınma, aşırı nüfus artışı, düzensiz şehirleşme ve su kaynaklarındaki farklı dağılımlar gibi farklı etkenlerden dolayı, dünyanın birçok bölgesinde yetersiz su problemi yaşanmaktadır. Dünyadaki su kullanımına ait veriler incelendiğinde, temiz su erişimi zor olan ve bu nedenle hijyen koşulları yetersiz olan Afrika, Asya, Latin Amerika ve Karayipler'de temiz içme suyu yüzde oranlarının düşük olduğu bildirilmiştir. Bu durum, Latin Amerika ve Karayipler'de %13, Asya'da %19 ve Afrika'da %36 olarak belirlenmiştir (Postel ve Vickers, 2004). Kaynak sularının %70'inin tarım, %19'unun sanayi ve %11'inin de evsel amaçlı olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Ekinci, 2015). Birleşik ve bütüncül havza yönetiminde su kaynakları anlayışı 1990'lı yıllardan itibaren uluslararası kuruluşlar tarafından gündeme alınmıştır. Bütüncül ekosistem yönetimine ilişkin sucul sistem yönetimi, 1992 yılında Rio de Janeiro Çevre

Zirvesi'nde yapılan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'yle birlikte ana hatlarına kavuşmuştur. Bu konu, Avrupa Birliği üye ülkeleri tarafından izleme programına dahil edilmiş, yer üstü su kaynaklarının ekolojik kalitesine ilişkin olarak Avrupa Birliği direktifinin önerilmesi için fırsat yaratmıştır. Avrupa Birliği tarafından Su Çerçeve Direktifi'yle (SÇD) birlikte, üye ülkelerin tüm su ve sulak alanlarının sağlık, temizlik ve sürdürülebilir yönetim düzeyine ulaşması hedeflenmiştir (Çetin, 2017). Su kaynaklarının sürdürülebilirliği için ekosistem tabanlı iyileştirme, koruma, kontrol ve önlem alma yöntemlerinin uygulanması, havza yönetim sisteminde bütünleşik araştırmalar temel hedefler olarak belirlenmiştir. Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Birliği tarafından uygulamaya alınmış, olup yerüstü su kaynaklarının ekosistemlerinin korunması için, su kalite standartlarının, ekolojik yapılarıyla birlikte bütünleşik bir çevre koruma ve yönetim yaklaşımını da esas almıştır. Sucul kaynakların ekosistemleri üzerinde olumsuz etkilerin, kirletici faktörlerin, engellenmesi ve kontrolü için, çevresel kalite standartlarının (ÇKS) belirlenmesi ve uygulanması için çalışmalar büyük önem arz etmektedir (Demir Yetiş ve diğ., 2019).

1.2. Su Kaynaklarının Türkiye'deki Durumu

Küresel ısınma süreciyle birlikte, coğrafik olarak, yarı kurak iklim bölgesinde yer alan Türkiye, tatlı ve tuzlu sucul sistemlerinden daha etkin yararlanabilmek için, sucul sistemlerin su kalitesinin iyileştirilmesi, su kapasitesinin artırılması, koruma ve kullanma dengesinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve izlenmesi için çalışmalar başlatmıştır. Yedi farklı bölgeye ve yirmi beş su havzasına sahip olan Türkiye, iklimsel ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak, su kaynaklarının mevcut su kapasite durumları, bölgeler arasında değişkenlik göstermektedir. Türkiye'nin kullanılabilir yeraltı ve yer üstü su kaynaklarının genel olarak miktarı 112 milyar m^3 ve yıllık ortalama yağış hacmi yıllara göre farklılık göstermekle birlikte yaklaşık 450 milyar $m^{3'}$dür (Anonim, 2022). Avrupa Birliği uyum sürecinde alınan kararlar çerçevesinde, hassas su kütleleri, nitrata hassas alanlar, Türkiye'ye özgü çevresel kirleticilerin belirlenmesi ve su kaynaklarının iyileştirilmesi amacıyla, Su Çerçeve Direktifi gibi standartlar uygulamaya alınmıştır. Türkiye'de çevresel yönetmelikler ve ilgili bakanlıklara ait yasal süreçler ve projeler uygulanmaya alınmıştır. Türkiye'de bulunan yirmi beş havza için çalışmalar başlatılmıştır. Havzalarda yer alan nehir havzaları için, Avrupa Birliği izleme programları

hazırlanmış ve Üniversite, Tübitak ve ilgili Bakanlıklarla ortak projeler yürütülmeye başlanmıştır. Bu direktifler kapsamında yer alan, 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 Trofik Durumlarının Diyatom İndeksleri ile Belirlenmesi

Diyatomeler, dünyada bulunan tüm sucul sistemlerde yayılış gösteren alg grupları arasında geniş dağılıma sahip olan bir gruptur. Diyatomelerin toprak içinde ve sucul sistemlerde Kretase dönemine ait fosilleri, bu grubun geçmişten günümüze kadar devam eden sürecini göstermektedir (Gersonde ve Harwood, 1990). Geniş ekolojik toleransları, trofik duruma göre farklı tür çeşitliliğinden dolayı hem nemli karasal ortamda hem de sucul ortamlarda (deniz, nehir, göl, gölet, vb.) yayılış gösterebilmektedir. Besin piramidinde ilk basamağı oluşturmaları, fotosentez yoluyla inorganik maddeleri organik maddeye çevirebilmeleri açısından sucul yaşam için oldukça önemli organizmalardır. Bünyelerinde bol miktarda silis içermeleri onları ekolojik şartlara karşı daha dayanaklı hale getirmektedir. Hücre duvarlarının birbiri üzerine kapanan, kapaklı kutuya benzer silisli bir yapıda olması oldukça avantaj sağlamaktadır (Alemdar, 2019). Kapak benzeri bu yapı, diyatomelerin teşhis edilmesinde ve sınıflandırılmasında oldukça önemlidir. Organizmaları hücre bölünme yeteneklerinin yüksek olması, ekolojik toleransları gibi özelliklerinden dolayı, sucul ekosistemde oluşabilecek herhangi bir değişiklikte, sistemi izleyebilmek açısından oldukça önemli organizmalardır. Diyatomelerin bu özellikleri, sucul sistemde bu grubu iyi bir indikatör yapmaktadır. Aynı zamanda, besin piramidi ve biyo-kimyasal döngüler arasındaki bağlantılarda da oldukça önemli bir role sahiptirler (Çetin, 2017). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve birçok araştırmacı, lotik ve lentik sucul sistemlerin trofik durumlarının belirlenmesinde, fitobentozun kullanılmasını tavsiye etmektedir (Busse ve Snoeijs, 2003; Çolak Sabancı, 2008). Hareketli su kütlelerinde, özellikle dere, akarsu, nehir gibi akan sularda gerçek fitoplanktonun bulunmaması nedeniyle, diyatomeler bu sistemlerin izlenmesinde oldukça önemli organizmalardır. Hareketli su sistemlerinin ekolojik durumlarının değerlendirilmesinde, son yıllarda, Avrupa ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri'nde "Uluslararası Değerlendirme Programları"nda diyatomeler önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır

(Çetin, 2017).Sucul sistemleri trofik durumlarının belirlenmesinde, diyatome tür ve çevre ilişkisini değerlendirmek için, birçok diyatome indeksi kullanılmaktadır. Trofik durumu belirlemek için yapılan diyatom indeks hesaplamalarında, en yaygın kullanılan OMNIDIA yazılım programıdır. Yazılımdaki diyatom indeksleri, çoğunlukla nehir diyatomeleri kullanılarak geliştirilmiş olup; akan sularda, su kalite sınıfının belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Çetin, 2017).

1.4. Benzer Araştırma Özetleri ve Çalışmanın Amacı

Sakarya Havzası'nda yer alan, su kaynakları hem bulundukları havza için hem de Sakarya ili, içme su kaynağı olarak kullanılan Sapanca Gölü için oldukça önemlidir. Bu bölgede birçok araştırmacı tarafından hem Sakarya havzası hem de Sapanca Gölü üzerinde hidrolojik, limnolojik, ekolojik ve su kalitesine yönelik birçok çalışmalar yapılmıştır. Temel (1992), Sakarya ili için oldukça önemli bir su kaynağı olan Sapanca Gölü'nde yaptığı araştırmada; Pyrrophyta, Euglenophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta ve Bacillariophyta bölümlerine ait toplam 138 takson tespit etmiştir. Çalışma sonunda tüm mevsimlerde Bacillariophyta bölümünün diğer gruplara oranla daha baskın olduğunu belirlemiştir. Çalışmada tespit edilen klorofil-a değerlerinin, sonbahar örneklemelerinde (özellikle kıyı istasyonlarında) daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir.

Bozatlı (1997), Sapanca Gölü'nün kıyısal alanında yer alan sedimana ait örneklemelerde yaptığı çalışmada, Bacillariophyta üyelerinin baskın ve dominant olduğunu belirlemiştir. Araştırmada, Cymbella, Fragilaria, Navicula Amphora ve Synedra cinslerinin tüm çalışma boyunca bulunduğu ve Sapanca Gölü'nün mezotrofik karakterde bir yapı sergilediğini tespit etmiştir.

Açıkgöz (2008), Sakarya havzasında yer alan ve Sapanca Gölü'nü besleyen dereleri hidrojeokimyasal olarak incelemiştir. Çalışmada, tarımsal faaliyetlerin olduğu gölün kuzey kesimindeki Eşme ve Maden derelerinde yoğunlaştığı, gölün güney kesiminde yer alan Mahmudiye, Kurtköy ve Kasabasın derelerinde de kirlilik belirtilerinin bulunduğunu ve su kirliliğinin özellikle kanalizasyon sistemi bulunmayan yerlerde yoğunlaştığını tespit etmiştir.

Solak ve Wojtal (2010), araştırma için, Sakarya nehir havzasında onbeş istasyon belirlemişlerdir. Çalışmada, 304 diyatome türü teşhis etmişlerdir. Araştırma sonucunda, *Caloneis lancettula, Caloneis fontinalis, Cymbella affiniformis, Cymbella subleptoceros* ve *Pinnularia viridiformis* türlerini Türkiye alg florası için yeni kayıt olarak belirlemişlerdir.

Morkoyunlu Yüce ve Gönülol (2016), Sakarya Nehri üzerinde seçilen, dört araştırma (Ferizli Köprüsü, Liman Dere, Tuzla ve Karasu Yenimahalle) istasyonunda Ekim 2009-Eylül 2010 tarihleri arasında araştırma yapmışlardır. Çalışma sonucunda, *Navicula radiosa* türünün baskın olduğunu tespit etmişlerdir.

Solak ve diğ. (2016), Sakarya havzası içerisinde yer alan akarsularda 25 istasyon üzerinde araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda 19 takson belirlemekle birlikte, 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), Sakarya İli'nde yer alan Acarlar Longozu'nda yaptıkları çalışmada, longoz'un su kalitesini belirlemek için epilitik ve epifitik diyatomeleri kullanmışlardır. Araştırmada, diyatome indeksleri hesaplanarak, beş farklı indekse göre Acarlar Longozu'nun su kalitesinin mesosaprobik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Çetin (2017), ekolojik durumun belirlenmesinde, Yukarı Sakarya Havzası'nda fitobentoz örnekleri ile bir değerlendirme yapmıştır. Çalışma sonucunda, doksan altı diyatome türü belirlenmiş olup, *Fragilaria brevistriata, Craticula subminuscula, Cymbella excisa* ve *Achnanthidium minutissimum* türleri dominant olarak tespit edilmiştir. Araştırmada hesaplanan diyatome indeksleri içinde, IDP indeksi ile toplam azot arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir.

Morkoyunlu Yüce ve diğ. (2017), Sakarya havzasında yer alan, İstanbul Dere, Aliağa Dere, Bostancı Dere ve Orta Derelere ait fitobentoz yapısını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, elli sekiz takson tespit etmişlerdir. Derelerde yayılış gösteren türlerin, temiz suda ve trofik düzeyi yüksek sularda yaşayan kozmopolit türler olduğunu belirlemişlerdir.

Durgut (2017), Sakarya ili sınırları içerisinde yar alan Küçük Akgöl, Poyrazlar ve Taşkısı Gölleri, Mayıs 2015- Nisan 2016 tarihleri arasında araştırılmıştır. Çalışma sonunda,

toplam yüz on dokuz tür belirlenmiştir. Çalışma istasyonlarında yayılış gösteren türlerin benzerlik düzeylerinin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Trofik durum indeksi (TDIL) hesaplamalarına göre, Küçük Akgöl Gölü "orta", Poyrazlar Gölü "orta-iyi" ve Taşkısı Gölü ise "iyi" su kalite sınıfında değerlendirmiştir.

Güzel (2019), Akarçay ve Sakarya Havzası'nda yer alan, otuz üç gölde çevresel değişkenlere bağlı olarak fitoplanktonun tür çeşitliliği ve biyohacminde görülen değişimleri araştırmıştır. Araştırmada, göllerin tür çeşitliliği ve biyohacminde görülen değişimler farklı analizler ile karşılaştırılmıştır. Bu değişimlerin, sebep ve sonuçları kimyasal ve fiziksel parametreler ile açıklanmıştır.

Solak ve diğ. (2020), Sakarya havzasında, 2018 yılı Mayıs ayında havzanın akarsu ve akarsularında toplam 46 istasyonda araştırma yapılmıştır. Çalışmada, 195 diatom taksonun dan 41'inin baskın olduğu tespit edilmiştir. Diatom indeks değerlerine göre, DES, IDP, IDAP ve IPS indekslerinin bu alanda su kalitesi değerlendirmesi için en uygun olduğu tespit edilmiştir.

Sevindik ve diğ. (2021), Önemli su kaynaklarından biri olan Sapanca Gölü Havzası'ndaki (Sakarya, Türkiye) sekiz derenin diyatome indekslerini kullanılarak, ekolojik durum tespiti yapmışlardır. Çalışma sonucunda araştırma istasyonlarının ekolojik durumlarının "iyi" olduğunu belirlemişlerdir. İstasyonlar *Cymbella affinis, Reimeria sinuata* ve *Nitzschia dissipata* gibi kirliliğe duyarlı türlerle karakterize edilmiştir. Araştırma sonucunda, biyolojik bir metrik olarak TIT değerinin, Sakarya Nehir Havzası'ndaki akarsuların değerlendirilmesi için yararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Öncü (2021), Sapanca Gölü'ne dökülen derelerin fitobentoz kompozisyonunu incelemiş ve toplamda, 74 takson tespit etmiştir. 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. Derelerde tespit edilen indekse göre, araştırma istasyonların düzenli dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Derelere diyatome at 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 belirlenmişti.

Bu çalışmada; Ocak 2022- Ekim 2022 tarihleri arasında, Sapanca gölünü besleyen Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi 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. Araştırma, Sakarya havzasında yer alan derelerin, sürdürülebilir yönetimleri ve su çerçeve direktifi uygulamaları doğrultusunda katkı sağlayacaktır.

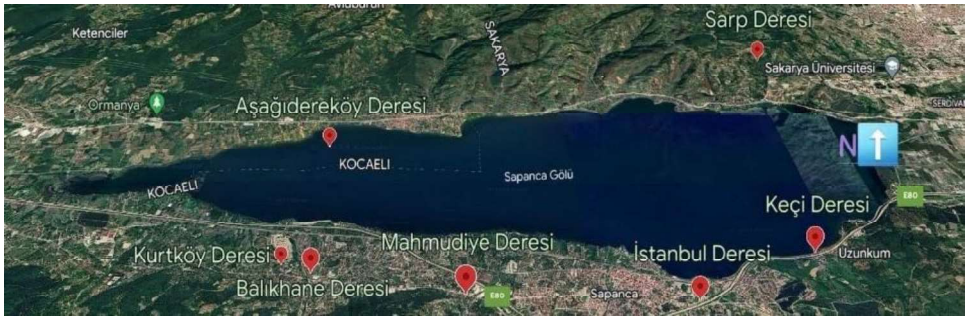
2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Sapanca Gölü

Sapanca Gölü, Kocaeli- Sakarya il sınırları içerisinde yer almaktadır. Tatlı su özelliğinde olan göl'ün deniz seviyesinden yüksekliği 30 m'dir. Göl'ün kapladığı yüzey alanı 47 km^2, toplam göl çevresi uzunluğu 39 km. ve göl'ün maksimum derinliği 52 metredir. Sapanca Gölü Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır(Özecik, 2006). Akarsular, küçük dereler ve yer altı suları ile beslenen Sapanca gölü, sucul yaşam için büyük bir önem taşımaktadır. Gölün güney bölgesinden akan dereler dik yataklı olup, göle irili ufaklı bol miktarda kaya ve çakıllardan oluşan sediment taşımaktadır (Duman, 2005). Sapanca Gölü'nü besleyen ve göle giriş yapan küçüklü büyüklü birçok su kaynağı bulunmaktadır. Bu çalışmada, Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinin fitobentoz kompozisyonu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında, her dereden mevsimsel örneklemeler yapılmıştır. Örnek alınan çalışma istasyonlarına ait koordinatlar Tablo 2.1.'de, örnekleme istasyonlarına ait görseller ise Şekil 2.1- Şekil 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Araştırma istasyonlarına ait koordinatlar

İstasyonlar	**Koordinatlar (N)**	**Koordinatlar (E)**
Aşağıdereköy (Harmanlı) Deresi	40 ^{0} 42' 39''N	30 ^{0} 12' 42''E
Balıkhane Deresi	40 ^{0} 41' 35''N	30 ^{0}12' 81'' E
Kurtköy Deresi	40 ^{0} 41' 47''N	30 ^{0}12' 13''E
Mahmudiye Deresi	40 ^{0} 41' 39''N	30 ^{0}15' 42''E
Sarp Deresi	40 ^{0} 44' 14'' N	30 ^{0}18' 01''E
İstanbul Deresi	40 ^{0} 70' 76''N	30 ^{0} 26' 78''E
Keçi Deresi	40 ^{0} 41'' 27'N	30 ^{0} 17'10''E



Şekil 2.1. Sapanca Gölü ve örnekleme istasyonları

2.1.1. Aşağıdereköy (Harmanlı) Deresi

Çalışma alanı olarak seçilen dere, Yukarı Dereköy'ün Kuzey bölgesinden doğar. Dere güney yönünde, Aşağıdereköy yerleşim bölgesi boyunca akarak Sapanca Gölü'ne dökülür. Derenin uzunluğu yan kolları ile toplam 9,76 km, ortalama eğimi %7,9 ve havza alanı 6,536 km^2'dir ("Sapanca INFO," 2023). Dere suyu hafif akışlı, bulanık olup, içerisinde irili ufaklı taşlar mevcuttur. Çevresinde ağaçlıklar olan dere yol kenarında yer almaktadır.



Şekil 2.2. Aşağıdereköy (Harmandere) Deresi

2.1.2. Balıkhane Deresi

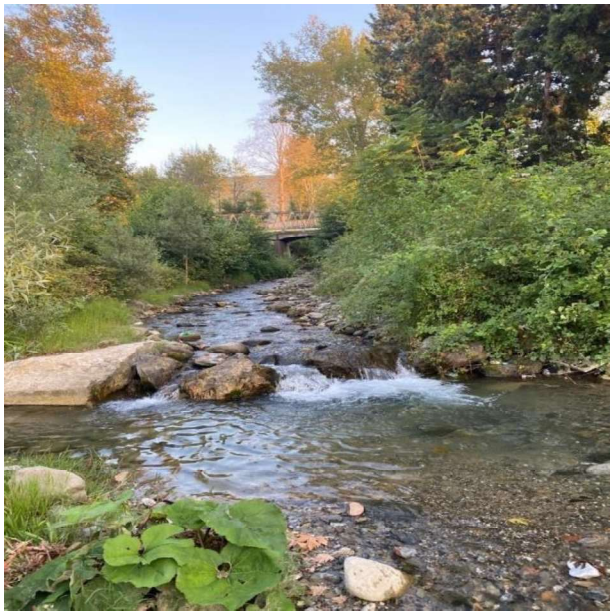
Sakarya İli, Maşukiye Köyü'nün kuzeyinde yer alan dere, Sapanca Gölü'ne batı ucundan dökülmektedir. Ana kol boyunca uzunluğu 8,8 km olan derenin yan kollarıyla birlikte uzunluğu 62 km. 'dir. Havza alanı 33,6 km^2 olan derenin ortalama eğimi %15,8'dir ("Sapanca INFO," 2023). Çevresinde ağaçlıklar mevcut olan dere, orta akışlı olup, içinde irili ufaklı taşlar mevcuttur.Dere kenarından yol geçmekte olup, çevresinde piknik alanı bulunmaktadır. Bununla birlikte, dereye yakın yoğurt ve deri fabrikası bulunmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Balıkhane Deresi

2.1.3. Kurtköy Deresi

Solucak yaylasından doğan derenin, havzası dar olup, derenin uzunluğu 11,8 km., yan kollarıyla birlikte toplam uzunluğu 25, 75 km ve ortalama eğimi %19,7'dir ("Sapanca INFO," 2023). Dere akışı hızlı, su içinde irili ufaklı taşlar mevcuttur. Dere üzerinde köprü ve yerleşimyeri bulunmaktadır. Örnekleme yapılan noktalar, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemek amacıyla belirli bölgelerde numune alındığını gösterir. (Şekil 2.4. ve Şekil 2.5)



Şekil 2.4. Kurtköy Deresi



Şekil 2.5. Diatom Örneklemsin

2.1.4. Mahmudiye Deresi

Sapanca gölüne dökülen derenin uzunluğu 12,4 km., yan kollarıyla birlikte 26,31 kilometre olup ortalama eğimi %10'dur ("Sapanca INFO," 2023). Su orta akışlı, bulanık olup, içinde irili ufaklı taşlar mevcuttur. Dere çevresinde yerleşim Yareli bulunmaktadır.).(Şekil 2.6)



Şekil 2.6. Mahmudiye Deresi

2.1.5. Sarp Deresi

Sakarya İli sınırlarında yer alan Tumba tepesinin güney batısından doğan derenin ana kol uzunluğu, 3 km ve ortalama eğimi %7,1'dir. Havza alanı 4,97 km^2 olup, yan kollarıyla birlikte toplam uzunluğu 9,57 km.'dir ("Sapanca INFO," 2023). Dere yakınında, büfe, market gibi alanlar mevcut olup, dere hafif akışlı ve bulanıktır. Dere bir kanal içerisinden de akmaktadır. Dere çevresinde ağaçlıklar mevcuttur (Şekil 2.7).

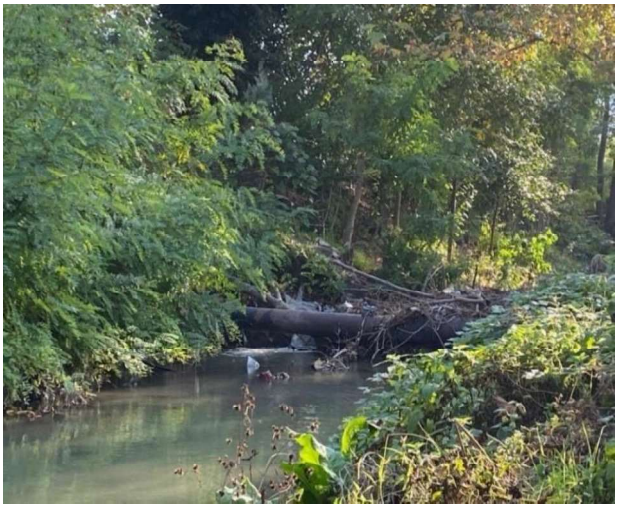


Şekil 2.7. Sarp Deresi

2.1.6. İstanbul Deresi

Üç ana koldan oluşan dere, Nuri Osmaniye sırtından doğmaktadır. Kuzey – Doğu yönünde akan derenin drenaj sahası 26,82 km^2, uzunluğu 12,8 km. ve yan kollarıyla

birlikte toplam uzunluğu 47,54 km. ve ortalama eğimi %15,4 olarak belirlenmiştir ("Sapanca INFO," 2023). Çevresinde yerleşim yeri bulunan dere yavaş, akışlı olup, içerisinde irili ufaklı taşlar mevcuttur (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. İstanbul Deresi

2.1.7. Keçi Deresi

Bozca tepesinin kuzeydoğusundan doğan Keçi Deresi, kuzey yönünde akarak Sapanca Gölü'ne dökülür. Ana kol uzunluğu, 4,3 km., yan kollarıyla birlikte toplam uzunluğu 11,95 km olan derenin havza alanı 4,7 km^2 ve ortalama eğimi %14'dür ("Sapanca INFO," 2023). Dere çevresinde, yol ve yerleşim yeri mevcuttur. Çalılıklar arasında akan, yavaş, akışlı dere içinde, irili ufaklı taşlar mevcuttur (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Keçi Deresi

2.2. Araştırma İstasyonlarının Su Kalitesi Özelliklerinin Tespiti

Bu çalışma, Ocak 2022- Ekim 2022 tarihleri arasında, mevsimsel olarak, Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinde seçilen toplamda 7 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal analizler için, 1 litrelik şişelere derelerde seçilen istasyonlardan Ocak, Nisan, Ağustos ve Ekim aylarında su numuneleri alınmıştır. Arazi çalışması ve örnekleme esnasında, derelere ait bazı parametreler (su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, iletkenlik ve pH) HANNA (Hı 9025) marka multiparametre cihazı ile ölçülmüştür.

2.3. Bazı Kimyasal Analizler

Araştırma yapılan derelere ait, nitrat azotu (NO_3-N) ve toplam fosfor (TP) analizleri, akreditasyonu bulunan çevre laboratuvarında yapılmıştır. Nitrat azotu (mg/l): TS 6231 (Spektrometrik Metot) ve 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. Araştırmada Diyatomelerin Örneklenmesi, Teşhisi ve Sayımı

Sucul sistemlerin besin piramidinde birincil basamağı oluşturmaları, indikatör türleri içermeleri ve bu sistemlerin trofik durumunun değerlendirilmesinde diyatome türleri oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan 21/06/2019 tarihli ve 30808 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Biyolojik İzleme Tebliği'nde yer alan"Fitobentoz / Diyatome İzleme Usul ve Esasları" dikkate alınmıştır. Tebliğ de belirtilen hususlara dikkat edilerek, belirlenmiş istasyonlardan örneklemeler yapılmıştır (Resmî Gazete, 2019). Derelerin trofik durumlarını belirlemek amacıyla, araştırmada, fitobentozörneklemesi için her bir derenin içinden orta büyüklükte 5 adet taş alınmıştır. Taş yüzeyleri, sert bir fırça yardımıyla fırçalanarak, bu sular, örnekleme kaplarına aktarılmıştır. Fitobentoz örneklemesi sonrası, bulanık kahverengi su örnekleme şişelerine boşaltılmış ve %4'lük formaldehit kullanılarak fikse edilmiş ve muhafaza altına alınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler, 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 ^{o}C'de 1-2 saat süresince (bütün

organik madde gideriline kadar) ısıtılmıştır. Isıtma işlemi sonrasında 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 beş dakika santrifüj (3000 devir/dk.) 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 daimî 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, 1991'a, 1991b, 1999'a, 1999b). Araştırmada, belirlenen türler algaebase ve Türkiye algleri veri tabanından kontrol edilmiştir (Guiry ve Guiry,2023; Maraşlıoğlu ve Gönülol, 2023). Sabit preparatlarda tür teşhisleri yapılarak, diyatome bolluklarının belirlenmesi için 400 frustul sayılmıştır.

2.5. Analizler

Araştırmada, derelerde yayılış gösteren türlerin sıklık, baskınlık, benzerlik, çeşitlilik ve düzenlilik analizleri yapılmıştır.

2.5.1. Sıklık Analizi

Sucul sistemlerin bulunduğu coğrafik yapı, meteoroloji ve çevresel şartlar, su ortamında bulunan diyatom türlerinin yayılışları üzerinde oldukça etkili parametrelerdir. Bu faktörlere bağlı olarak diyatomeler bulundukları sucul ortamda farklı sıklıkta dağılım göstermektedirler. Sıklık değeri, organizmanın numunede bulunma yüzdesi olarak tanımlanmaktadır. 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 beş 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

2.5.2. Baskınlık Analizi

Sucul ekosistemde bulunan, bir organizmanın diğer organizmalar üzerindeki oransal denetim yeteneği baskın tür olarak tanımlanmaktadır. Bir ekosistem içinde bulunduğu çevrenin, kalitatif ve kantitatif olarak en belirgin organizması baskın tür'dür. Baskınlık analizi, Denklem (2.2)' ye göre belirlenmiştir.

Baskınlık = Na / Nn x 100 (2.2)

Na : A türüne ait birey sayısı

Nn : Tüm örneklere ait birey sayısı

2.5.3. Benzerlik Analizi

Araştırma yapılan istasyonlar arasındaki benzerlik analizi, organizmaların belirlenmesine yönelik örnekleme yapılan alanlar arasında tür kompozisyonu gruplaması olarak tanımlanmaktadır (Kocataş, 1996). Benzerlik analizi, aşağıdaki (2.3) formüle göre hesaplanmıştır.

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

Q : Sorensen benzerlik indeksi

a : İki örnekleme alanındaki ortak tür sayısı

b : Birinci örnekleme alanındaki farklı tür sayısı

c : İkinci örnekleme noktasında tespit edilen, birinci örnekleme noktasından farklı türsayısı

2.5.4. Çeşitlilik Analizi

Çeşitliliği belirlemek için kullanılan 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)

2.5.5. Düzenlilik Analizi

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

2.5.6. Dereler İçin Trofik Diyatome İndeksleri

OMNIDIA 6.1 programı kullanılarak, trofik diyatome indeksleri hesaplanmıştır (Lecointe ve Coste, 2022). Ayrıca, çalışmada Trofik İndeks Türkiye (TIT) değeri de hesaplanmıştır(Çelekli, 2016). Çalışma sonucunda elde edilen veriler, Tablo 2.2'deki

diyatome indekslerine göre değerlendirilmiştir (Çetin, 2014).

Tablo 2.2. OMNIDIA indeksleri

Kısaltma	**İndeks**
TID	Rott Trofik indeks
SID	Rott Saprobik indeks
LOBO	Lobo's indeks
PDI	Pampean Diatom indeks
DES	Descy indeks
APDI	Artois-Picardie Diatom indeks
%PT	% Kirliliğe Toleranslı Taksonlar
DAIpo	Organik Kirlilik için Diatom Topluluk İndeks
Leclercq ve Maquet Indeks	Leclercq ve MaquetIndeks
Steinberg ve SchiefeleIndeks	Steinberg ve SchiefeleIndeks
TDI	Trofik Diatom İndeks
SDI	İsveç Diatom İndeks
GDI	Cins Düzeyinde DiatomİndeksSLA
Sladecek İndeks	
EPI-D	Ötrofikasyon KirliliğiİndeksiCEC
Avrupa İndeks	
BDI	Biyolojik Diatom İndeksi
SPI	Spesifik Kirlilik İndeksi

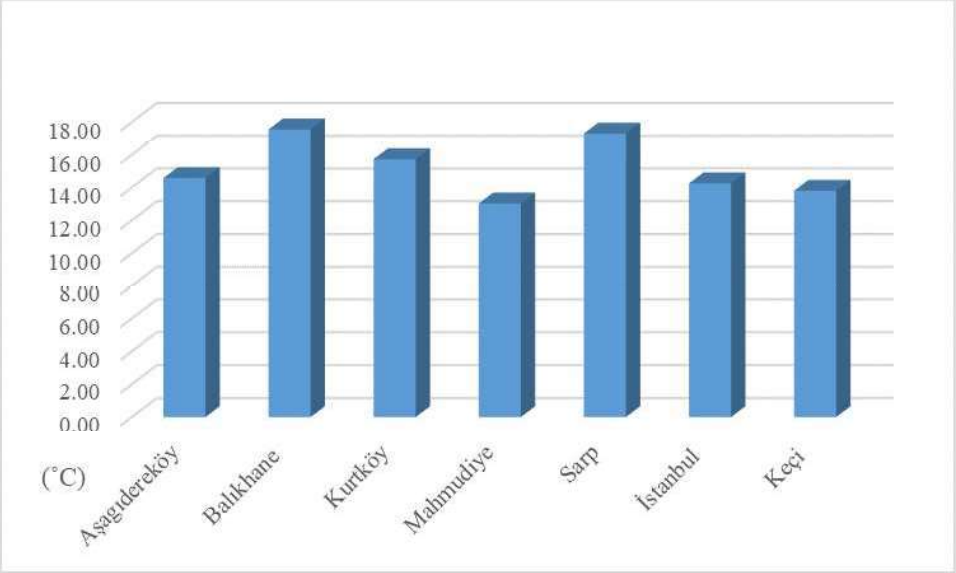
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Örnekleme İstasyonlarında Belirlenen Bazı Su Kalitesi Parametreleri

Bu çalışmada, Ocak 2022- Ekim 2022 tarihleri arasındaki, Sapanca havzası içerisinde yer alan, Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinde mevsimsel olarak su kalitesi parametreleri belirlenmiştir. Çalışma istasyonlarında tespit edilen parametreler Şekil 3.1.- Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

3.1.1. Sıcaklık

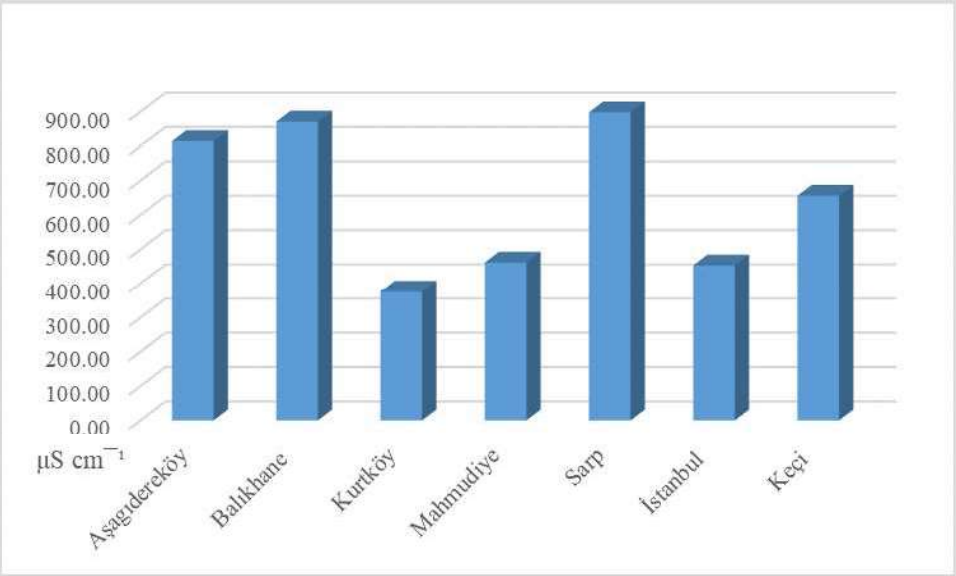
Diyatom türlerinin yayılışında, su sıcaklığı en önemli parametrelerden biridir. Tür kompozisyonu sıcaklığa göre farklılık göstermektedir (Nadir, 2017). İstasyonlarda yapılan mevsimsel ölçümlerde; maksimum sıcaklık 2022 yılının Ağustos ayında Balıkhane Deresi'nde (17,5˚C), minimum sıcaklık ise 2022 yılının Ocak ayında Mahmudiye Deresi'nde (13,3˚C) ölçülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Derelerin sıcaklık değerleri

3.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

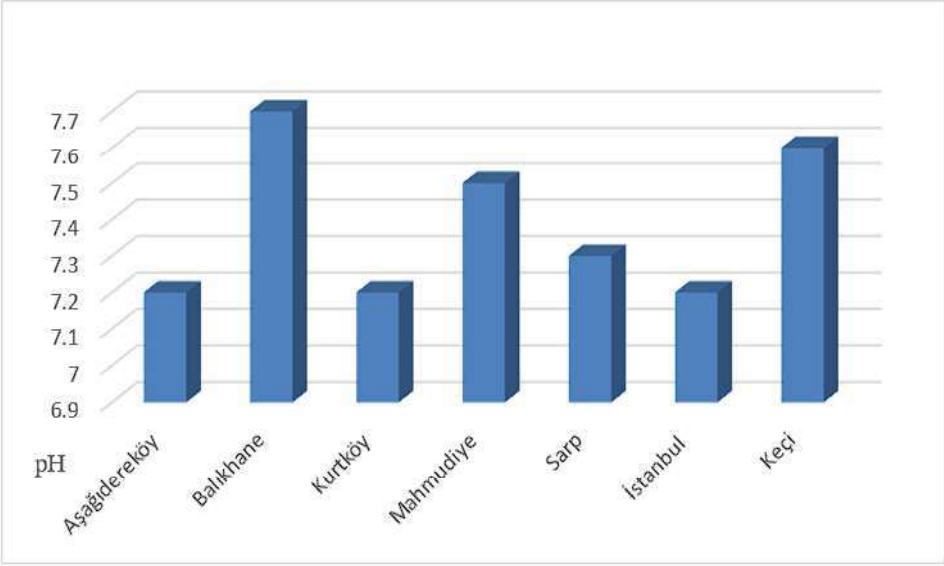
Maksimum İletkenlik, 2022 yılının Ağustos ayında Sarp Deresi'nde 897,75 µS cm^{-1} olarak, minimum iletkenlik ise 2022 yılının ocak ayında Kurtköy Deresi'nde 375,25 µS cm^{-1} olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Derelerin iletkenlik değerleri

3.1.3. pH

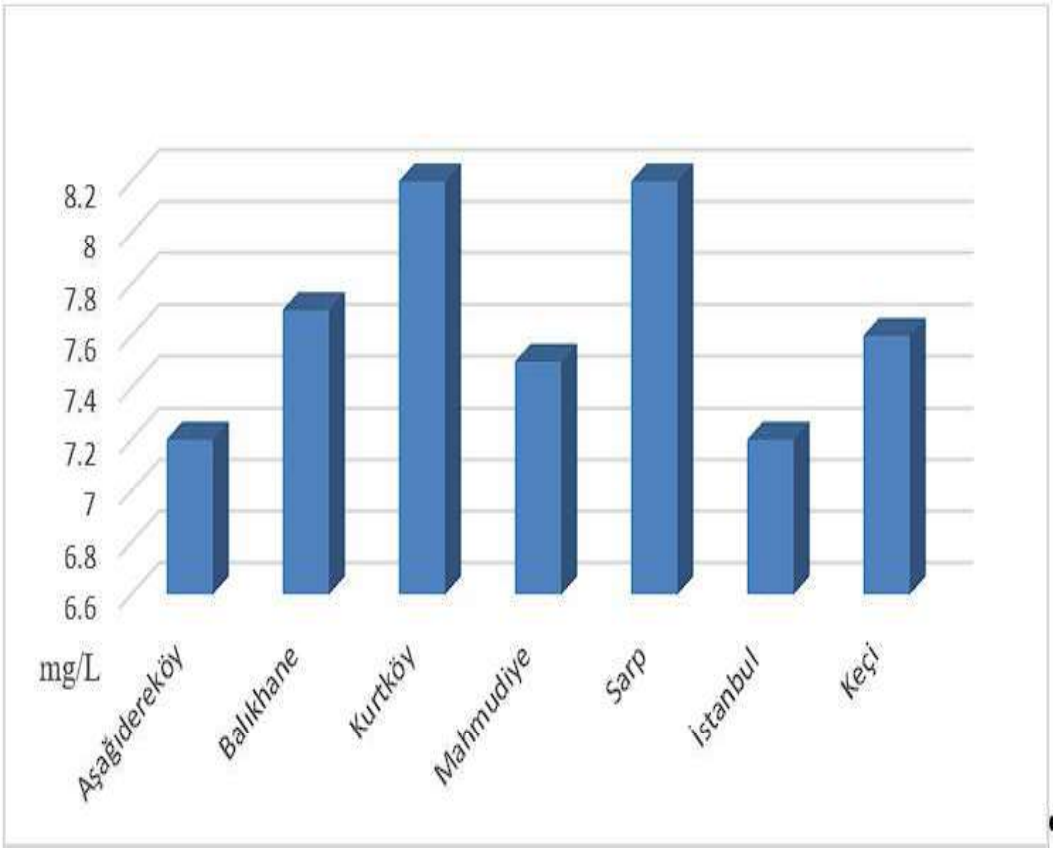
Su kaynaklarında, kimyasal ve biyolojik faktörleri etkileyen en önemli parametrelerden biri de pH'dır. Doğal sularda, farklı çevresel etkilerden dolayı pH miktarının artması veya azalması bazı bileşiklerin toksisitesini etkilemektedir. Maksimum pH, 2022 yılının Ağustos ayında Balıkhane Deresi'nde 7,7 olarak, minimum pH ise 2022yılının Ocak ayında Kurtköy Deresi'nde 7,2 olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Derelerin pH değerleri

3.1.4. Çözünmüş Oksijen Miktarı

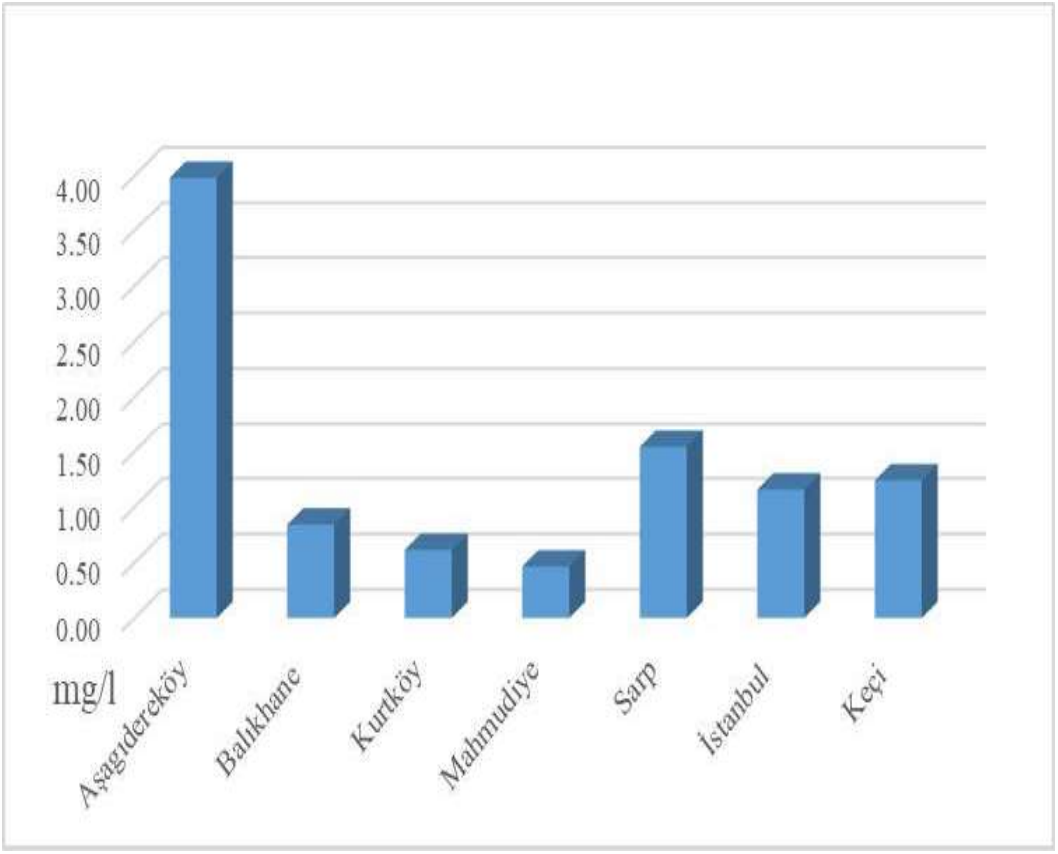
Sudaki çözünmüş oksijen miktarı canlı yaşamı için önemlidir. Çözünmüş oksijenin azlığı yüzeysel sularda kirliliğin göstergesidir (Nadir, 2017). Maksimum çözünmüş oksijen değeri, 2022 yılının Ağustos ayında, İstanbul ve Aşağıdereköy Derelerinde sırasıyla 7,2 ve 7,3 olarak en düşük tespit edilmiştir En yüksek oksijen değeri ise, Ocak 2022'de Sarp Deresinde (8,3 mg/l) ve Kurtköy Deresi (8,2 mg/l) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Derelerin çözünmüş oksijen değerleri

3.1.5. Nitrat azotu (NO_3-N)

Nitrat miktarı sucul sistemlerde yaşayan ekosistem üzerinde oldukça etkilidir. Sularda, Nitrat oranının 10mg/l den yüksek çıkması, tüm organizmalar için olumsuz etkilere neden olur. Bu nedenle yüzeysel suların Nitrat düzeylerinin takibi çevre sağlığı açısından önemlidir. Çalışmada, maksimum nitrat azotu değeri, 2022 yılının Ağustos ayında Aşağıdereköy Deresi'nde 3,98 mg/l olarak, minimum nitrat azotu değeri ise 2022 yılının Ocak ayında Mahmudiye Deresi'nde 0,47 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Derelerin nitrat azotu değerleri

3.1.6. Toplam Fosfor

Derelerde ölçülen toplam fosfor değerlerine bakıldığında, Mahmudiye Deresi'nde en yüksek Ağustos ayında 0,5 mg/l olarak tespit edilirken, diğer tüm derelerde, 0,3 mg/l değeri altında tespit edilmiştir.

3.2. Derelerin Diyatome Kompozisyonu

Çalışmada, Aşağıdereköy (1), Balıkhane (2), Kurtköy (3), Mahmudiye (4), Sarp (5), İstanbul (6) ve Keçi (7) derelerinin fitobentozda bulunan diyatome kompozisyonu belirlenmiştir. Tüm derelerde, toplamda 104 takson belirlenmiştir. Bu taksonlardan Aşağıdereköy 27, Balıkhane 23, Kurtköy 59, Mahmudiye 73, Sarp 59, İstanbul 48 ve Keçi 74 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, diğer derelere göre en fazla taksonun Keçi Deresi'nde olduğu belirlenmiştir. Araştırma istasyonlarında teşhis edilen tür listesi Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Diatom tür listesi

Taxa/ Station	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Achnanthes sp.	+	-	+	+	+	+	-
Achnanthes minutissima Kütz.	-	+	-	-	-	-	+
Achnanthidium affine (Grunow) Czarnecki	-	-	+	+	+	+	-
Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki	+	-	+	+	+	-	+
Achnanthidium subsalsum (J.B. Petersen) Aboal	-	-	-	+	-	+	-
Amphora libyca Ehrenberg	+	-	-	-	+	-	-
Amphora ovalis (Kütz.) Kütz.	+	-	-	+	-	-	+
Amphora libyca Ehren.	-	-	+	-	-	+	+
Brebissonia lanceolata (C. Agardh) R.K. Mahoney & Reimer	-	-	-	+	-	-	+
Cocconeis pediculus Ehrenberg	-	+	+	+	+	+	+
Cocconeis placentula Ehrenberg	-	-	+	+	+	+	+
Craticula cuspidata (Kutzing) D.G.Mann	-	-	+	+	-	-	+
Craticula halophila (Grunow) D.G. Mann	-	-	+	-	-	-	+
Cyclotella meneghiniana Kütz.	-	-	-	-	+	-	+
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W. Smith	-	+	-	+	-	-	-
Cymatopleura solea (Brébisson) W. Smith	-	-	+	-	-	+	+
Cymbella affinis Kützing	+	+	+	+	+	+	
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	+	-	-	+
Cymbella cymbiformis C.Ag.	-	-	-	+	-	+	+
Cymbella helvetica Kützing	-	-	+	+	-	-	+
Cymbella lanceolata C. Ag.	-	-	+	-	-	+	+
Cymbella neolanceolata W. Silva	-	-	-	+	-	-	+
Cymbella proxima Reimer	-	-	-	+	+	-	+
Cymbella sp	-	-	-	-	-	+	+
Cymbella tumida (Brébisson) VanHeurck	-	-	+	+	+	+	-
Cymbella ventricosa Kütz.	+	+	-	+	+	+	+
Cymbopleura naviculiformis (Auerswald exHeiberg) Krammer	-	+	-	+	-	-	+
Cymbopleura reinhardtii (Grunow) Krammer	-	-	+	+	+	+	-
Diatoma ehrenbergii Kützing	-	-	+	+	+	-	+
Diatoma moniliformis (Kützing) D.M. Williams	-	-	-	+	-	-	+

Tablo 3.1. (Devam) Diatom tür listesi

Diatoma sp.	-	-	-	-	+	+	+
Diatoma vulgaris Bory	+	-	+	+	+	+	+
Didymosphenia geminata (Lyngbye) Mart.Schmidt	-	-	-	+	+	-	-
Diploneis elliptica (Kützing) Cleve	-	-	-	+	-	-	+
Diploneis ovalis (Hilse) Cleve	-	-	-	+	-	-	+
Encyonema cespitosum Kützing	-	-	-	+	-	-	-
Encyonema leibleinii (C.Ag.) W. J. Silva, R. Jahn, T.A.V. Ludwig& M. Menezes	+	-	+	+	+	-	+
Encyonema minutum (Hilse) D.G. Mann	-	-	+	+	+	+	-
Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G. Mann	-	-	+	+	+	-	-
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Schaarschmidt	-	+	-	+	-	+	-
Fragilaria capucina Desmazière	-	-	+	+	+	+	-
Fragilaria crotonensis Kitton	-	+	-	+	-	-	+
Fragilaria sp.	-	-	-	+	-	+	+
Gomphonema acuminatum Ehrenberg	-	-	+		-	-	+
Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst	-	-	+	+	+	-	-
Gompkonema angustum C. Ag.	-	-	-	-	+	+	-
Gomphonema augur Ehrenberg	-	+	+	-	-	-	+
Gomphonema gracile Ehrenberg	-	-	-	-	+	-	+
Gomphonema intricatum Kütz.	+	+	-	-	-	+	+
Gomphonema minuta P. Fusey	-	-	+	+	-	+	+
Gomphonema minutum (C. Agardh)	-	-	+	+	+	-	-
Gomphonella olivacea (Hornemann) Rabenhorst	+	-	+	+	+	+	+
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	-	-	+	+	+	+	+
Gomphonema sp.	-	-	+	-	+	-	+
Gomphonema truncatum Ehrenberg	-	-	+	+	+	-	+
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabenhorst	+	-	-	+	-	-	+
Gyrosigma sciotoense (W.S. Sullivant) Cleve	-	-	-	+	-	-	+

Tablo 3.1. (Devam) Diatom tür listesi

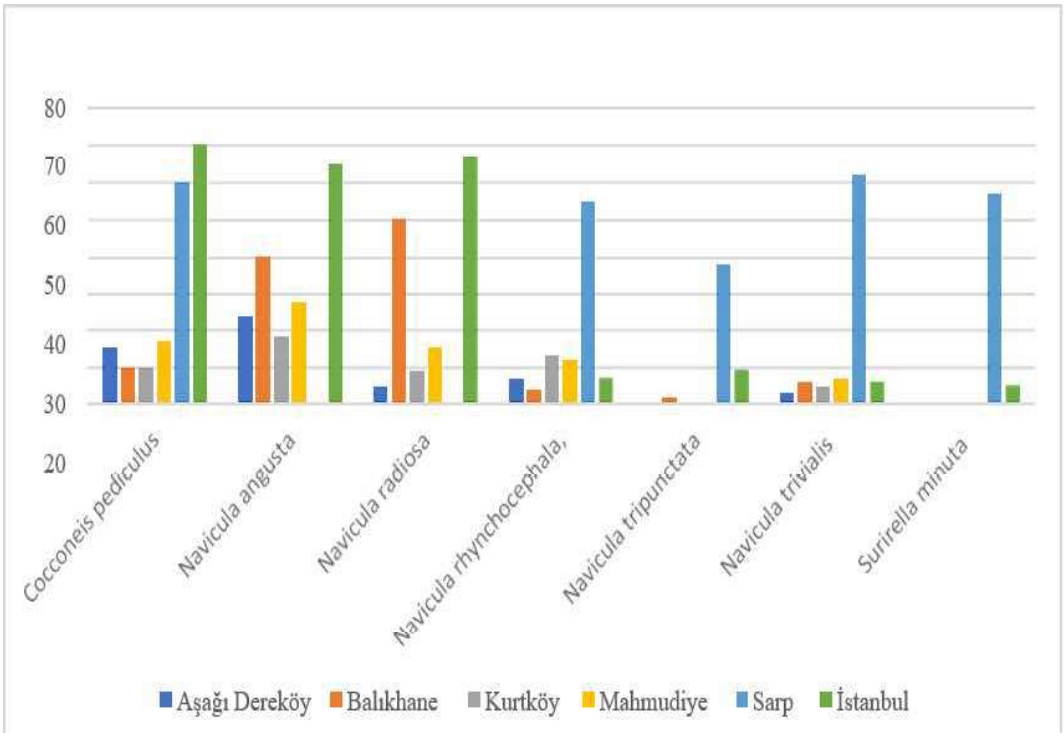
Halamphora dusenii (Brun) Levkov	+	-	+	-	+	-	+
Halamphora montana (Krasske) Levkov	-	-	+	+	+	-	+
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow	-	-	-	-	+	+	+
Melosira lineata (Dillwyn) C. Agardh	-	-	+	+	+	-	-
Melosira varians C. Agardh	-	+	-	+	+	-	+
Meridion circulare (Greville) C. Agardh	-	-	+	+	+	-	-
Navicula angusta Grunow	+	+	-	+	+	-	-
Navicula capitatoradiata H. Germain ex Gasse	-	-	+	+	+	+	+
Navicula cryptocephala Kützing	-	+	+	+	+	+	+
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	-	-	-	-	+	-	+
Navicula lanceolata Ehrenberg	-	-	+	+	+	-	+
Navicula lenzii Krasske	-	-	+	+	-	-	+
Navicula microcari Lange-Bertalot	-	-	+	-	+	-	-
Navicula radiosa Kütz.	+	+	-	+	-	+	+
Navicula rhynchocephala Kützing	-	-	+	+	+	+	+
Navicula sp.	-	-	+	+	-	+	+
Navicula splendicula Van Landingham	-	-	+	+	-	-	+
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Broy	-	-	+	+	+	+	+
Navicula trivialis Lange-Bertalot	+	+	-	-	+	-	-
Nitzschia acidoclinata Lange-Bertolot	+	+	-	-	-	+	-
Nitzschia capitellata Hustedt	-	-	+	+	+	+	-
Nitzschia dissipata (Kützing) Rabenhorst	-	-	+	+	+	+	+
Nitzschia intermedia Hantzsch ex Cleve&Grunow	-	+	-	+	-	-	+
Nitzschia linearis W. Smith	+	-	-	+	-	+	+

Tablo 3.1. (Devam) Diatom tür listesi

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith	-	-	+	+	+	-	+
Nitzschia recta Hantzsch ex Rabenhorst	-	-	-	-	+	+	+
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith	-	+	+	+	+	+	-
Nitzschia sp.	-	+	+	-	+	-	+
Nitzshia constricta (Kütz.) Ralfs	+	-	+	-	+	-	+
Odontidium hyemale (Roth) Kützing	-	-	+	+	-	+	-
Odontidium mesodon (Kützing)Kützing	-	-	+	+	-	+	-
Pantocsekiella ocellata (Pantocsek) K.T. Kiss&Acs	-	+	-	+	-	+	+
*Planothidium l*anceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	+	-	+	-	-	-	+
Pleurosigma salinarum (Grunow) Grunow	-	-	-	+	-	-	+
Pleurosigma sp.	-	-	-	-	+	-	+
Reimeria sinuata (W. Gregory) Kociolek & Stoermer	-	-	+	+	+	+	+
Rhoicophenia abbreviate (C. Agardh) Lange- Bertalot	+	-	-	+	-	-	+
Stauroneis siberica (Grunow) Lange-Bertalot & Krammer	+	-	+	-	-	-	+
Stauroneis sp.	-	-	+	-	-	+	+
Surirella angusta Kütz.	+	-	+	+	+	+	+
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot	+	-	+	-	+	+	-
Surirella minuta Brébisson ex Kützing	+	+	+	+	+	+	+
Surirella oblonga Ehrenberg	-	-	-	+	-	-	+
Surirella ovalis Brébisson	+	-	+	+	-	+	-
Surirella robusta Ehrenberg	+	-	-	-	+	-	-
Surirella sp.	-	+	-	-	+	-	+
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère	+	+	+	+	+	+	+

3.3. Sıklık ve Baskınlık

Araştırma da, *Cocconeis pediculus, Navicula angusta, Navicula radiosa, Navicula rhynchocephala, Navicula tripunctata, Navicula trivialis* ve *Surirella minuta* taksonları en bol olarak tespit edilmiştir. En bol bulunan türlerin derelerdeki dağılımları Şekil 3.9'da verilmiştir.



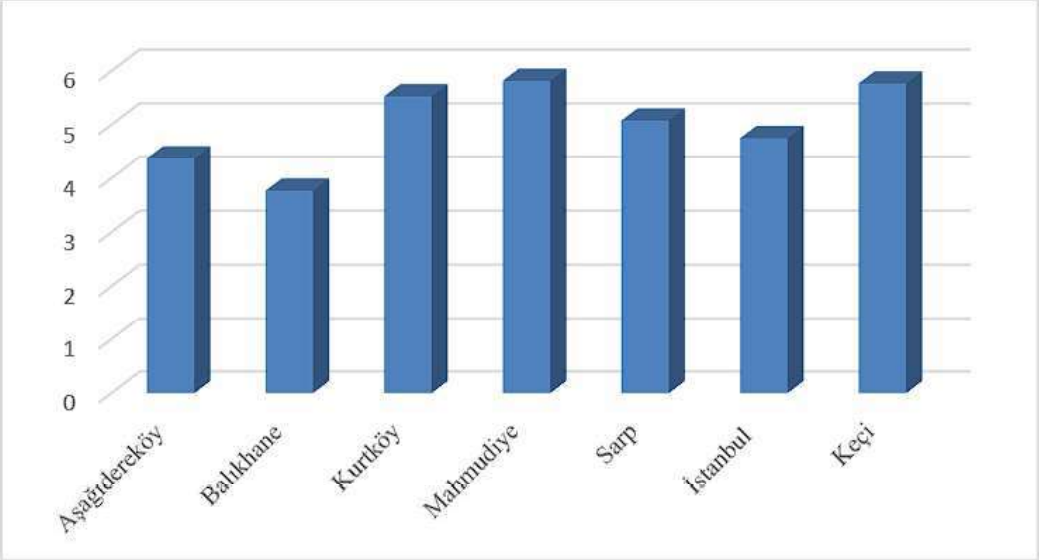
Şekil 3.6. En bol bulunan türlerin derelerdeki dağılımı (birey sayısı/n)

3.4. Benzerlik Analizi

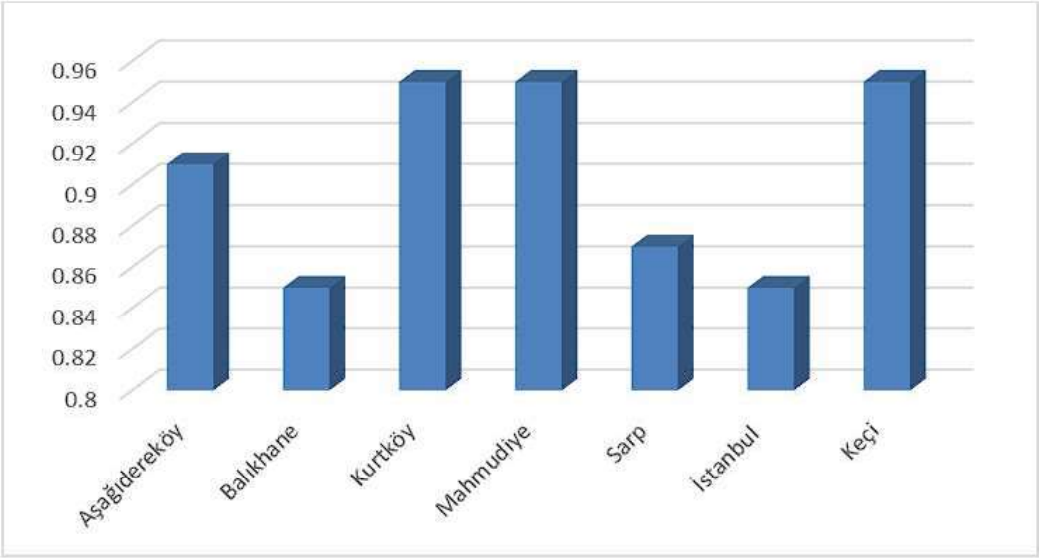
Araştırmada, derelerde tespit edilen diyatomelerin benzerlik düzeylerinin birbirine yakın olduğunu tespit edilmiştir.

3.5. Çeşitlilik ve Düzenlilik Değişimi

Çalışmada hesaplanan çeşitlilik indeks değişimleri incelendiğinde, indeks değeri (H'), 3,77 – 5,82 arasında değişmiştir. Yapılan çalışmada, düzenlilik indeksi hesaplanmış olup, bu değerin 0,85- 0,95 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, istasyonların düzenli dağılıma sahip olduğunu göstermiştir.



Şekil 3.7. Derelerin çeşitlilik indeks değeri



Şekil 3.8. Derelerin düzenlilik indeks değeri

3.6. Diyatom indeksleri

Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinin DESCY, IDAP, IPS, IDG, SLA indeklerine göre "İYİ- ORTA", CEE, TDI, SHE ve TIT İndekslerine göre "ORTA" düzeyde belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada; Aşağıdereköy, Balıkhane, Kurtköy, Mahmudiye, Sarp, İstanbul ve Keçi derelerinin su kalitesini belirlemek için, seçilen araştırma istasyonlarında fizikokimyasal ölçümler yapılmıştır. Derelerde ortalama su sıcaklığının 15,6 ^{0}C, iletkenlik değeri'nin 547,8 µS cm^{-1}, pH değerinin 7,8 ve çözünmüş oksijen miktarının da 9,6 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Su kalitesi yönetmeliğine göre, ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında, dere sularının birinci kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. İletkenlik değerleri, su içinde çözünmüş maddelerin miktarını belirtmektedir. Bu maddeler tüm elektrolitler ve çözünmüş organik maddelerden oluşmaktadır. Çevresel Koruma Ajansı (EPA) bu değerin üst sınırı değerini 500 mg/l olarak belirtmiştir (WHO, 1996). İletkenlik değerinin 547,8 µS cm^{-1}, olduğu tespit edilmiştir. İletkenlik değerlerinin, çalışma yapılan tüm derelerde yüksek çıkmasının sebebinin, dere çevresindeki insani etkilerden ve mevsimsel yağışların getirmiş olduğu organik yüklerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yer üstü su kalitesi yönetmeliği ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde, birinci kalite suyun pH değerinin 6,5 - 8,5 olduğu belirtilmektedir (Resmi Gazete, 2004). Araştırmanın yürütüldüğü derelerde, ortalama pH'ın 7,8 olduğu belirlenmiştir. Bu değerin tüm derelerin, yönetmelikte verilen değer aralığında yani pH değerine göre birinci kalite su özelliğinde olduğu tespit edilmiştir.

Derelerde ölçülen oksijen değeri ortalama 9,6 mg/l olarak tespit edilmiştir. Hem Yer Üstü Su Kalitesi Yönetmeliği, hem de Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde birinci kalite su özelliğine sahip suların, çözünmüş oksijen değerinin 8 mg/l'den daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Resmi Gazete, 2004; Resmi Gazete, 2012). Yapılan çalışmada, bazı mevsimler düşüş olmakla birlikte, genele olarak tüm derelerin değerlerinin 8 mg/L'den büyük olduğu, derelerin, çözünmüş oksijen birinci kalite su özelliğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışmada, derelerde yaşamsal fonksiyonların sağlanması için diyatomeler için gerekli nitrat ve toplam fosfor değerleri de tespit edilmiştir. Araştırma yapılan derelerde, ortalama toplam fosfor değerinin <0,3 mg/l ve nitrat değerinin 1,3 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Derelerin fizikokimyasal yapısının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen değerlere göre, yönetmelikte verilen>0,2 mg/l değerinden yüksek olduğundan su kalite sınıfı III (orta) olarak tespit edilmiştir (Resmî Gazete, 2012). Sapanca Gölü'nü besleyen derelerin hidrojeokimyasal incelendiği çalışmada; su

kirliliğinin özellikle kanalizasyon sistemi bulunmayan ve tarımsal faaliyetlerin olduğu gölün kuzey kesimindeki Eşme ve Maden derelerinde yoğunlaştığı, gölün güneyinde bulunan Mahmudiye, Kurtköy ve Kasabasın derelerinde de kirlilik belirtilerinin olduğu tespit edilmiştir (Açıkgöz, 2008). Bizim çalışmamızda, derelerin çevresinde, yerleşim yerleri, piknik alanları ve beşeri faaliyetlerden dolayı kirlilik tespit edilmiştir. Ancak, kış aylarında azalan faaliyetlere bağlı olarak su kalitesi genel olarak iyi-orta su kalitesi özelliğinde tespit edilmiştir. Derelerde tespit edilen diyatomelerin benzerlik düzeylerinin Sarp ve İstanbul deresinde birbirine daha yakın olduğu görülmüştür. Bu durumun; derelerin fiziko- kimyasal değerlerinin birbirine yakın olmasından kaynaklanmış olabileceği olarak 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 olduğuanlaşılır (Clarke ve Warwick, 2001). Araştırmada, derelerin çeşitlilik indeks değerlerinin3,77 – 5,82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu durum, derelerin dönemsel olarak çevresel baskılara maruz kalmasına rağmen genel olarak sularının iyi-orta kalite su özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Sakarya havzasında yer alan yer alan bazı derelerin (Sarp, İstanbul, Fındık, Kuruçay, Liman, Karaçay, Kurtköy ve Mahmudiye Çayı) çeşitlilik indeks (H') değerlerinin 3'ün altında olduğu ve bu derelerin kirlilik baskısı altında olduğu bilinmektedir. Çalışmada, 0,85-0,95 arasında belirlenen düzenlilik indeksi, istasyonların düzenli dağılıma sahip olduğunu göstermiştir. Sapancagölü 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, benzer sonuçlara yakın durumlar tespit edilmiştir. Derelere üzerinde çevresel baskılar ve iklimsel değişimler oldukça etkili olmaktadır. Çalışmada, Aşağıdereköy (1), Balıkhane (2), Kurtköy (3), Mahmudiye (4), Sarp (5), İstanbul (6) ve Keçi (7) derelerinin fitobentozda bulunan diayatome kompozisyonu belirlenmiştir. Tüm derelerde, toplamda 104 takson belirlenmiştir. Bu taksonlardan Aşağadereköy 27, Balıkhane 23, Kurtköy 59, Mahmudiye 73 Sarp 58 İstanbul 48 ve Keçi74 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, diğer derelere

göre en fazla taksonun Keçi Deresinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma da *Cocconeis pediculus, Navicula angusta, Navicula radiosa, Navicula rhynchocephala, Navicula tripunctata, Navicula trivialis* ve *Surirella minuta* taksonları bol olarak belirlenmiştir. Türkiye'de iç sular üzerine yapılan çalışmalarda, *Cocconeis placentula*'nın kozmopolit ve nispeten kirlenmemiş sularda yaygın olarak bulunduğu bildirilmiş, ötrofik sularda iyi geliştiği belirtilirken, diğer çalışmalarda, bu türün organik kirliliğe karşı oldukça hassas olduğu bildirilmiştir (Gürbüz ve Kıvrak, 2002; Çiçek ve diğ., 2010). Ötrofik sulara karşı hassas olduğu bilinen *Navicula angusta* taksonun, yüksek oksijen değerine sahip temiz sulardayayılış gösterdiği belirtilmektedir (Denys, 1991; Van Dam ve diğ., 1994; Patrick ve Reimer, 1966; Schneck ve diğ., 2007). Türkiye, akarsularında yapılan çalışmada, yüksek ve iyi ekolojik statüye sahip alan *Navicula radiosa* gibi besine duyarlı türlerin yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Çelekli ve diğ., 2018). Çalışmada, Aşağıdereköy, Balıkhane, Mahmudiye, İstanbuldere ve Keçi derelerinde de bu tür tespit edilmiştir. Derelerin fitobentoz florasında bulunan diyatome türleri, ülkemi tatlı sularında da bulunan kozmopolit türlerdir (Gönülol ve diğ., 1996; Aysel, 2005). Çalışmada, tepsit edilen türlere ait indeksler değerlendirildiğinde; DESCY, IBD, IDAP, IPS, IDG, SLA indeksleri göre "İYİ-ORTA", 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 vediğ., 2020; Sevindik ve diğ., 2021).

Çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, derelerin çevresinde, düzensiz yapılaşma ve insani faaliyetlerden dolayı kirletici etkenlerin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum, sucul ekosistem üzerinde, özellikle su kalitesinin bozulmasına sonrasında ise su içinde yaşayan tüm canlılara etki etmektedir. Özellikle, Sapanca Gölü gibi içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilen gölün kalitesinin korunması için daha kalıcı önlemler alınmalıdır. Bu kapsamda, dere çevre düzenlemesi yapılmalı ve suların korunması için gerekli yasal önlemler alınmalıdır.

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. (2014). Su çerçeve direktifine göre biyolojik kalite elementleri: fitoplankton ve fitobentoz. Uzmanlık Tezi, TCT.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

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.

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.

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.

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

Gönülol, A., Arslan, N. (1992). Samsun -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 -Sciences-Scientific Journal, 7*(1), 1-46.

Guiry, M. D., Guiry, G. M. (2023). AlgaeBase. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway, https://www.algaebase.org/, (Ziyaret tarihi: 20 Haziran 2023).

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 İleile 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 Haziran 2023).

Maraşlıoğlu, F & Gönülol, A. 2023. Turkishalgae electronic publication, Çorum, Turkey. http://turkiyealgleri.hitit.edu.tr ((Ziyaret tarihi: 5 Şubat 2023).

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.

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.

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

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: 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., 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.

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.

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: 1 Haziran 2023).

URL-2 https://www.sapanca.info/sapanca-golunu-besleyen-dereler (Ziyaret tarihi: Haziran 5 2023).

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.

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

ÖZGEÇMIŞ

İlk, orta ve lise eğitimini Marka'da Somalia tamamladı. 2014 yılında girdiği City Üniversitesi balıkçılık departmanından 2018 yılında mezun oldu. Mezun olduktan sonra Somali Balıkçılık ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı ile Mogadişu City Üniversitesi iş birliğiyle başlatılan bir balık tanımlama ve veri toplama projesine katılarak bir yıl boyunca veri toplayıcı olarak hizmet yaptı. YTB Burslarını kazandıktan sonra 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Su Ürünleri Yüksek Lisans eğitimi için Türkiye'ye taşındı.