

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUZEY EGE HAVZASI AKARSULARI DİYATOME
KOMPOZİSYONU VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

BİYOLOJİ BÖLÜMÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HACI ÖMER LEKESİZ
NİSAN 2018

NİSAN 2018

Yüksek Lisans Biyoloji Bölümü

HACI ÖMER LEKESİZ

**Kuzey Ege Havzası Akarsuları Diyatome Kompozisyonu ve
Ekolojik Özellikleri**

Gaziantep Üniversitesi
Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

HACI ÖMER LEKESİZ

Nisan 2018



© 2018 [Hacı Ömer LEKESİZ]

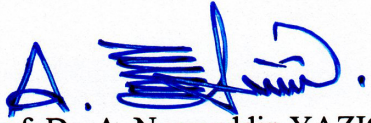
T.C.
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tezin Adı: Kuzey Ege Havzası Akarsuları Diyatome Kompozisyonu ve Ekolojik Özellikleri

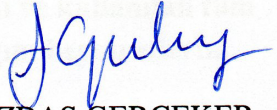
Öğrencinin, Adı Soyadı: Hacı Ömer LEKESİZ

Tez Savunma Tarihi : 12.04.2018

Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

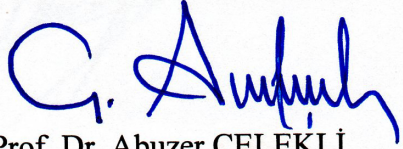

Prof. Dr. A. Necmeddin YAZICI
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.


Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER

Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ
Tez Danışmanı

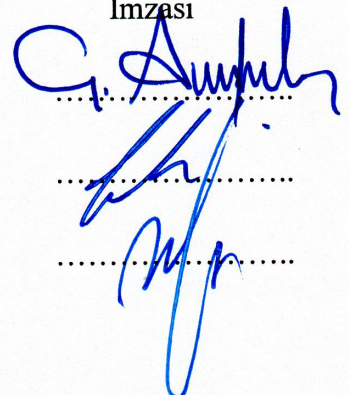
Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Prof. Dr. Canan CAN

Doç. Dr. Zafer ÇETİN

İmzası


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

Hacı Ömer LEKESİZ

ABSTRACT

COMPOSITION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIATOMS IN THE NORTHERN AEGEAN BASIN RUNNING WATERS

LEKESIZ, Hacı Omer

M.Sc. in Biology Department

Supervisor: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLI

April 2018

113 pages

Phytobenthos is an important biological quality element suggested by the European Union Water Framework Directive (WFD) in the determination of ecological status of aquatic ecosystems. The study aimed to determine the diatomic composition and evaluate the water quality and ecological conditions of 18 running water ecosystems in the Northern Aegean Basin based on diatomic metrics. Diatom and water data were sampled during four seasons (summer and autumn 2014, and spring and summer 2015) according to the WFD standards methods. A total of 80 diatom species were identified in the water bodies during the study period. *Cocconeis placentula*, *Didymosphenia geminata*, *Gomphonema parvum*, *Navicula oppugnata*, *Cymbella excisa*, *Ulnaria ulna*, *Diatoma vulgare* and *Navicula cryptocephala* were the commonly found species. The relationship between diatom species and environmental variables was examined using the canonical correspondence analysis (CCA) and Monte Carlo permutation test. Temperature, dissolved oxygen, TP, salinity, PO₄, electrical conductivity, and total nitrogen had an effective role in the distribution of diatom species during the study. The ecological status and water quality of sampling stations in the North Aegean Basin were evaluated using the trophic index Turkey (TIT) and the trophic index (TI) indices. The TIT index showed a high correlation with logTP and could be an appropriate diatomic metric for evaluating the ecological status of water bodies.

Key words: Running water, Canonical, Diatom, North Aegean Basin

ÖZET

KUZEY EGE HAVZASI AKARSULARI DİYATOME KOMPOZİSYONU VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

LEKESİZ, Hacı Ömer

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Nisan 2018

113 sayfa

Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi kapsamında fitobentoz, sucul ekosistemlerde ekolojik kalitenin belirlenmesinde kullanılan önemli bir biyolojik kalite bileşenidir. Kuzey Ege Havzasına ait farklı tipolojilere ait akarsulardan, 2014 yılı yaz, sonbahar ve 2015 yılı ilkbahar, yaz dönemlerinde diyatome ve su örnekleme, SÇD standart yöntemlere göre alınarak 18 akarsu istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; Kuzey Ege Havzası'nın diyatome kompozisyonunun belirlenmesi ve diyatome metrikleri kullanarak istasyonların su kalitesi ve ekolojik durumlarının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Kuzey Ege Havzası'na ait istasyonlarda toplam 80 diyatome türü teşhis edilmiştir. Çalışma süresince *Cocconeis placentula*, *Didymosphenia geminata*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula oppugnata*, *Cymbella excisa*, *Ulnaria ulna*, *Diatoma vulgare* ve *Navicula cryptocephala* türleri yaygın görülmüştür. Diyatome türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Kanonik Uyum analiz (CCA, Canonical Correspondence Analyses) ve Monte Carlo permütasyon testi ile değerlendirilmiştir. Çalışma süresince türlerin dağılımında sıcaklık, çözülmüş oksijen, TP, tuzluluk, PO₄, elektriksel iletkenlik ve TN etkili olmuştur. Kuzey Ege Havzası istasyonlarının ekolojik su kalitesi durumları TIT ve TI indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. TIT indeksi logTP ile yüksek bir korelasyon katsayısına sahip olup, su kütlelerinin ekolojik durumunu değerlendirmek için uygun diyatome metriği olarak kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akarsu, Kanonik, Diyatome, Kuzey Ege Havzası

ANNEM, BABAM VE KARDEŐİME...

TEŞEKKÜR

Arazi çalışmalarım ve lisansüstü eğitimim süresince katkı ve desteklerini esirgemeyen, bana danışmanlık ederek her türlü olanağı sağlayan, akademik ve kişisel anlamda hiç yorulmadan benimle ilgilenen, bana inanan, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, öğrencisi olmaktan onur duyduğum çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ'ye,

Lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, Lisansüstü hayata başlamamın temellerinde büyük emeği olan kıymetli hocam Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK'e,

Tez yazma sürecimde arazide olmasına rağmen bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan değerli hocam Sayın Dr. Mehmet YAVUZATMACA'ya

Proje kapsamında birlikte çalıştığım değerli ekip arkadaşlarım, Dr. Assane Anabi TOUDJANI'ye, Biyolog Emine Yonca GÜMÜŞ, Biyolog Seda KAYHAN, Biyolog Fatma SÜRAL ve Biyolog Serap ŞAHİN YİĞİT'e

Gaziantep Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'na, Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na,

Arazi çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan Dr. Medine Münevver UMA'ya,

Benim bu günlere gelmeme vesile olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Haşim LEKESİZ'e, annem Zehra LEKESİZ'e ve kardeşim Emsal LEKESİZ'e,

Biyoloji bilimini bana sevdiren değerli biyoloji öğretmenim Hüseyin OĞUZMAN'a

Hayatımın her alanında ve her konuda beni destekleyip yanımda duran kıymetli ağabeyim Erkan ODABAŞI ve kıymetli dostum Mustafa YAVUZ'a

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT	v
ÖZET	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.2 Su Kalitesini Etkileyen Faktörler	9
1.2 Avrupa Su Çerçeve Direktifi (SÇD)	10
1.3 Biyolojik Kalite Bileşenleri	14
1.4 SÇD Biyolojik Kalite Bileşenleri: Fitoplankton ve Fitobentoz.....	14
1.5 Fitobentoz	15
BÖLÜM 2	19
KAYNAK ÖZETLERİ	19
BÖLÜM 3	27
MATERYAL VE METODLAR	27
3.1 Çalışma Alanı	26
3.2 Fitobentoz Örnekleme	48
3.3 Fizikokimyasal Değişkenlerin Anlık Olarak Ölçülmesi	48
3.4 Kimyasal Analizler	49
3.5 Diyatome Preparasyonu ve Teşhisleri	49
3.6 İstatistiksel Analizler	49
BÖLÜM 4	52
BULGULAR VE TARTIŞMA	52
4.1 Kuzey Ege Havzası Fizikokimyasal Durumu	52
4.2 Kuzey Ege Havzası Fitobentoz Kompozisyonu	66
4.3 Kuzey Ege Havzası İstasyonlarının Çeşitlilik İndeksleri	72
4.4 Diyatome Tür Çevre İlişkileri	75
4.4 Sucul Ekosistemlerin Ekolojik Durumları	85

BÖLÜM 5	97
SONUÇLAR	97
KAYNAKLAR	99



TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Hidrolojik havzalar ve su potansiyelleri (DSİ, 2009)	5
Tablo 3.1 Örnekleme istasyonlarının coğrafik ve tipolojik bilgileri	28
Tablo 3.2 Trofien indeks sınıflandırma aralıkları.....	51
Tablo 4.1 Kuzey Ege Havzası istasyonlarından dört dönem boyunca toplanan verilerle elde edilen fizikokimyasal değerleri	51
Tablo 4.2 Kuzey Ege Havzası fizikokimyasal değişkenleri arasındaki korelasyon ..	65
Tablo 4.3 Kuzey Ege Havzası akarsularında teşhis edilen diyatome tür listesi	67
Tablo 4.4 Kuzey Ege Havzası ekosistemlerinin çeşitlilik indeks değerleri	73
Tablo 4.5 Kuzey Ege Havzasında ki ekosistemlere ait çeşitlilik indeksleri ile çevresel değişkenler arasındaki kolerasyon tablosu	74
Tablo 4.6 Monte Carlo permütasyon testi kullanımı ile CCA sonuçları	75
Tablo 4.7 Parsiyel CCA sonuçlarına göre diyatome türlerinin dağılımı üzerinde etkili çevresel faktörler	75
Tablo 4.8 Fitobentoz türlerinin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri	80
Tablo 4.9 A1 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	86
Tablo 4.10 A2 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	86
Tablo 4.11 A3 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	87
Tablo 4.12 A4 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	87
Tablo 4.13 A5 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	88
Tablo 4.14 A6 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve Su kalitesi durumu	88
Tablo 4.15 A7 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	89
Tablo 4.16 A8 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	89
Tablo 4.17 A10 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	90
Tablo 4.18 A10 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	90
Tablo 4.19 A11 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	91
Tablo 4.20 A12 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	91

Tablo 4.21	KUZ2 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu.....	92
Tablo 4.22	KUZ3 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu.....	92
Tablo 4.23	KUZ4 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu.....	93
Tablo 4.24	KUZ12 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu.....	93
Tablo 4.25	KUZ13 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu.....	94
Tablo 4.26	R1 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu	94
Tablo 4.27	TIT, EKO ve Ekolojik durum tablosu.....	95



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Yeryüzündeki suların oransal dağılımı	2
Şekil 1.2 Türkiye havzalar haritası	5
Şekil 1.3 Türkiye’de yıllara göre kişi başına düşen su miktarları.....	7
Şekil 1.4 Suların ekolojik durum sınıflandırılması	13
Şekil 3.1 Kuzey Ege Havzası Haritası	27
Şekil 3.2 Kuzey Ege Havzası İlleri Oransal Dağılımı	28
Şekil 3.3 A1 Örnekleme alanı.....	30
Şekil 3.4 A2 Örnekleme alanı.....	31
Şekil 3.5 A3 Örnekleme alanı.....	32
Şekil 3.6 A4 Örnekleme alanı.....	33
Şekil 3.7 A5 Örnekleme alanı.....	34
Şekil 3.8 A6 Örnekleme alanı.....	35
Şekil 3.9 A7 Örnekleme alanı.....	36
Şekil 3.10 A8 Örnekleme alanı.....	37
Şekil 3.11 A9 Örnekleme alanı.....	38
Şekil 3.12 A10 Örnekleme alanı.....	39
Şekil 3.13 A11 Örnekleme alanı.....	40
Şekil 3.14 A12 Örnekleme alanı.....	41
Şekil 3.15 KUZ2 Örnekleme alanı.....	42
Şekil 3.16 KUZ3 Örnekleme alanı.....	43
Şekil 3.17 KUZ4 Örnekleme alanı.....	44
Şekil 3.18 KUZ12 Örnekleme alanı	45
Şekil 3.19 KUZ13 Örnekleme alanı	46
Şekil 3.20 R1 Örnekleme alanı	47
Şekil 4.1 İstasyonların Ortalama Rakım Değerleri.....	55
Şekil 4.2 İstasyonların Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	56
Şekil 4.3 İstasyonların Ortalama pH Değerleri.....	57
Şekil 4.4 İstasyonların Ortalama Kondüktivite Değerleri.....	58

Şekil 4.5 İstasyonların Ortalama Çözünmüş Oksijen Değerleri	59
Şekil 4.6 İstasyonların Ortalama TN Değerleri	60
Şekil 4.7 İstasyonların Ortalama NO ₃ Değerleri.....	61
Şekil 4.8 İstasyonların Ortalama BOI ₅ Değerleri	62
Şekil 4.9 İstasyonların Ortalama KOİ Değerleri.....	62
Şekil 4.10 İstasyonların Ortalama TP Değerleri	63
Şekil 4.11 İstasyonlarda Bulunan Tür Sayısı Oranı.....	70
Şekil 4.12 Teşhis edilen türler	70
Şekil 4.13 Teşhis edilen türler	71
Şekil 4.14 Diyatome kompozisyonu ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki	76
Şekil 4.15 Ekolojik Kalite Oranları ile LogTP İlişkisi	96



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
SÇD	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi
HES	Hidroelektrik Santrali
DCA	Eğrisel Uyum Analizi (Detrended Correspondence Analysis)
CCA	Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis)
TIT	Türkiye Trofik İndeksi (Trophic Index of Turkey)
TI	Trofik indeks
EKO	Ekolojik Kalite Oranı
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
PO ₄	Fosfat
µm	Mikron ve mikrometre
µS/cm	Mikro Siemens/santimetre
mg/L	Miligram litre

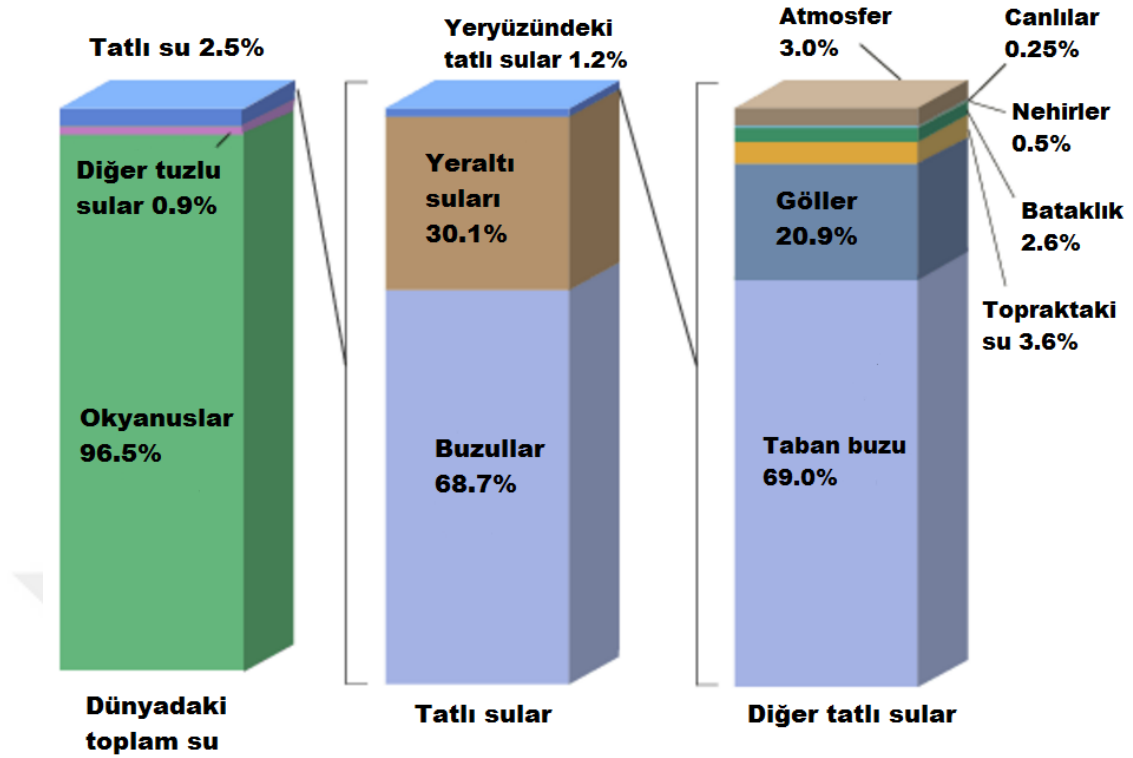
BÖLÜM 1

GİRİŞ

Su, canlıların hayatsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmek adına önemli bir yaşamsal moleküldür. Yeryüzündeki bütün organizmalar yaşamlarını devam ettirebilmesi için suya ihtiyaç duyar. Yaşam için gerekli olduğu gibi başlı başına da bir yaşam ortamıdır. Sucul ortamdan alınıp mikroskop altında incelenen su içerisinde birbirleriyle etkileşim halinde olan çok sayıda mikroskobik canlı görülebilmektedir. Dolayısıyla sucul ekosistemde yaşam ağı bakımından büyük önem taşıyan faaliyetlerin gerçekleştiği suyun kalitesi en az o faaliyetler kadar önemlidir (Gülcü, 2013).

Dünya coğrafyasının %70'ini sular oluşturmaktadır. Yeryüzündeki suların %97-98'ini tuzlu sular oluşturmaktadır. Tüm bu veriler dünya üzerinde suyun yeterli miktarda olduğunu gösterse de kullanılabilir tatlı su miktarı aslında çok sınırlıdır. Dünyada var olan tatlı su kaynakları yaklaşık olarak %1 oranındadır. Tatlı su oranının bu kadar düşük olduğu dünyada suya erişim oranı dünyadaki coğrafi farklılıklar sebebiyle her yerde aynı değildir. Ulaşılabilen mevcut tatlı su kaynakları da yoğun bir şekilde kullanılmakta ve sucul ekosistemlerde kirlilik oranı hızla artmaktadır (Carpenter vd., 2000). Sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesi ancak sağlıklı bir çevre ile mümkün olabilmektedir. Geçmişten günümüze kadar canlılığı barındıran ve koruyan çevre; içerisinde kendisine zarar veren unsurları da barındırmaktadır. Artan nüfus ile birlikte doğal kaynaklar tahrip edilmekte veya bilinçsiz tüketilmektedir. Bu durum tatlı su kaynaklarını tehdit etmektedir (Anonim, 2007).

Dünya üzerindeki hastalıkların yaklaşık % 80'i su ve suya bağlı nedenlerden dolayı gerçekleşmektedir. Hızlı artan dünya nüfusuna paralel olarak gelişen sanayileşme, sürekli artan evsel atıklar, yanlış uygulanan veya çok geç kalınmış politikalar suya bağlı çevresel sorunların oluşmasında rol oynayan en önemli faktörlerdendir.



Şekil 1.1 Dünya'da ki Suların Durumu (Anonim, 2017)

Sulak alanlar, zengin biyoçeşitliliğe sahip, ortamın iklimini düzenleyen, atık maddeleri filtreleyen ve sayısız ekolojik, ekonomik öneme sahip ekosistemlerdir. Geçmişten günümüze kadar tüm medeniyetler sulak alanlar etrafına yerleşmiş ve gelişmiştir. Ayrıca sulak alanlar besin ağının devamı, barınma, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürekliliği gibi yaşamsal fonksiyonlara yön vermektedir. Bu kadar fonksiyonel bir ekolojiye sahip sulak alanlar aynı oranda da tehdit altındadır ve mutlaka korunması gereken ekosistemlerdir (Güney, 1995).

Nüfusun artmasıyla birlikte bazı hastalıklarda hızla yayılış göstermiştir. Sıtma hastalığına sebebiyet veren sivrisineklerin bataklıklarda yoğun miktarda bulunması nedeniyle çözüm olarak bataklıklar kurutulmaya başlanmıştır. Kurutma politikası uzun yıllar devam ettikten sonra kurutmaya bağlı olarak problemler meydana gelmeye başlamıştır. Su rejiminin bozulması, rüzgar erozyonu, tuzlanma gibi nedenlerle bu alanlardan istenilen ölçüde verim alınamamıştır. Bu sebeplerden dolayı birçok canlı türünün nesli yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Bu durum karşısında bütün

dünya da kamusal veya sivil kuruluşlar tarafından yerel ve uluslararası sözleşmelerle önlem alınmaya başlanmıştır (Yavuz, 1995).

Bu önlemler ülkemizde de hayata geçirilmeye başlanmış ve sulak alanların korunması adına hukuki düzenlemelere ek olarak birçok uluslararası sözleşmelere imza atmıştır. Bu sözleşmelerin en önemlisi, 1971 İran'ın Ramsar şehrinde imzaya sunulan ve ülkemizin 1994 yılında kabul ettiği, Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Önem Sahip Sulak Alanların Korunması (RAMSAR) sözleşmesidir. Bu sözleşmenin temelini sulak alanlarının korunması esas ve sucul ekosistemlerin akılcı kullanımı oluşturmaktadır (Gülcü, 2013). Ramsar anlaşmasının imzalanmasından sonra ülkemizde de bazı sulak alanlar koruma altına alınmıştır. Bu alanlardan bazıları Sultan Sazlığı/ Kayseri, Burdur Gölü/ Burdur, Seyfe Gölü/ Kırşehir, Akyatan Lagünü/Adana ve Mersin'de bulunan Göksu Deltası'dır (Magnin, 1997).

İyi kalite de ve yeterli miktarda suyun varlığı tatlı su ekosistemleri için temel şart olduğu kadar besin güvencesi, sürdürülebilir kalkınma için de vazgeçilmez kriterdir. Dolayısıyla dünya üzerindeki canlılığın devamı için de ana koşuldur. Yaşam için bu kadar önemli olan ekosistem üzerindeki baskılar her geçen gün artmaktadır. Dünya nüfusunun 5'te 1'i yani yaklaşık 1.2 milyar kadar insan temiz su bulma problemi yaşamakta ve bu sayının gün geçtikçe artması beklenmektedir (UN Water, 2013).

Yeryüzündeki ülkeler, bireylerin kullanabildiği su miktarı bakımından sınıflandırılmaktadır. Kullanılabilir su miktarı 1000 m³ altında ise su bakımından fakir, 1000 ve 2000 m³ aralığında ise suyu az olan ülke, 2000 m³ üzerinde ise su bakımında zengin ülke olarak adlandırılmaktadır. 80 milyon civarında nüfusa sahip olan ülkemizde kişi başına 1555 m³ kullanılabilir su düşmektedir. Bu sebeple su azlığı yaşayan bir ülke olduğumuz söylenebilmektedir (Burak vd., 1997).

Türkiye'de her geçen yıl yeni belediyeler kurulmaktadır. Türkiye nüfusunun yaklaşık %92'si belediyeleşmiş bölgeler içerisinde yaşamaktadır (TÜİK, 2013). Belediye olan bölgelerin tamamı şebeke su sistemini kullanmaktadır. Giderek artan belediye sayısına bağlı olarak şebeke suyunu kullanan insan sayısı da artmakta dolayısıyla içme suyu arzı problem teşkil etmeye başlamaktadır. Ülkemizde 3225 belediye bulunmasına rağmen bu belediyelerin yalnız 296'sına ait atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Kirletilen ve doğal yollarla kontamine olan su kaynakları biyolojik çeşitliliğe zarar

verdiği kadar geçimi suya bağlı olan bölgeleri de olumsuz etkilemektedir (Turan, 2002).

Türkiye’de yağış ortalaması yıllık 643 mm civarlarındadır. Bu değer hacim olarak 501 km³ su demektir. Yağışların %37’si akarsulara geçmektedir. Alınan yağışın 274 km³’ü buharlaşarak tekrar atmosfere geçerken, bu yağışın 41 km³’ü yer altı sularını beslemektedir. 186.05 km³’ü ise akışa geçtiği akarsular ile deniz ve göl gibi sistemlere karışmaktadır (DSİ, 1997).

Üç tarafı sucul ekosistemlerle çevrili olan ülkemizde topografyaya bağlı olarak 25 adet hidrolojik havza bulunmaktadır (Şekil 1.4). Bu havzaların her biri farklı miktarlarda yağış aldığından dolayı her havzanın verimi farklılık göstermektedir. Bu havzalardan en yüksek verime sahip olan havza; yıllık 31.61 milyar m³ su ile Fırat Havzasıdır. Akar çay havzası yıllık 0.49 milyar m³ su ile ülkemizin en düşük verimli havzasını oluşturmaktadır. Kuzey Ege Havzası ise yıllık 2.09 milyar m³ su verimine sahiptir (Burak vd., 1997).

Türkiye'de ki Hidrolojik Havzalar



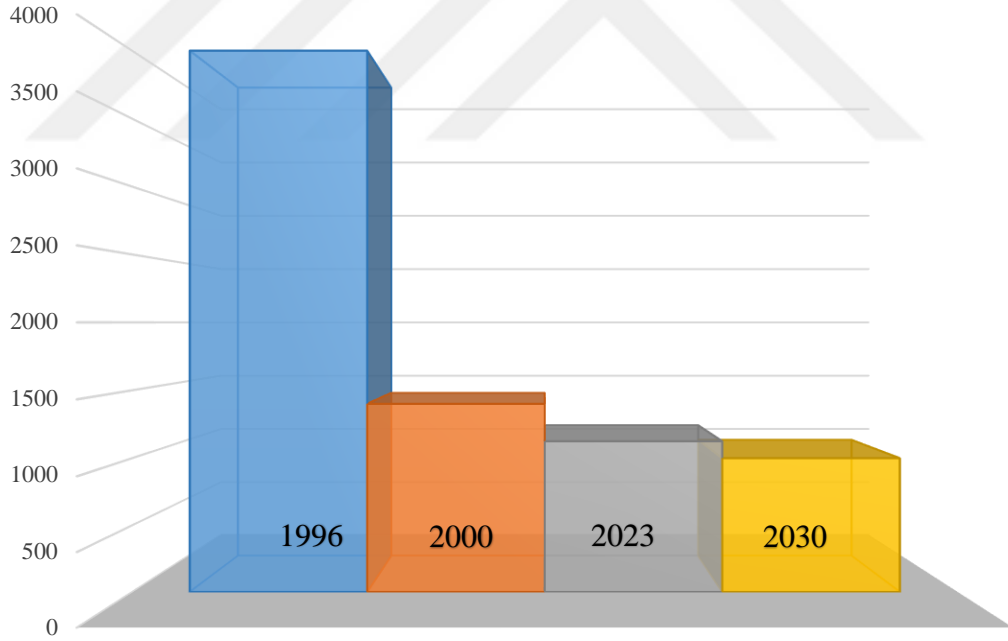
Şekil 1.2 Türkiye havzalar haritası (DSİ, 2009)

Tablo 1.1 Hidrolojik havzalar ve su potansiyelleri (DSİ, 2009)

Nehir Havzası Adı	Yağış alanı		Yıllık ortalama akış		Ortalama yıllık verim
	(km ²)	%	(km ³)	(%)	(l/s/km ²)
(01) Meriç-Ergene Havzası	14,560	1,9	1.33	0.7	2.9
(02) Marmara Havzası	24,100	3.1	8.33	4.5	11.0
(03) Susurluk Havzası	22,399	2.9	5.43	2.9	7.2
(04) Kuzey Ege Havzası	10,003	1.3	2.09	1.1	7.4
(05) Gediz Havzası	18,000	2.3	1.95	1.1	3.6
(06) Küçük Menderes Havzası	6,907	0.9	1.19	0.6	5.3
(07) Büyük Menderes Havzası	24,976	3.2	3.03	1.6	3.9
(08) Batı Akdeniz Havzası	20,953	2.7	8.93	4.8	12.4
(09) Antalya Havzası	19,577	2.5	11.06	5.9	24.2
(10) Burdur Gölü Havzası	6,374	0.8	0.50	0.3	1.8
(11) Akarçay Havzası	7,605	1.0	0.49	0.3	1.9
(12) Sakarya Havzası	58,160	7.5	6.40	3.4	3.6
(13) Batı Karadeniz Havzası	29,598	3.8	9.93	5.3	10.6
(14) Yeşilirmak Havzası	36,114	4.6	5.80	3.1	5.1
(15) Kızılırmak Havzası	78,180	10.0	6.48	3.5	2.6
(16) Konya Kapalı Havzası	53,850	6.9	4.52	2.4	2.5
(17) Doğu Akdeniz Havzası	22,048	2.8	11.07	6.0	15.6
(18) Seyhan Havzası	20,450	2.6	8.01	4.3	12.3
(19) Ası Havzası	7,796	1.0	1.17	0.6	3.4
(20) Ceyhan Havzası	21,982	2.8	7.18	3.9	10.7
(21) Fırat-Dicle Havzası	184,918	23.7	52.94	28.5	8.3
(22) Doğu Karadeniz Havzası	24,077	3.1	14.90	8.0	19.5
(23) Çoruh Havzası	19,872	2.6	6.30	3.4	10.1
(24) Aras Havzası	27,548	3.5	4.63	2.5	5.3
(25) Van Gölü Havzası	19,405	2.5	2.39	1.3	5.0
TOPLAM	779,452	100.0	186.05	100.0	

Ülkemiz akarsuları üzerinde sürdürülebilir olmayan su kullanımı ile başlayıp altyapı sorunlarına kadar varan çeşitli antropojenik baskılar mevcuttur. Hidroelektrik santralleri, havzalar arası su transferleri, barajlar ile faaliyeti devam eden 443 santral ve inşaat aşamasında olan 1598 projenin tamamlanması düşünülmektedir. Yapılan bu çalışmaların havza odaklı olmayışı hidrolojik sistemleri doğrudan etkilemekte, birçok akarsu, dere gibi ekolojik ve ekonomik öneme sahip sucul ekosistemlerin kurumasına neden olmaktadır. Öte yandan en fazla su kullanımı %73'lük bir oranla sektörel anlamda tarım sektöründe yaşanmaktadır (DSİ, 2012).

Ülkemizin nüfus artışı dünya nüfus artışı ortalamasının üzerinde sayılabilecek ölçüde devam etmektedir ve 2023 yılı Türkiye nüfusu 100 milyon civarında olması beklenmektedir. Ortaya çıkan bu sayısal veriler hesaba katıldığında 2023 yılında bir kişi için kullanılabilir su miktarının 1125 m³/yıl ve 2030 yılında ise 1000 m³/yıl olması beklenmektedir. Bu veriler ülkemizin kullanılabilir su bakımından fakir ülkeler arasında yer alacağını göstermektedir (DSİ, 2009).



Şekil 1.3 Türkiye’de yıllara göre kişi başına düşen su miktarları

1.1 Kuzey Ege Havzası İlleri

Çanakkale; Ülkemizin kuzeybatısında buluna bir ildir. Sınırlarının büyük çoğunluğu Marmara Bölgesi içerisinde. 25° 40' - 27° 30' doğu boylamları ve 39° 27' - 40° 45' kuzey enlemleri arasında olup 9.887 km²'lik bir alan kapsamaktadır. Asya ve Avrupa kıtalarında toprakları bulunan ilde var olan akarsuların düzenli bir rejimi yoktur. Yağışlı geçen mevsimlerde ve kış aylarından sonra karların erimeye başladığı nisan, mayıs aylarında debisi yükselmektedir. Bu tarihler dışında kalan sürelerde debisi 100 litrelik debilere kadar düşmektedir. Şehir sınırları içerisinde bulunan akarsuların kaynak noktası Kazdağı'dır. Önemli akarsular; Tuzla Çayı, Menderes Çayı, Sarıçay, Kocabaş Çayı, Bayramiç Deresi, Bergaz Çayı ve Kavak Çayı'dır. *Balıkesir*; Kuzeybatı Anadolu'da bulunan ve 39,20°-40,30° Kuzey paralelleri ile 26,30°-28,30° Doğu meridyenleri arasında yer alan ildir. 14.299 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Hem Marmara hem de Ege Denizi'ne kıyı bulunan ilin en önemli akarsuları Susurluk Çayı, Gönen Çayı, Koca Çay, Havran Çayı, Simav Çayı, Atnos Çayı, Üzümcü Çayı ve Kille Deresi'dir. *İzmir*; Ülkemizin üçüncü büyük kentlerinden birisidir ve kuzeyde Madra Dağları, güneyde Kuşadası Körfezi, batıda Çeşme Yarımadası'nın Tekne Burnu ile doğuda Aydın, Manisa illeri ile çevrilmiştir. İçersinde Ege Bölgesi'nin önemli akarsularından olan Gediz Nehri'nin aşağı çığırları ile Küçük Menderes Nehri bulunur. *Manisa*; Coğrafi olarak 27 08' ve 29 05' doğu boylamları ile 38 04' ve 39 58' kuzey enlemleri arasında, Türkiye'nin batısında ve Ege Bölgesinin, Ege Bölümünde yer alır. İl topraklarının büyük bir bölümü Gediz Havzası içinde, küçük bir bölümü de kuzey batıda Ege (Bakırçay) Havzası içinde bulunmaktadır.

Kuzey Ege Havzası'nda yazın kurak ve sıcak, kışın ise yağışlı ve ılık bir iklim hâkim olup akdeniz iklimi görülmektedir. Bu sebeple ekonomik değeri yüksek, sanayi alanında kullanılabilen bitkiler ile çeşitli meyve ve narenciye yetiştirilebilen tarımsal değeri yüksek bir havzadır (Anonim, 2010).

Kuzey Ege Havzası'nda ki en önemli alt havzalardan bir tanesi de Bakırçay nehridir. Bu nehrin uzunluğu 120 km'dir. Yağcılar çayı ile birleştikten sonra Çandarlı ilçesinden Ege denizine dökülmektedir. Kuzey Ege havzasındaki bu önemli sucul ekosistemler birçok yönden baskı altındadır. Bu baskılar;

- ❖ Süt ve süt ürünleri ile ilgili tesisler,
- ❖ Bölgenin verimli toprakları üzerinde yapılan tarım ve hayvancılık,

- ❖ Bölgenin aynı zamanda turizme elverişli olmasından dolayı otel, tatil köyü gibi inşa edilen turistik tesisler,
- ❖ Özel maden ve kömür işleme tesisleri ile TKİ Ege Linyitleri'ne bağlı tesisler,
- ❖ Atık su arıtma tesislerinin sayıca çok az olmasından dolayı arıtmadan deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıklar ve
- ❖ Akarsuların yakınlarına düzensiz inşa edilen katı atık depolama tesisleridir (Çoban, 2010).

Çevresel kirliliğe yol açan bu etmenler Bakırçay Nehri'nin su kalitesini bozan başlıca unsurlardır. Bu baskılara ek olarak Manisa/Soma ilçesinde yoğun şekilde faaliyet gösteren irili ufaklı maden ve kömür işletmeleri bölgenin çevresel kirliliğinde büyük rol oynamaktadır. Ayrıca bölgede zeytin işletmeciliği, meyve ve sebze tarımı da yaygındır. Zeytin işletmelerinin atığı olan ve yoğun tuz içeren zeytin kara suyu direkt olarak akarsulara verilmektedir. Ek olarak Soma bölgesinde Termik santral bulunmaktadır. İzmir/Bergama bölgesinde de salça ve taş ocakları akarsuları baskı altına almaktadır (Anonim, 2010).

Yüzölçümü olarak 1 milyon hektarlık bir alanı kapsayan Kuzey Ege Bölgesi yıl boyunca aldığı yağışları barındırdığı küçüklü, büyüklü akarsular vasıtasıyla Ege Denizi'ne boşaltmaktadır. Havza akarsuları kısa süreli ya da sürekli olarak akış göstermektedir. Devamlı akan akarsuların debileri yıllık yağışa göre değişen küçük akarsulardır. Kısa süreli akışı olan alanlar ise şiddetli yağışların olduğu mevsimlerde yüzey akışlarını taşıyan küçük derelerdir. Havzanın yaklaşık %60'ı, %12 üzerindeki bir eğimde dik, çok dik ve sarp arazilere sahiptir. Bu durum yüzey akışını hızlandırmakta dolayısıyla da verimli tarımsal toprağın taşınmasına ve taban arazi de sel baskınlarına neden olmaktadır. Bu düzensiz ve hızlı akış sonucu havzanın büyük bölümünde taşlı kolüvyaller oluşmaktadır.

1.2 Su Kalitesini Etkileyen Faktörler

Modern dünya ile birlikte gelişen yaşam standartları suya olan talebi de yükseltmiştir. Yıllardan beri tarımsal faaliyetlerin en önemli unsuru olan su, günümüzde enerji elde etmek ve sanayi alanında da fazla kullanılan elzem bir kaynaktır. Birçok alanda kullanılan tatlı suların kalitesinin korunması gerekmektedir. Suyun kullanıldığı her alan için farklı kalite kriterleri bulunmaktadır. Sucul ekosistemlerde varlığını sürdüren

canlıların tek ihtiyacı oksijen değildir. Sudaki besin tuzları, suyun pH'sı, sıcaklığı ve iletkenliği gibi ekolojik faktörler sucul biyotayı etkileyen faktörlerdir (Yüksek, 2004).

Suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişimler sucul ekosistemler hakkında önemli ipuçları vermektedir (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Çelekli, 2006). Birçok canlıya yaşam imkânı veren suyun kalitesi bu nedenle oldukça önemlidir. Temiz sularda yaşayabilen birçok canlı sudaki kirliliğe bağlı olarak yok olmaktadır. Özellikle evsel ve tarımsal atık sularda patojenik organizmalar artmakta ve suların kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bunun yanında tarım alanlarında aşırı gübre ve pestisit kullanımı, endüstriyel atıkların arıtılmadan alıcı su kaynağına verilmesi sonucunda sucul ekosistem kirliliğine yol açmaktadır (Güler, 1997).

Suyun kalitesi; tarımsal sulama, evsel ve endüstriyel atık suların alıcı sularına verilmesi ile sucul ekosistemler kirlenmektedir. Kirlenen bu sulardaki zararlı bileşikler doğrudan veya dolaylı yollarla insana ulaşmaktadır. İstenilmeyen zararlı bileşiklerin içme sularına karışması ile doğrudan insanlar tarafından tüketilmesi de ciddi sağlık problemlerine yol açmaktadır. Atık suları içeren suların hayvanlar tarafından kullanılması ve endüstriyel bitkilerin sulanması ile besin ağı aracılığıyla insana ulaşmakta ve sağlık problemlerine neden olmaktadır (Güler, 1997).

Akdeniz ülkeleri arasında Türkiye, en zengin su potansiyeline sahiptir ve yeraltı su kaynakları çok kıymetlidir. Hidrolojik havzalarda hem endüstriyel alanda hem de tarımda açılan kaçak kuyularla yeraltı suyu kullanımı göz ardı edilemeyecek kadar çoktur. Sucul ekosistemlerin su kalitesinin muhafaza edilebilmesi için ilk olarak hidrolojik havzalarının korunması gereklidir; Dolayısıyla sucul ekosistemler üzerinde ki yapılaşma önlenmeli ve kaçak yapılar ise kaldırılmalıdır (Meriç, 2004).

1.2 Avrupa Su Çerçeve Direktifi (SÇD)

Günümüzde tatlı su kaynaklarının yaklaşık %70'i arktik alanlarda buzul formda veya kar örtüsü biçimindedir. Kalan %30'u ise yerüstü ve yeraltı suları olarak bulunmaktadır. Göl, ırmak gibi yerüstü suları ise toplam suyun %0,3'ü olarak hesap edilmektedir. Doğrudan faydalanılabilecek tatlı su miktarının bu kadar düşük olması, tatlı su ekosisteminin önemini daha çok ortaya çıkarmıştır (UNEP, 2002).

Tatlı su nadir olarak bulunmasının yanı sıra mevcut kaynaklar hızla kirlenmektedir. Su kaynaklarının hem miktar hem kalite bakımından kontaminasyona uğramasında ki

başlıca sebepler hızlı sanayileşme ile birlikte evsel ve tarımsaldaki atıklardaki artışlar ve madencilik faaliyetleri şeklindedir. Bunların yanısıra ülkelerin kendi içindeki kurumsal ve yasal uyumsuzluklar, hayat standartlarının yükselmesi gibi etmenler suların kirlenmesine neden olmuş ve en önemli çevre problemi haline getirmiştir (Torlak vd., 2009).

Akarsular buldukları ülkelerin can damarlarıdır (Çelekli, 2012). Kendi başına ayrı bir yaşam ortamı olan sucul ekosistemlerin önemi ne yazık ki hala yeterli seviyede anlaşılammıştır. Yeryüzündeki yaşam için bu kadar önemli olan suyun doğru yönetilmesi, korunması ve en önemlisi de doğru kullanılması büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda suyun korunması için tüm dünyada çeşitli kurum ve kuruluşlarla bunların uygulamakta olduğu bazı yasal düzenlemeler ortaya çıkmıştır.

Avrupa Birliği'nde (AB) 1970'li yıllara gelindiğinde sucul ekosistemlerin korunması için birçok yönerge kabul edilmiştir (1971/ RAMSAR). Birleşmiş Milletler Genel Kurulu suyun önemine dikkat çekmek için 1993 yılında bir ilan yayınlamıştır. Böylelikle Dünya'da 22 Mart Dünya Su günü olarak kutlanmaya başlanmıştır. Kabul edilen bu yönergelere rağmen diğer üye ülkelerin siyasi ve coğrafi farklılıkları su koruma politikalarının uygulanmasında birçok aksaklık meydana getirmiştir. Bu nedenle AB Komisyonu su koruma üzerine yapılan hukuki düzenlemelerin uygulanmasındaki aksaklıkları gidermek adına çalışmalarına hız kazandırmıştır (Padisak vd., 2006).

Avrupa'da 2000 yılının sonunda 2000/60 sayılı ve 26 madde ile 11 ekten oluşan, Avrupa Su Çerçeve Direktifi (SÇD) ile su koruma kanunlarının ve hukuki düzenlemelerinin hepsini tek bir çatı altında toplamayı başarmıştır. Bu sayede diğer ülkelerin suya bir gelir kaynağı olarak bakmasının önüne geçilmiş, suyun sektörel öneminden çok entegre önemi vurgulanmıştır ve bu yaklaşım diğer üye ülkeler tarafından da kabul edilmiştir (Directive, 2000; EC, 2009; Herring vd., 2010).

SÇD ile Avrupa Birliği, su politikasını sürdürülebilir iyi ekolojik duruma getirilmesi ve suya zarar vermeyen bir kullanım anlayışını benimsetmeyi amaçlamaktadır. Direktifin temel amacı havza bazlı nehirler, göller, akarsular ve tüm yeraltı sularının korunarak 2015 yılına kadar iyi ekolojik duruma getirilmesidir.

Direktifin raporu, Avrupa'da çeşitli kimyasalların suları kirlettiği, sulak alanlardaki canlıların hayatını tehlikeye attığı, bazı türleri ciddi anlamda tehdit ettiğini ve

ekosistemi bozduğunu, yapılan tarımsal faaliyetlerin bu kirlenmeyi artırdığını belirtmiştir. Direktif ayrıca, bu bozulmanın giderilmesinin ve ekosistemin daha iyi duruma getirilmesinin çok uzun zaman alacağını vurgulamaktadır.

Direktifin hedeflerinden bir tanesi de, çiftçilerin tarımda kullandıkları nitrat ve fosfat gübreler vb. zehirli maddelerin daha az kullanımını içeren uygulamaların yaygınlaştırılmasıdır. Su çerçeve direktifine göre yeni çevresel kalite standartları oluşturulması için ekosistemi olumsuz etkileyen kimyasallar için uygun çevresel standartlar belirlemektir (EC, 2009).

Su Çerçeve Direktifi 5 temel prensibe dayanmaktadır.

❖ *Suyun adil kullanımı*

Su diğer ürünler gibi ticari bir madde değildir. Fakat suya ilişkin hizmetlerin ücretlendirilmesi gerekmektedir. Bu ücretlendirme suyun sürdürülebilir kullanımına katkı sağlayacaktır. Ayrıca adil ücretlendirme politikasından dolayı direktifin prensibi suyu kirlenenin ödemesi şeklindedir (Madde 9) (Directive, 2000).

❖ *Sürdürülebilir su kullanımı*

Antropojenik aktiviteler suya doğrudan ya da dolaylı olarak sucul ekosistemleri etkilemektedir. Bu da etki altındaki sucul ekosistemin dengesini bozmaktadır. Bu nedenle suyun kalitesinin korunması ve gelecek kuşaklara yeterli miktarda su bırakılabilmek için SÇD'nin en etkin biçimde uygulanması gerekmektedir (Madde 18) (Directive, 2000).

❖ *Uluslararası iş birliği*

Ülkelere ait akarsular ülkelerin belirlemiş olduğu politik sınırlar içerisinde durmamaktadır. Dolayısıyla o akarsunun paydaş ülkeleri iş birliği yaparak havza yönetimini gerçekleştirmelidir (Madde 38) (Directive, 2000).

❖ *Su herkesin konusudur.*

Farklı ülkeler sürdürülebilir su kullanımı konusunda iş birliği yapmak zorunda olduğu gibi farklı sektörlerinde birlikte hareket etmeleri gerekmektedir. Endüstri, tarım, gıda gibi farklı sektörlerde benzer amaçla kullanılan suyu korumak her sektör için geçerlidir (Madde 14) (Directive, 2000).

❖ *Su hassas bir kaynaktır.*

SÇD, su kaynaklarını kirleten öğelerin kaynaklarında ortadan kaldırılmasını gerektirmektedir. Bu işlem aynı zamanda kirliliğin izlenmesine dair bir mekanizma oluşturmayı da sağlamaktadır. Direktif, yer altı kaynaklar için kalite ve kantitatif bakımından kesin hedefler koymaktadır. Yerüstü kaynakları için ise net bir şekilde ekolojik hedefler belirtmektedir. Mevcut kaynaklar kirlenmeye başlamış olsa da su kaynaklarının 2015 yılına kadar suların iyi ekolojik düzeye çıkmasını istemektedir (Madde 4, 8, 10, 11, 16, 17) (Directive, 2000).

Direktifin ortaya koymuş olduğu ekolojik hedefler doğrultusunda yer üstü suları “ekolojik” , “kimyasal” ve “ hidromorfolojik” olarak değerlendirilmektedir. SÇD’ye göre ekolojik durum; yapılan sınıflandırma sonucunda yerüstü sularına ait sucul ekosistem yapısı ve işlevi incelenerek kalitesinin belirlenmesidir (Directive, 2000). SÇD, sucul ekosistemleri ekolojik kalite anlamında beş kategoride sınıflandırmaktadır. Suların ekolojik durumu; *Çok iyi (Çİ)* , *iyi (İ)* , *Orta (O)* , *Zayıf (Z)* ve *Kötü (K)* olarak sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1.4 Suların ekolojik durum sınıflandırılması (EC, 2009)

Çok iyi durumdaki sular dezenfekte edildikten sonra içme suyu olarak kullanılabilir. Alabalık üretimi ve rekreasyonel olarak kullanılabilirler. *İyi* durumdaki suların içme suyu olarak kullanılabilmesi için ileri düzey arıtma işlemleri uygulanması gerekmektedir. Bu sınıftaki sular *Çok iyi* durumda kullanılmayan tüm alanlar için uygundur.

Orta sınıf sular gıda ve tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstrilerde kullanılamazlar. Fakat uygun arıtma işlemlerinden sonra diğer endüstri alanlarında kullanılabilir. **Zayıf durumdaki sular** ise genellikle tarımsal sulama alanında kullanılırlar. İçme suyu kullanımı için dezenfekte edilse bile uygun değildir. **Kötü durumdaki sular** ise içme suyu, tarımsal sulama ve endüstriyel amaçlı kullanıma uygun olmayan sulardır. SÇD’ye göre suların kalitesinin belirlenmesinde kullanılan parametreler fiziko-kimyasal kalite unsurları, morfolojik kalite unsurları ve biyolojik kalite unsurlarıdır (Anonim, 2004).

1.3 Biyolojik Kalite Bileşenleri

Biyolojik kalite bileşenleri, SÇD’ye göre suyun ekolojik durumunun belirlenmesinde biyoidikatör olarak kullanılmaktadır (EC, 2009; Herring vd., 2009; Toudjani vd., 2018). Su kütlelerinde biyolojik izleme yapılırken;

- Fitobentoz
- Fitoplankton
- Makroomurgasız
- Makrofit
- Balıklar gibi farklı canlı grupları ekolojik kalite bileşenleri olarak kullanılmaktadır. Bunların yanında suyun fizikokimyasal ve hidromorfolojik özelliklerinden ekolojik durumun değerlendirilmesinde destekleyici olarak fayalanılmaktadır.

1.4 SÇD Biyolojik Kalite Bileşenleri: Fitoplankton ve Fitobentoz

Plankton terimi ilk kez 1887 yılında Victor Hensen tarafından kullanılmıştır. Su kütlesi içerisinde asılı halde bulunabilen, suyun hareketi ile yerdeğiştirebilen mikroorganizmalar plankton olarak adlandırılmaktadır (Strickland, 1960).

Fotosentez yapma yeteneğine sahip bitki özelliğindeki planktonik canlılar ise fitoplankton olarak adlandırılmaktadır. Bu canlılar son derece zengin protein, karbonhidrat ve yağ asidi içermektedir. Besin değeri çok yüksek olan fitoplankton sucul ortamda ki diğer canlılar için önemli bir besin kaynağı konumundadır (Reynolds, 1984, 2006).

Fitoplankton, ortamda bulunan besin tuzları ve karbondioksit gibi inorganik maddeleri kullanılmaktadır. Yapısında bulunan klorofil pigmentiyle güneş ışığı sayesinde fotosentez yapmaktadır. Bu işlem sonucunda organik besinler oluşmaktadır. Bu

yeteneklerinden dolayı primer üretici olarak adlandırılmakta ve besin piramidinin ilk basamağında yer almaktadır (Reynolds, 1984, 2006).

Yüksek bitkilere göre daha karmaşık karbonlu moleküller oluşturan fitoplankton, buldukları ortamdaki değişime gösterdikleri reaksiyonlardan dolayı su kalitesindeki değişiklikler konusunda indikatör olarak faydalanılmaktadır. SÇD'nin yürürlüğe girmesinden sonra fitoplankton, hidrolojik faaliyetlerin gerçekleştiği yerüstü sularının ekolojik kalite durumlarını belirlemek üzere kullanılan bir kalite bileşenidir (EC, 2009; Çelekli ve Öztürk, 2014; Toudjani vd., 2018).

1.5 Fitobentoz

Besin ağının ilk basamağında bulunan algler ekosistemlerin bentik bölgelerinde çeşitli subsratlara tutunarak yaşamaktadır. Bu canlılara fitobentoz adı verilmektedir (Stoermer, 2010). Fitobentoz grubunun büyük çoğunluğunu diyatomeler oluşturmaktadır (Van Dam vd., 2007; Toudjani vd., 2017). Silisli algler olarak bilinen diyatomeler uzun zamandır güvenilir bir çevresel gösterge türler olarak kullanılmaktadır (Cholnoky, 1968; Lowe, 1974). Fitoplankton grupları arasında primer üretim için çok önemli bir fonksiyona sahiptir. Hidrolojik sistemlerde ki dominant rolleri dolayısıyla buldukları sucul ekosistemin net primer üretimine %20-25 oranında katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Hendey, 1964).

185 yıl kadar önce diyatomelere ait fosillere keşfedilmiştir. (Round, 1964; Rothpletz, 1896; Gersonde ve Harwood, 1990; Drum ve Gordon, 2003; Kroth, 2007). Diyatomeler aynı zamanda doğada ki karbon döngüsü, fosfat döngüsü ve silikonun biyojeokimyasal döngüsünde son derece önemli rol oynamaktadır (Bidle vd., 2002; Falciatore ve Bowler, 2002; Lopez vd., 2005).

Diyatomelere yeryüzündeki hemen hemen bütün habitatlarda rastlanmaktadır (Werner, 1977). Büyüklükleri genel olarak, 2-200 µm arasında değişim göstermektedir (Krammer ve Lange-Bertalot, 1986). Geniş süzme yüzeyi sağlaması, yağ ve suda bulunan bazı mikroorganizmaları absorbe etme kapasitesi ve hacimli olması nedeniyle daha çok filtrasyon işleminde kullanılmaktadır (Round, 1991).

Diyatomeler de eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki tip üreme seçeneği de görülmektedir. Diyatomeler iki adet ve birbirine geçmeli kabuk hücre duvarlarından meydana gelir ve bu hücre duvarları silisten oluşur. Üstteki kabuğa epiteka, altta ki kabuğa ise hipoteka

adı verilir. Diyatomelerin hücre çeperlerinin yapısı ve şekilleri bu canlı gruplarının sınıflandırılmasında çok önemlidir. Hücre yüzeylerinde oriantasyon şekil yapılarına früstül adı verilmektedir (Round, 1991).

Diyatomeler arasında su yüzeylerinde asılı kalarak yaşamlarına devam eden türler olduğu için bir sucul ekosistemde bulunan diyatome kompozisyonunun değişime uğramasının en büyük çevresel nedeni suyun hareketidir. Suyun hareketi türlerin sahip oldukları yapışma kapasitesin bağlı olarak su yüzeyinde asılı bulunma duyarlılığını etkilemektedir (de Jonge, 1985).

Diyatomeler buldukları ortamın fiziko kimyasal değişimlerine karşı duyarlı olup çabuk cevap vermektedirler. Bu özelliklerinden dolayı primer üretici konumunda olmalarına bağlı olarak besin tuzlarına karşı daha duyarlı, daha hassas mikroorganizmalardır. Bu sebeple diyatomeler gerek sucul ekosistemler için gerekse ekosistemlerin ekolojik durumlarının belirlenmesi için çok önemlidir (Steinberg ve Schiefele, 1988; Descy ve Coste, 1991; Toudjani vd., 2017).

Fotosentez yeteneklerinden dolayı buldukları ortamda oksijen seviyesini artırır ve sucul ekosistemdeki canlılara önemli katkıda bulunurlar. Ekosistemlerde bulunan zararlı maddeleri absorbe ettiklerinden dolayı kirli suların temizlenmesinde filtre görevi yaparlar (Meyer, 1987; Çolak ve Kaya, 1988).

Çoğu sucul ekosistemlerde yoğun şekilde var olan diyatomeler, buldukları ekosistemde ki ekolojik değişimleri çok iyi yansıtabilmektedir . Bu yeteneklerinden dolayı su kalitesini izlemeye, özellikle ötrofikasyon çalışmalarında sıkça kullanılırlar (Admiraal vd., 1982).

Su kütlelerindeki ekosistemlerin fiziksel ve kimyasal değişkenlere dayalı ekolojik durumlarının değerlendirilmesi, su kalitesi belirlenmesinde kullanılan yaklaşımlardan birisidir. Su kalitesini belirlemek için suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kullanılması, suyun verimi, su kütlelerinin durumu ve sürdürülebilirliği hakkında kuvvetli fikirler vermektedir (Mustapha, 2008). Fakat bu değerlendirmeler anlık ölçümlere dayandığı için sucul ekosistemlerin ekolojik durum değerlendirilmesi anlamında yetersiz kalmaktadır. Çünkü herhangi bir örnekleme istasyonuna ait sucul ekosistemde zamanla fiziksel ve kimyasal değişimler olacağı için sadece ölçümün yapıldığı ana yönelik fikir vermektedir (Rocha, 1992).

Avrupa SÇD, 2000 yılından beri su kütlelerinin ekolojik kalitesini değerlendirmek için 5 farklı ekolojik kalite unsurunu (fitobentoz, fitoplankton, makrofit, balıklar ve bentik omurgasızlar) gerektirmektedir (EC, 2009). Diyatomeler ise bu kalite parametrelerinden birisi olan fitobentozun büyük bir bölümünü oluşturmaktadır (Della Bella vd., 2007; Bennion vd., 2014). Diyatomeler 100000 türden oluşan zengin bir alg grubudur (Round, 1991).

Farklı sucul ekosistemlerdeki diyatomeler çevresel değişimlere hızlı tepki vermektedir ve bu su kütlelerinin en uygun ekolojik göstergeleridir (Pan ve Stevenson, 1996; Kelly vd., 1998; Potapova ve Charles, 2003; Rimet vd., 2007; Delgado ve Pardo, 2014). Su kalitesinin belirlenmesinde diyatomelerin kullanılması yeni bir yaklaşım değildir ve 1900'lü yıllardan beri kullanılmaktadır (Kolkwitz ve Marsson, 1908).

Bentik diyatomların ekolojik kalitenin belirlenmesindeki avantaj, her yüzey suyunda herhangi bir zamanda bulunabilmeleridir (Ács vd., 2004; Kiss vd., 2012). Bu organizmalar dünya çapında akan suların ekolojik kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Rott vd., 1999, 2003; Kelly vd., 1998; Potapova vd., 2004; Taylor vd., 2007; Della Bella vd., 2007).

Ülkemizdeki tatlı su ekosistemlerini değerlendirmek için kirliliğe toleranslı ve hassas diyatome türlerine ait veriler bulunmamaktadır. Yabancı diyatome indekslerinin (Rott vd, 1999; Potapova ve Charles, 2003; Dell'Uomo, 2004; Kelly vd., 2008) doğrudan benimsenip kullanılması su kalitesinin hatalı yorumlanmasına yol açabilir. Çünkü ekolojik bölgenin değişmesi jeoloji, iklim, arazi kullanımı, antropojenik faaliyetler ve çevresel faktörlerin de değişmesi anlamına gelmektedir. Yaşanan bu değişimlerde diyatome topluluklarını etkilemektedir (Stevenson, 1997; Biggs vd, 1998; Soininen, 2007).

Kuzey Ege Havzası akarsuları su kalitesini diyatome indeksleri kullanılarak değerlendirilmesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kuzey Ege Havzası akarsuları ile ilgili havza bazlı herhangi bir limnoekolojik çalışma bulunamamıştır.

Bu alışmada Kuzey Ege Havzası akarsularının biyolojik su kalitesi ile diyatome kompozisyonlarının belirlenmesi, diyatome türlerinin sayısal (kantitatif) ve hacimsel (biyohacim) düzeylerinin belirlenmesi ve sucul ekosistemlerin fiziko-kimyasal yapısının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Çok yönlü istatistiksel analizler kullanılarak çalışma süresince tespit edilen türlerin biyotik ve abiyotik faktörler karşısında gösterdikleri tepkinin saptanması da hedefler arasındadır.



BÖLÜM 2

KAYNAK ÖZETLERİ

Neredeyse bütün sucul ekosistemlerde bulunan diyatomeleler sucul ekosistemlerde çevresel faktörlerin ve antropojenik faaliyetlerin devreye girmesiyle ekosistemde yaşanan değişimi çok hızlı ve doğru bir şekilde yansıtmaktadır. Bu yeteneklerinden dolayı su kalitesinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde araştırmacılar tarafından uzun süredir kullanılmaktadır. Su kütlelerindeki suların ekolojik kalitesinin diyatomeleler kullanılarak belirlenmesi ile ilgili yurt içinde ve yurt dışında daha önce yapılan limnolojik çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Guillard vd (1962), yaptıkları çalışmalarında *Cyclotella nana* ve *Detonula confervacea*'nın klonlarını elektron mikroskopuyla incelemişlerdir. *Cyclotella nana*'nın bakteri içermeyen klonları izole edilmiştir, üçü nehir ağızı bölgelerinden, biri Kıta Sahaneliği sularından ve biri Sargasso Denizi'nden izole edilmiştir. *Detonula confervacea* ise Narragansett Koyu'ndan izole edildiği bildirilmiştir. İnceleme sonucunda C. Nana'nın klonları ile arasında morfolojik fark olmadığı belirtilmiştir. C.nana'nın klonlarının büyümesinin tuzluluktan etkilendiğini ve 10° C ile 20°C arasındaki sıcaklıklarda daha hızlı büyüdüğü bildirilmiştir.

Chessman (1986), Avustralya'da bulunan La Trobe Nehri üzerinde diyatome topluluklarına fiziko-kimyasal değişkenlerin etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada 53 istasyondan diyatome örnekleri almıştır. *Navicula* ve *Nitzschia* cinslerinin baskın olduğu çalışmada toplam 267 diyatome türü teşhis edildiğini belirtmiştir. Rakım, sıcaklık ve biyolojik oksijen ihtiyacının tür dağılımında etkili olduğunu bildirmiştir.

Wu (1986), Taipei (Tayvan), Hsin-Dien Nehrinde yaptığı çalışmada su kirliliği ile ilgili olarak iki yıldaki diyatome topluluklarının değişimi incelemiştir. Çalışmada nehir boyunca altı örnekleme istasyonunda, diyatome türleriyle gösterilen sudaki

kirlilik oranı arttıkça türlerin zenginliği ve çeşitliliği diyatom topluluklarının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir.

Yıldız ve Özkıran (1991), Kızılırmak Nehri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, 122 diyatome türünü incelemiş ve morfolojik özellikleri ile birlikte değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Surirella* ve *Pinnularia* cinslerine ait taksonların baskın olarak görüldüğünü bildirmişlerdir. Toplam tür sayısının %58'ini bu taksonların oluşturduğu belirtilmiştir.

Şahin (1992), Trabzon bölgesinde belirlenen 6 nehir ve 1 gölde diyatome türleri incelemek üzere yapmış olduğu çalışmada 40 diyatome taksonu tespit etmiştir. *Navicula*, *Gomphonema* ve *Cymbella* baskın olarak görüldüğü bildirilmiştir.

Yıldız ve Özkıran (1994), Çubuk Çayı'nda yaptıkları çalışmada 111 takson tespit etmişlerdir. Bu taksonların birçoğunun *Navicula*, *Gomphonema*, *Cymbella* ve *Nitzschia* cinslerine ait olduğu rapor edilmiştir.

Gómez (1998), Buenos Aires eyaletinde ki Matanza-Riachuelo nehir havzası su kalitesini değerlendirmek için epipelik diyatome türleri kullanmıştır. Alınan örnekler sonucunda 97 diyatome taksonu tespit edilmiştir. *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea* ve *N. umbonata* akıntının yoğun olduğu yerlerde görüldüğünü tespit etmiştir. Nehrin daha geniş ve derin bölgelerinde ise *Stephanodiscus hantzschii* ve *Cyclotella meneghiniana* daha sık rastlanan türler olduğunu bildirmiştir.

Licursi ve Gomez (2002), Belirledikleri 9 istasyondan 162 diyatome türü tespit etmişlerdir. Ayrıca bentik diyatome türleri ile pH, iletkenlik, ötrofikasyon ve organik kirlilik arasında ki ilişkiyi incelemişlerdir.

Çetin vd (2003), Orduzu Barajı bentik diyatome türleri Nisan 1997-Mart 1998 tarihlerinde farklı habitatlardan alınan epilitik, epipelik ve epifitik örnekleri incelemiştir. Bu ekosistemde diyatome türlerine ait toplam 71 takson tespit edilmiştir. Gölde tespit edilen taksonların önemli bir kısmı epilitik, epipelik ve epifitik topluluklarda birlikte bulunduğunu bildirmiştir.

Atıcı ve Ahıska (2005), Ankara Çayı üzerinde yaptıkları çalışmada toplam 151 takson tespit edilmiş, bunlardan 86 tanesini Bacillorophyta olarak belirlemişlerdir.

Sıvacı ve Dere (2006), Nisan 1992-Şubat 1994 tarihleri arasında, Melendiz Çayı'nda 5 istasyonun epipelik diyatome türlerine ait kompozisyonun ve yoğunluğun

mevsimsel değişimini incelemiştir. Bu çalışmayla büyük çoğunluğu *Pennales* ordosuna ait 105 diyatome türü tanımlamıştır. Melendiz çayının epipelik florasını *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula* ve *Nitzschia* cinsline ait türlerin oluşturduğunu, *Anomoeoneis*, *Epithemia*, *Cymatopleura*, *Pinnularia*, *Gyrosigma* ve *Stauroneis* genuslarına ait organizmaların ise daha az sayılarda bulunduğunu belirtmiştir.

Çelekli ve Külköylüoğlu (2006), Haziran 2003 – Haziran 2005 tarihleri arasında Abant Gölü diyatome (Bacillariophyta) florasını araştırmışlardır. Toplam 123 tür tespit edilmiştir. Bu çalışmada yıl boyunca aylık olarak numune toplandığı için tür sayısı daha önce Abant Gölü’nde yapılan çalışmaya göre (Atıcı ve Obalı, 2002) daha fazla sayıda tür tespit edilmiştir.

Çelekli (2006), Bolu’da bulunan Gölköy Gölü üzerinde 2 yıl boyunca yaptıkları çalışmalarında çoğunluğu *Naviculaceae*, *Fragilariaceae*, *Surirellaceae* ve *Bacillariaceae* olmak üzere toplam 119 diyatome taksonu tanımlamışlardır. Tr zenginliğinin son bahar dönemlerinde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. *Aulacoseria granulata*, *Cyclotella praetermis*, *Cymbella cistula*, *Fragilaria biceps* ve *F. crotonensis* türlerinin her dönemde gözlendiği belirtilmiştir.

Salomoni vd (2006), Gravataı Nehri üzerinde yaptıkları çalışmalarda organik kirliliğin göstergesi olarak kullanılan diyatomelerin, nehir üzerinde evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklardan dolayı organik kirliliği gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bingöl vd (2007), Yukarı Porsuk Çayı üzerinde yaptıkları çalışmada 58 diyatome taksonu tespit etmişlerdir. *Achnanthes lanceolata*, *Diatoma tenue*, *Nitzschia palea* ve *Cymbella affinis* en baskın türler olduğunu bildirmişlerdir.

Yamık ve Solak (2007), Aralık 2004 ve Ağustos 2005 tarihleri arasında epilitik diyatomelerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) zerinde belirlenen 3 istasyondan aylık periyodlarla numuneler almıştır. Bu çalışma sonunda toplam 58 diyatome taksonu belirlemiştir. En fazla rastlanan diyatome türleri *Nitzschia palea* (%17), *Achnantheidium minutissimum* (%9), *Diatoma tenue* (%7), *Cymbella affinis* (%7) ve *Achnanthes lanceolata* (%5) olmuştur.

Pala ve Çağlar (2008), Tunceli’deki Peri Çayı’nın epilitik diyatomelerini belirlemek amacıyla Mayıs 2005-Ekim 2005 tarihleri arasında bir yıl boyunca çalışmışlardır. Bu araştırma sonucu diyatomelere ait toplam 36 tür tespit etmiştir. Diyatome

kompozisyonunda *Gomphonema*, *Fragilaria*, *Cymbella*, *Pinnularia*, *Achnanthes* ve *Navicula* olmak üzere bölgede yoğun bulunan türler olduğunu belirtilmiştir.

Szczepocka ve Szulc (2009), Polonya'nın merkez bölgesinde bulunan Bruza ve Plica Nehirlerinde yaptıkları çalışmalarda bentik diyatome türlerini kullanmış ve su kalitesi analizi yapmışlardır. Brza nehri organik kirliliği yüksek iken, Plica nehri iyi kalitede belirlenmiştir.

Şahin vd (2010), Balık Gölü epipelik alglerinin tür kompozisyonu ve çeşitliliği Mayıs-2008, Ekim 2008 tarihleri arasında incelenmiştir. Çalışma sonunda toplam 39 takson tespit edilmiştir. *Cyclotella meneghiniana*, *Craticula cuspidata*, *Closterium strigosum*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* ve *Amphora ovalis* epipelik alg florasının nispi bolluğu ve bulunuş sıklığı açısından göze çarpan türleri olmuştur. Epipelik kommunitenin en yüksek yoğunluğu Ekim ayında 26.214 hücre/cm² iken, en düşük yoğunluk Temmuz ayında 23.644 hücre/cm² 'dir. En yüksek çeşitlilik indeksi (H') 2,26 ile Haziran ayında bulunmuştur.

Tokatlı ve Dayıoğlu (2011), Murat Çayı epilitik diyatome florasının belirlenmesi amacıyla Eylül 2007 – Nisan 2008 tarihleri arasında tespit edilen 5 istasyondan aylık olarak örnekler almıştır. Çalışma sonucunda 70'i Pennales, 5'i Centrales üyesi olmak üzere toplam 75 diyatome taksonu tespit etmiştir. Florada *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Diatoma* ve *Fragilaria* genuslarına ait türlerin dominant olarak bulunduğunu bildirmiştir.

Tokatlı vd (2011), 2009–2010 yılları arasında yaptıkları çalışmada Porsuk Barajı'nda su, sediment ve diyatome frustullerinde bazı makro ve mikro element seviyelerini belirlemeye çalışmıştır. Bu çalışmada Porsuk Baraj'ı sonuçlarını, kirlilikten uzak bir alan olarak bilinen Gürleyik Çayı sonuçları ile kıyaslamıştır. Çalışma sonucunda Porsuk Baraj'ında 25 takson, Gürleyik Çayı'nda 45 takson tespit edilmiştir. Sonuçların Porsuk Baraj'ı su ve sedimentinin metallerce kontamine olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışmanın sonucu olarak diyatome frustullerinin bazı metalleri (Al, Fe, Se, Zn, B, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Si) çevrelerinden daha fazla biriktirdiği tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Tanrikulu (2011), Eylül 2008 – Ağustos 2009 tarihleri arasında Dicle Nehri'nin Diyarbakır il sınırları içerisindeki kısmının epipelik alg florasının tür kompozisyonu ve mevsimsel değişimleri incelenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta bölümlerine ait 44 takson

tespit etmişlerdir. Diyatomelerin diğer taksolara göre daha baskın olduğunu ve *Cymbella cistula*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria ulna*, *Nitzschia palea* ve *Navicula cryptocephala* en sık rastlanan diyatome türleri olmuştur.

Tokatlı (2012), 2010 yılında yapmış olduğu çalışmada Gürleyik Çayı yukarı bölümünden ilkbahar mevsiminde epipelik diyatome örnekleri toplamıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucunda 19 cinse ait 45 tür tespit etmiştir. Bu çalışmaya göre Gürleyik Çayı yukarı kısımları su kalitesinin TDI indeksine göre mezo-ötrofik, BDI indeksine göre mezotrofik seviyede olduğunu tespit etmiştir.

Fakıoğlu vd (2012), Pulur Çayı'nda Ağustos, Ekim ve Aralık 2011-Mart 2012 tarihlerinde çay üzerinde seçilen 5 istasyondan su, taş ve bitki örnekleri almıştır. *Diatoma vulgare*, *Cymbella affinis*, *Navicula cryptocephala*, *Aulacoseria granulata*, *Nitzschia sigmaidea* ve *Gomphonema olivaceum* en baskın türler olduğunu bildirmişlerdir.

Çelekli ve Öztürk (2014), Nisan 2012 – Haziran 2013 tarihleri arasında Alleben Göleti'nde yaptıkları çalışmalarında aylık olarak ve çok yönlü istatistiksel teknikler kullanarak alg türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Nisan, Kasım 2012 tarihleri arasında ve Nisan 2013'de Alleben Göleti'nde termal tabakalaşma olduğunu bildirmişlerdir. Alleben Göleti'nin monomiktik tipte olduğunu belirtmişlerdir. Toplam 232 algal takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan Bacillariophyceae (% 57) en baskın grup olmuştur. Bunu sırasıyla Dinophyceae (% 18,54) ve Chlorophyceae (% 12,99) takip etmiştir. Türlerin mevsimsel değişimleri üzerinde tuzluluk, kondüktivite, pH, sıcaklık, TÇK, ÇO, Ca, PO₄, Na, SO₄, Mn ve Mg çok etkili olmuştur (p=0,002).

Varol ve Taş (2014), Şubat 2008–Ocak 2009 tarihleri arasında Dicle Nehri'nde yaptıkları çalışmada Dicle Nehri'nin fitoplankton kompozisyonundaki değişimlerini ortaya koymak için 7 istasyonda örnekleme yapmışlardır. Çalışma sonunda Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Cryptophyta, Xantophyta ve Rhodophyta divizyonlarına mensup 390 takson teşhis edildiği bildirilmiştir.

Pala (2014), Hazar Gölü'nün epifitik diyatome florasını belirlemek için Eylül 2006–Ağustos 2007 tarihleri arasında Hazar Gölü'nden aylık olarak *Ranunculus rinoii* ve *Ranunculus aquatilis* bitkileri üzerinden örnekler almıştır. Alınan bu örnekler

sonucunda *R. rinoii* üzerinde diyatome florasında ait 29 takson, *R. aqualitis* üzerinde ise 27 takson belirlemiştir. Epifitik algler içerisinde *Amphora ovalis*, *Synedra ulna*, *Cymbella affinis* ve *Epithemia turgida* yaygın görülmüştür.

Taş ve Yılmaz (2015), Kasım 2010 ve Ağustos 2011 tarihleri arasında Cimil Deresi'nde yaptıkları çalışmada indikatör alglerden yararlanarak derenin ekolojik durumunun belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda 5 farklı divizyoya ait 113 takson tespit edilmiştir. Diyatomelerin tür çeşitliliği en fazla olan grup (74 takson, %65) olduğu bildirilmiştir. *Achnanthidium minutissimum*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Cymbella affinis*, *Gomphonema parvulum*, *G. truncatum*, *Encyonema minutum*, *Hannaea arcus*, *Navicula menisculus*, *N. salinarum* ve *Nitzschia palea* Cimil Deresi'nde yaygın ve baskın bulunan diyatome türleri olmuştur.

Çiçek vd (2015), Antalya'da bulunan Köprüçay Nehri 'nin fizikokimyasal özellikleri ve diyatomelerin mevsimsel dağılımını incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında belirlenen 7 istasyondan örnekler almışlardır. Bu çalışma sonucunda Bacillariophyta'ya ait 119 takson saptandığını bildirmişlerdir. En çok tür sayısına sahip taksonların *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella* ve *Gomphonema* olduğu belirtilmiştir.

Maraşlıoğlu vd (2016), Tersakan Çayı epilitik alglerinin mevsimsel değişimini incelemek için Haziran 2007-Mayıs 2008 tarihleri arasında yaptıkları çalışmada fiziksel ve kimyasal değişkenlerin epilitedeki alg gelişimini olumlu yönde etkilediğini ve komünitede Bacillariophyta üyelerinin hâkim olduğunu bildirmiştir. Bacillariophyta'dan *Cyclotella meneghiniana*, *Melosira varians*, *Diatoma vulgare*, *Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *Gomphonema olivaceum*, *Navicula cincta*, *N. cryptocephala*, *N. rhynchocephala*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Nitzschia palea* sık bulunan taksonlar olmuştur.

Yüce vd (2016), Ekim 2009 - Eylül 2010 tarihleri arasında yaptıkları çalışmalarında Sakarya Nehrinin diyatomelerinin çeşitlilik ve ekolojisini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda *Navicula radiosa*, birinci ve dördüncü istasyonlarda baskın tür olarak görülmüştür. *Gomphonema olivaceum*, *Craticula cuspidata*, *Rhoicosphaenia abbreviata* ve *Nitzschia recta* yine yaygın görülen taksonlardan olduğu bildirilmiştir.

Jakovljević vd (2016), Vrla Nehri'nin ekolojik durumunu değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında diyatomeleri kullanmışlardır. Vrla Nehri'nde 50 jenerasyona

ait 227 diyatome taksonu tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu taksonlardan *Gomphonema*, *Nitzschia* ve *Navicula* en baskın görülen taksonlar olduğunu bildirmişlerdir.

Cai vd (2016), Ningbo'daki üç nehir havzasındaki diyatomelerin türlerini, miktarlarını ve dağılımını incelemek ve Ningbo sularındaki boğulma vakalarının adli muayenesi için bilimsel bir temel sağlamak amacıyla, Yao Nehri, Fenghua Nehri ve Yong Nehri'nden belirlenen 14 istasyondan örnek almışlardır. Yao Nehri, Fenghua Nehri ve Yong Nehri'nde toplam 16 tür diyatome tespit etmişlerdir. Yao Nehri'nde *Melosira*, Yong Nehri'nde *Cyclotella* ve Fenghua Nehri'nde *Pinnularia* ve *Licmophora* baskın görülen taksonlar olmuşlardır.

Solak vd (2017), 2014 yılında bentik diyatome kompozisyonunun incelenmesi amacıyla Küçük Menderes Nehir Havzası'nda yaptıkları çalışmada toplam 94 bentik diyatome taksonu teşhis etmişlerdir. 7 Nehir ve 3 baraj gölünden alınan örneklerde *Navicula veneta*, *Nitzschia palea*, *N. inconspicua*, *N. umbonata*, *Craticula accomoda*, *C. subminuscula* en yaygın türler olduğunu bildirmişlerdir.

Morkoyunlu vd (2017), İstanbul, Aliğa, Bostancı ve Orta Derelerinin epilitik alg florası kalitatif ve kantitatif olarak incelenmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarda. İstanbul Deresi'nde 22, Aliğa Deresi'nde 10, Bostancı Deresi'nde 14 ve Orta Deresi'nde 12 takson belirlemişlerdir. Epilitik kompozisyonda *Cocconeis pediculus*, *Ulnaria ulna* ve *Cymbella affinis* taksonları yoğun olarak tespit edilmiştir.

Ateş ve Ertan (2017), Aralık 2013-Kasım 2014 tarihleri arasında Pınargözü Kaynağı üzerinde yaptıkları çalışmada kaynak suyunun fiziko-kimyasal özellikleri, epilitik alglerin dağılımı, gelişimi ve fiziko-kimyasal verilerle algler arasındaki ilişkileri n belirlenmesini amaçlamışlardır. Toplam 97 alg taksonu tespit edilmiş olup bunlardan 80'i Bacillariophyta'ya, 11'i Cyanobacteria'ya, 5'i Chlorophyta'ya ve 1'nin Charophyta'ya ait olduğunu belirlemişlerdir.

Toudjani vd (2017), Türkiye'nin Batı Akdeniz Havzası'nda yaptıkları çalışmalarında suların ekolojik durumunu değerlendirmiş ve diyatome topluluklarına dayalı, Türkiye'ye özgü olan yeni bir Trofik İndeks (TIT) geliştirmişlerdir. Bu çalışmada Havza'da belirlenen 25 istasyondan biyolojik ve fizikokimyasal inceleme için numune almışlardır. Çalışma sonunda 22 cinse ait 102 tür belirlemişlerdir. *Cymbella excisa*, *Gomphonella parvulum*, *Ulnaria ulna* ve *Cocconeis communis f. plascentula* en çok

bulunan tür olduğu bildirilmiştir. Ayrıca; elektriksel iletkenlik, yükseklik, toplam azot, ortofosfat ve kalsiyum karbonat gibi parametrelerin diyatome türleri üzerinde çok etkili olduğu belirtilmiştir.

Çelekli vd (2018), Türkiye'de ilk kez yapılan bu çalışmalarında, diyatome türlerinin trofik ağırlığını ve indikatör değerlerini belirlemek ve Trofik İndeksini (TIT) geliştirmek için sekiz havzada toplam fosfor (TP) varyasyonuna bağlı diyatome türlerinin dağılımını araştırmayı amaçlamışlardır. 2014-2015 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmalarında 8 havza ve 225 istasyonda ki diyatome türlerin dağılımını TP varyasyonu ile belirlemişlerdir. Bu çalışmada 219 türün trofik değerleri belirlenmiş ve bunların birçoğunu ilk kez sunulduğunu bildirmişlerdir. *Clevamphora ovalis*, *Caloneis amphisbaena*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula tripunctata* ve *Nitzschia umbonata* gibi diatom türleri yüksek trofik ağırlık değerleri gösterirken, *Achnanthis minutissimum*, *Cymbella excisa*, *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus* ve *Meridion circulare* in düşük trofik ağırlık değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir.

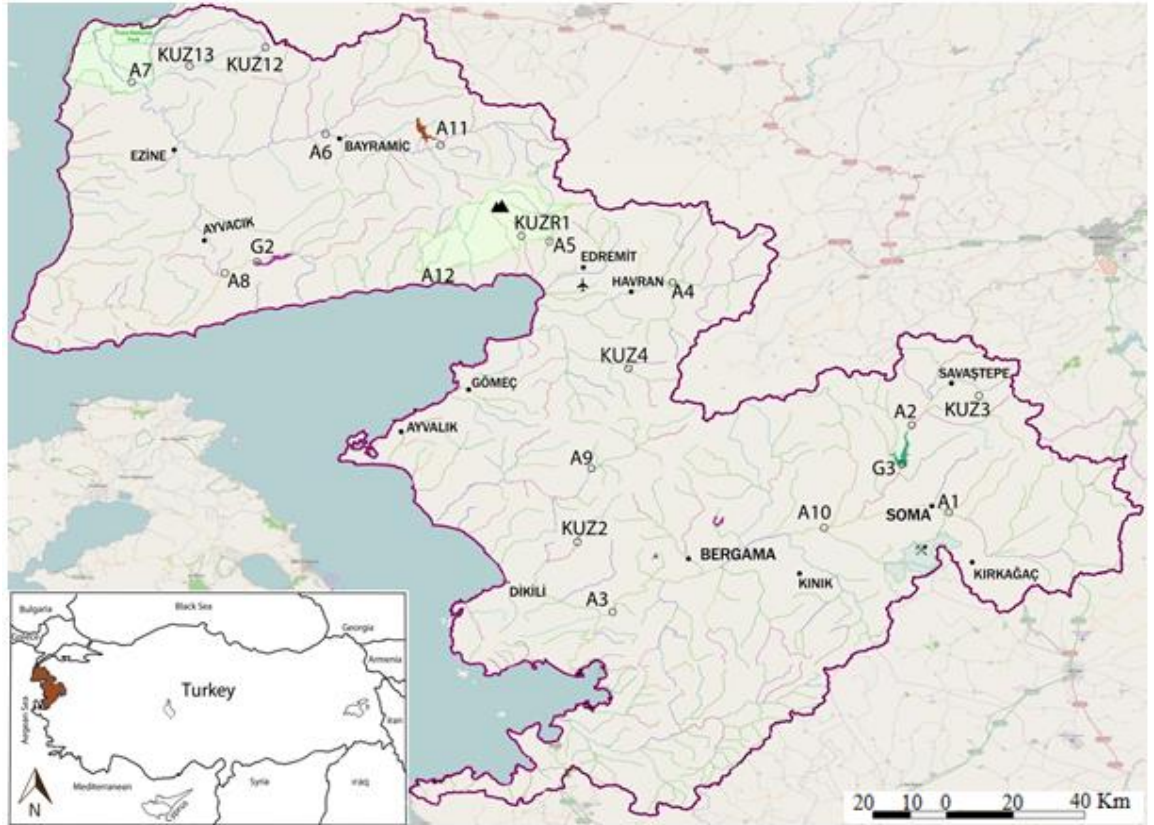
Cooper (2018), Ohio Nehri Havzası sucul ekosistemlerine ait diyatome topluluklarının veritabanını oluşturmak amacıyla yaptığı çalışmada Ohio nehri üzerinde her 5 milde bir örnekler almıştır. Bu çalışma sonucunda *Aulocoseira* ve *Cyclotella* taksonlarının baskın olduğunu bildirmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METODLAR

3.1 Çalışma Alanı

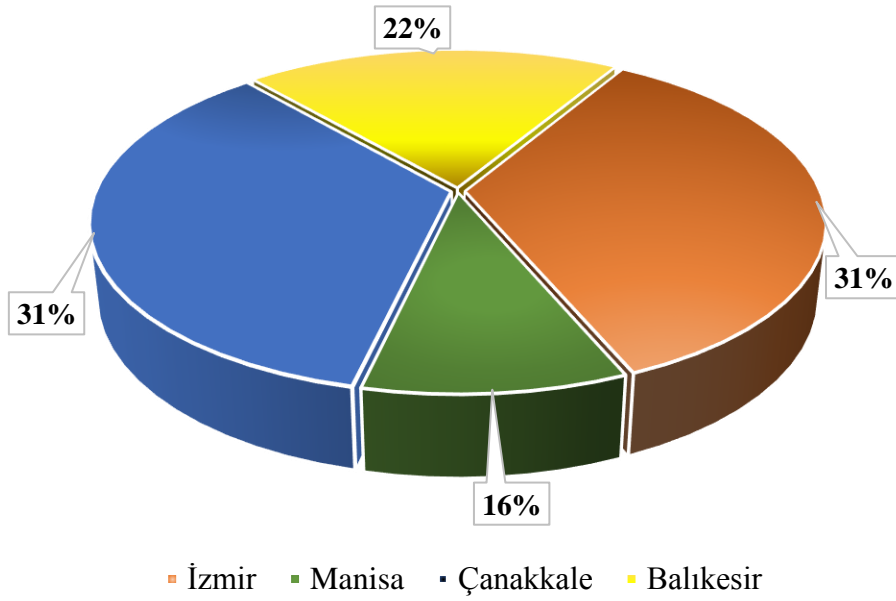
Çalışma alanı Kuzey Ege bölgesini kapsamaktadır. Bu bölge Türkiye'nin kuzeybatısında 40° - 38° kuzey, 26° - 28°doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzey Ege havzasında 2014-2015 yılları arasında olmak üzere, yılda 4 mevsim olarak 18 akarsu istasyonundan su ve diyatome örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.1). Kuzey Ege Nehir Havzası; Karamenderes Çayı, Tuzla Çayı, Havran Çayı, Madra Çayı, Kar Deresi ve Bakırçay Nehri'nin başlıca akarsu ekosistemlerini kapsamaktadır.



Şekil 3.1 Kuzey Ege Havzası örnekleme istasyonları

Kazdağı ve Truva milli parklarını da içine alan Kuzey Ege Havza'sı Çanakkale Boğazı'ndan başlamaktadır. Daha sonra Kocakatran Dağları'nın su bölümü çizisinden geçen bu sınırlar, doğu bölgesinden Havran, Bergama, Soma ve Kırkağaç ilçelerinin sınırlarını takip etmektedir. Güney bölgesinden ise Kılıçdağ ve Dumanlıdağ su bölümü çizgisinden geçmektedir. Ardından Foça ilçesine yakın bir konumda Ege Denizi'ne bağlanmaktadır.

Kuzey Ege Havzası içerisinde Balıkesir, İzmir, Manisa ve Çanakkale illeri bulunmaktadır. Havza içerisinde Çanakkale %31,99, Balıkesir %15,56, İzmir %25,23 ve Manisa %11,36 oranında bulunmaktadır. Havza sınırları içerisinde bulunan illere ait alan büyüklükleri Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Kuzey Ege Havzasındaki illerin oransal dağılımı

Su Çerçeve Direktifi kapsamında yürütülen T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Birimi projesinde; Kuzey Ege havzasındaki örnekleme istasyonlarının kordinat bilgileri, rakımları, tipolojileri ve istasyon kodları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Örnekleme istasyonlarının coğrafik ve tipolojik bilgileri

Kodu	İstasyonun Adı	Tipoloji	Rakım (m)	N	E
A1	Bakır Çayı	A2R1E1Y2D1J1	146	27,63197	39,18907
A2	Yağcılı Deresi	A1R1E1Y2D1J1	171	27,57106	39,33388
A3	Bakır Çayı	A2R1E1Y2D2J2	19	27,06918	39,02223
A4	Havran Çayı	A2R1E2Y2D1J2	84	27,16949	39,57199
A5	Zeytinli Deresi	A2R2E2Y2D1J2	127	26,95619	39,63219
A6	Menderes Çayı	A2R1E1Y2D1J2	90	26,61633	39,81704
A7	Menderes Çayı	A2R1E1Y2D2J1	14	26,26234	39,90573
A8	Geme Deresi	A1R1E1Y2D1J2	233	26,41724	39,58635
A9	Madra Çayı	A2R1E1Y2D1J2	424	27,03894	39,26704
A10	Bakır Çayı	A2R1E1Y2D2J2	72	27,4232	39,16183
A11	Menderes Çayı	A2R1E2Y2D1J2	204	26,78092	39,80148
A12	Şahin Deresi	A2R2E2Y2D1J2	30	26,75939	39,57751
KUZ-2	Geyikli Deresi	A2R1E1Y2D1J2	167	27,00365	39,08228
KUZ-3	Savaştepe Deresi	A1R1E1Y2D1J1	262	27,68057	39,33855
KUZ-4	Çatak Deresi	A2R1E1Y2D1J2	266	27,09633	39,42883
KUZ-12	Kar Deresi	A1R1E1Y2D1J1	341	26,04875	39,97027
KUZ-13	Kemer Deresi	A2R1E1Y2D2J2	92	26,03603	39,93103
R1	Hasanboğuldu	A2R1E1Y2D1J2	259	26,918056	39,64611

Kuzey Havzasındaki örnekleme alanlarının fotoğrafları Şekil 3.3 ile Şekil 3.20 arasında verilmiştir.



Şekil 3.3 Bakır Çayı A1 örnekleme alanı

Dört örnekleme döneminde sürekli akış gözlenmiştir. Özellikle karların erimeye başladığı ve yağışın çok olduğu bahar aylarında artan yüzeysel akışlar, akarsu debisini arttırmaktadır. Akarsu yatağının çevresi ağaçlık alanlardan meydana geldiğinden rekreasyon alanları gözlenmemiştir. Akarsu yatağı dar bir dere yatağı yapısındadır ve yatağın çevresinde herhangi bir tarımsal faaliyet gözlemlenmemiştir. Akarsu yatağı üzerinde belirlenen örnekleme noktasına yakın termik santral mevcuttur. Akarsu içinde ve çevresinde ise üçüncü dönem hariç diğer dönemlerde çöp mevcudiyeti gözlenmiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, genellikle bulanık olup, kısmen gri ve siyah tonlarındadır. Akarsuyun dip yapısı taşlık, çakıllı ve çamurludur. Yatak kenarlarında su bitkileri ve ağaçlar bulunduğundan gölgelenme söz konusudur. Akarsu yatağındaki suyun bir kısmı termik santralden kaynaklanan atık sulardan oluşmaktadır.



Şekil 3.4 Yağcılı Deresi A2 örnekleme alanı

Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup, akarsu yatağında akışı engelleyecek herhangi bir faktör bulunmamaktadır. Dolayısıyla akarsu yatağında, canlı geçişi ve sediment taşınımını engelleyecek herhangi bir etken görülmemiştir. Akarsu etrafında tarım alanları mevcuttur. Akarsu yatağı üzerinde belirlenen noktaya yakın yerleşim birimleri ve baraj bulunmaktadır. Akarsu etrafı tarım alanları ile çevrili vadi içerisinde akmaktadır. Dip yapısı çakıllı, kumlu ve çamurludur. Yatakta temiz ve debisi birinci dönemde göre artmış bir su bulunmaktadır. Yatak kenarlarında su bitkileri ve ağaçlar bulunduğundan gölgelenme söz konusudur. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, berrak olup, yeşil tonlarındadır.



Şekil 3.5 Bakır Çayı A3 örnekleme alanı

Bakırçay'ın denize yaklaştığı noktadır. Çevresinde tarımsal faaliyet gözlenmiştir. Buna bağlı olarak yeraltı suyu kullanımı mevcuttur. Akarsu yatağında, dört dönemde de sürekli akış gözlenmiştir. Dip siyah renkli balçıkla kaplıdır. Yatak kenarları bol vejetasyonlu ve ağaçlarla kaplıdır. Yatak kenarlarında su bitkileri ve ağaçlar bulunduğundan gölgelenme söz konusudur ancak geniş bir yatağa sahip olduğundan gölgelenme sınırlıdır. Numune alma noktasının etrafında yoğun tarım faaliyetleri yapılmaktadır. Oldukça kirli olan akarsu yatağında, birinci ve üçüncü dönem hissedilir derecede koku vardır. Akarsuyun rengi genellikle bulanık olup, siyah tonlarındadır.



Şekil 3.6 Havran Çayı A4 örnekleme alanı

Havran Barajı tahliye suyu çıkışına çok yakın bir noktadır Akarsu yatağında, dört dönemde de sürekli akış gözlenmiştir. Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup, akarsu yatağında akışı engelleyecek doğal bariyerler bulunmamaktadır. Ancak akarsu yatağı üzerinde köprü mevcuttur. Akarsu yatağı Havran Barajı çıkış suyu üzerindedir. Akarsu yatağında, canlı geçişi ve sediment taşınımına engel herhangi bir durum gözlenmemiştir. Tüm dönemler boyunca kokuya sahip olan akarsuyun rengi genellikle bulanık olup, kısmen gri ve siyah tonlarındadır. Su kirli, zemin yapısı taşlı, çakıllı olup dip ölü alglerle kaplı, keskin bir kokuşma vardır. Yatak kenarlarında su bitkileri ve ağaçlar bulunmamaktadır.



Şekil 3.7 Zeytinli Deresi A5 örnekleme alanı

Vadi içerisinde bulunan örnekleme noktası eğimli bir yatağa ve berrak bir akarsuya sahiptir. Akarsuda üç dönemde de akış gözlenmiştir. Ancak dördüncü dönem bölge halkının akarsuyu korumak amacıyla yaptıkları engelleme sonucu örnekleme yapılamamıştır. Akarsu çevresi tamamen doğaldır ve iri kayalardan oluşan akışı engelleyecek doğal bariyerler bulunmaktadır. Bu kayaların canlı geçişi ve sediment taşınmasına kısmende olsa engel olabileceği düşünülmektedir. Akarsu çevresinde tarımsal faaliyet bulunmamaktadır. Akarsu da herhangi bir koku yoktur ve rengi genellikle açık ve berraktır. Dip yapısı taşlı, çakıllı ve kumlu yapıya sahiptir. Yatak kenarlarında su bitkileri ve ağaçlar bulunduğundan yüksek bir gölgelenme vardır. Üçüncü dönemde birinci ve ikinci dönemlerine göre su miktarının artmış olduğu görülmüştür.



Şekil 3.8 Menderes Çayı A6 örnekleme alanı

Düz ve geniş bir yatağa sahip akarsuda ki örnekleme noktası Bayramiç Barajı'nın alt kısmında (mansap bölgesinde) yer almaktadır. Akarsu da dört dönemde de sürekli akış gözlenmiştir. Birinci ve üçüncü örnekleme dönemlerinde koku hissedilen akarsuyun rengi genellikle açık olmasına rağmen mevsime bağlı olarak bulanık, gri ve siyah tonlarında görülmüştür. Akarsu içinde ve çevresinde ise tarımsal faaliyetlere bağlı olarak tüm dönemlerde çöp mevcudiyeti gözlenmiştir. Dip yapısı çakıllı, kumlu ve çamurludur. Akarsu yatağı çevresinde yoğun olarak tarımsal faaliyet gerçekleştiği görülmüştür. Tarımsal sulamanın olduğu dönemlerde su ihtiyacına bağlı olarak barajdan su bırakılmaktadır. Tarımsal sulamanın olmadığı dönemlerde ise barajdan su bırakılmadığından akarsu yatağında çok az miktarda su bulunmaktadır.



Şekil 3.9 Menderes Çayı A7 Örnekleme alanı

Yerleşim birimleri içerisinde kalan akarsu yatağı çevresinde yoğun tarımsal faaliyet gözlemlenmiştir. Sadece birinci dönem kokuya sahip olan akarsuyun rengi mevsime bağlı olarak yeşil, kahverengi, saman rengi ve siyah tonlarındadır. Akarsu yatağı ve çevresi doğal yapıda olup akarsu yatağında akışı engelleyecek ağaç kütüklerinden oluşan bariyerler bulunmaktadır. Saha çalışmasında numune alma noktalarının yakınlarında bol miktarda çöp gözlemlenmiştir. Bunların sel veya su taşkınları ile bu bölgeye taşınmış olabileceği düşünülmektedir. Geniş bir dere yatağına sahip olup dip yapısı çakıllı, kumlu ve çamurludur.



Şekil 3.10 Geme Deresi A8 Örnekleme alanı

Akarsu yatağında, dört dönemde de sürekli akış gözlenmiştir. Örnekleme noktası yerleşim yerine yakın olup çevresinde yüksek oranda zirai faaliyet yapılmaktadır. Akarsu yatağı üzerinde yaya geçişine imkân sağlayan köprü mevcuttur. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, genellikle bulanık olup, kısmen gri ve siyah tonlarındadır. Akarsu yatağı doğal, su berrak ancak zemin yapısı dip taşlı, çakıllı ve kumludur. Debi ve akıntı hızı yüksektir. Oldukça geniş olan akarsu yatağının her iki yakası da sucul vejetasyonca zengindir. Dip yapısı taşlı, çakıllı ve kumludur. Etrafında tarım arazileri mevcuttur.



Şekil 3.11 Madra Çayı A9 Örnekleme alanı

Akarsu yatağında, sadece ikinci ve üçüncü döneminde akış gözlenmiştir. Özellikle birinci ve dördüncü dönemde, akarsu yatağının kurduğu gözlenmiştir. Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup, akarsu yatağında akışı engelleyecek herhangi bir durum gözlenmemiştir. Akarsu yatağı çevresinde tarımsal faaliyet gözlenmemiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, bulanık olup, kısmen gri ve kahverengi tonlarındadır.



Şekil 3.12 Bakır Çayı A10 Örnekleme alanı

Akarsu yatağında, birinci dönem hariç, diğer üç dönemde sürekli akış gözlenmiştir. Dönemde yatağın kuru olmasından dolayı örnekleme yapılamamış olup 2. dönemde numune alma yeri değiştirilmiştir. Sadece üçüncü dönem kokuya sahip olan akarsuyun rengi genellikle koyu, bulanık olup, kısmen yeşil, siyah ve kahverengi tonlarındadır. Akarsu içinde ve çevresinde çöp mevcudiyeti gözlenmemiştir. Akarsu yatağında suyun aktığı kısımda dip yapısı çamur ve balçıkla kaplıdır. İstasyon oldukça kirli ve organik yükü fazladır.



Şekil 3.13 Menderes Çayı A11 Örnekleme alanı

Akarsu yatağında, dört dönemde de sürekli akış gözlenmiştir. Örnekleme noktası bir vadi içerisinde bulunmakta olup, çevresi ağaçlar ve bitkiler ile kaplıdır. Saha çalışmaları sırasında akarsuyun berrak ve temiz görünümlü olmuştur. Akarsu yatağı dar bir vadi yapısındadır. Akarsu yatağı çevresinde tarımsal faaliyet gözlenmemiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi açık, genellikle berrak, yeşil ve mavi tonlarındadır. Dip yapısı kayalık, taşlı, çakıllı ve kumlu yapıya sahip olup soğuk, temiz ve berrak sular bulunmaktadır.



Şekil 3.14 Şahin Deresi A12 Örnekleme alanı

Geniş bir dere yatağına sahip olan akarsu düşük debiye sahiptir ve dört dönemde de akış gözlenmiştir. Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup, akarsu yatağında akışı engelleyecek herhangi bir durum gözlenmemiştir. Ancak akarsu yatağı yakınında mesire alanı bulunmaktadır. Akarsu yatağı çevresinde tarımsal faaliyet ve yerleşim birimi gözlenmemiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, berrak olup, mavi ve yeşil tonlarındadır. Akarsu geniş bir yatağa sahip olup yatak ıslah edilmiştir. Debi düşük olup berrak sulara sahip olmuştur. Dip yapısı çakıllı ve kumludur. 2. dönemde su miktarında 1. döneme göre çok az bir artış olduğu görülmüştür. 3. döneminde ise debinin çok yüksek bir seviyeye ulaştığı görülmüştür. Debi mevsimsel yağışlara bağlı olarak yükselmiştir.



Şekil 3.15 Geyikli Deresi KUZ2 Örnekleme alanı

Referans adayı bir nokta olarak üçüncü dönem eklenen bir istasyondur. İnsan yerleşimlerinden ve tarımsal alanlarda uzak ve ormanlık bir bölgede bulunan akarsuda, derin bir vadi içerisinde akan soğuk ve berrak sular bulunmuştur. Akarsu yatağı çevresinde tarımsal faaliyet ve yerleşim birimi gözlenmemiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, berrak ve renksiz tondadır. Akarsuyun yatak yapısı doğal olup dip yapısı taşlık, çakıllı ve kumludur. Akarsu içinde ve kıyasal kesimde sucül vejetasyon bulunmamakta olup kıyasal kesimdeki orman ağaçları gölgelenme yaratmaktadır.



Şekil 3.16 Savaştepe Deresi KUZ3 Örnekleme alanı

Referans adayı bir nokta olarak üçüncü dönem eklenen bir istasyondur. Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup, akarsu yatağında akışı engelleyecek herhangi bir durum gözlenmemiştir. Ancak akarsu yatağı yakınında mesire alanı bulunmaktadır. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, berrak ve saman rengi tonlarındadır.



Şekil 3.17 Çatak Deresi KUZA Örnekleme alanı

Üçüncü örnekleme döneminde eklenmiş bir noktadır. Akarsu yatağı çevresinde tarımsal faaliyet ve yerleşim birimi gözlenmemiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, berrak olup, renksiz olarak değerlendirilmiştir. Ormanlık ve dağlık bölgeden akıp gelen akarsu geniş bir yatağa sahip olup dip yapısı taşlık, çakıllı ve kumludur. Yağışlı dönemlerde debinin yüksek seviyelere çıkması nedeniyle akarsuyun kıyısal kesiminde sucul vejetasyonun gelişmediği görülmüştür.



Şekil 3.18 Kar Deresi KUZ12 Örnekleme alanı

Üçüncü örnekleme döneminde eklenmiş bir noktadır. Bu yüzden ilk iki örnekleme döneminde numune alınmamıştır. Akarsu atağı ve çevresi tamamen doğaldır. Kıyıda daha yoğun olmak üzere kıyı ve akarsu içerisinde makrofit mevcuttur. Dip yapısı çamur ve taşlardan oluşmaktadır. Akarsuyun rengi berrak olup herhangi bir koku hissedilmemiştir.



Şekil 3.19 Kemer Deresi KUZ13 Örnekleme alanı

Üçüncü örnekleme döneminde eklenmiş bir noktadır. Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup, akarsu yatağında akışı engelleyecek herhangi bir durum gözlenmemiştir. Akarsu, vadi yapısında olup ormanlık alan içerisinde baraja dökülmektedir. Akarsu yatağı çevresinde tarımsal faaliyet ve yerleşim birimi gözlenmemiştir. Herhangi bir kokuya sahip olmayan akarsuyun rengi genellikle açık, berrak olup, renksiz olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.20 Hasan Boğuldu Deresi R1 Örnekleme alanı

Üçüncü örnekleme döneminde eklenmiş bir noktadır. Bu yüzden ilk iki örnekleme döneminde numune alınmamıştır. Akarsu yatağı ve çevresi tamamen doğal olup akarsu içerisinde akışı ve sediment taşınımını engelleyecek kayalardan oluşan doğal bariyer bulunmaktadır. Suyun rengi berraktır ve koku hissedilmemiştir. Dip yapısı çoğunlukla taşlardan oluşmaktadır.

3.2 Fitobentoz Örneklemesi

Kuzey Ege Havzası'nda belirlenen istasyonlarda örnekleme çalışmaları yaz-sonbahar 2014 ile ilkbahar-yaz 2015 örnekleme dönemleri arasında yapılmıştır. İstasyonların bentik bölgelerinden alınan ve istasyonunu temsil edecek şekilde akarsuyun çalkantılı aktığı bölgelerde yaklaşık 10-30 cm² ebatlarında en az 5 taş rastgele seçilmiştir. Taşların üzerindeki çamur ve kum gibi tüm maddeleri uzaklaştırmak için akarsuyun içinde çalkalanmıştır. Daha sonra taş örnekleri diş fırçası ile fırçalanarak taş üzerindeki diyatome numunelerinin suya geçmesi sağlanmıştır. Ardından distile su yardımıyla fırçalanan taşların üzerindeki epilitik örnekler yeterli yoğunluğa ulaştıktan sonra 100 ml'lik örnekleme kaplarına alınmıştır. Epilitik ekosistemin olmadığı örnekleme alanlarında da benzer şekilde epifitik diyatome örnekleme yapılmıştır.

Alınan numuneler özel tıpalı saklama kaplarına konulmuştur. Toplanan numunelerin bozulmasını, tahrip olmasını önlemek için önceden hazırlanan lügol-gilserol çözeltisi eklenerek numunelerin fiksasyonu sağlanmıştır (Çelekli, 2006). 18 istasyonda gerçekleştirilen bentik diyatomelere ait numune alma işlemleri standart örnekleme yöntemlerine göre toplanmıştır (CEN, 2003, 2004, 2014; TS EN 15708, TS EN 14407; TS EN 13946). Daha sonra +4 °C de sabitlenen ve buzluk (TERMOS) adı verilen daha büyük kaplar içerisinde muhafaza edilerek Gaziantep Üniversitesi Hidrobiyoloji laboratuvarına getirilmiştir.

3.3 Fizikokimyasal Değişkenlerin Anlık Olarak Ölçülmesi

Yapılan örnekleme esnasında anlık olarak suyun fiziko-kimyasal değişkenlerden su sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen miktarı (mg/l), oksijen doygunluk miktarı (%), kondüktivite (µS/cm), oksijen-redoks potansiyeli (mV), pH, toplam çözünmüş katı madde miktarı (TÇK (TDS), mg/l) ve tuzluluk miktarı (ppt) ölçülmüştür. Bu ölçümler YSI Professional Plus marka cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, örnekleminin yapıldığı istasyonların çevresel durumu, yerleşim yeri bilgisi, suyun fiziksel durumu ve suyun rengi gibi değişkenler not edilmiştir. Yükseklik, enlem ve boylam gibi coğrafik ölçümler ise global pozisyon belirleme sistemi (GPS) ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

3.4 Kimyasal Analizler

Kuzey Ege Havzası istasyonlarından kimyasal analizler için alınan numuneler +4 °C'de bozulmalarını önlemek için saklama termoslarında saklanmıştır. Alınan bu numuneler kimyasal analizleri yapılmak üzere akredite olan DOKAY-ÇED laboratuvarına transfer edilmiştir.

Suyun kimyasal analizlerinde toplam azot (TN), amonyum nitrojen (N-NH₄), nitrit (N-NO₂), nitrat (N-NO₃) kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), toplam fosfor (TP), toplam organik karbon (TOC) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ölçülmüştür. Tüm bu analiz standart metodlara göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 2012).

3.5 Diyatome Preparasyonu ve Teşhisleri

Gaziantep Üniversitesi Hidrobiyoloji laboratuvarına getirilen diyatome örneklerinden daimi preparat hazırlanmıştır. Daimi preparatlar örnekleme istasyondan alınan epilitik örnekler kullanarak standart yöntemlere göre yapılmıştır (CEN, 2014).

Daimi preparatlar hazırlandıktan sonra diyatome türlerinin teşhisleri yapılmıştır. Teşhisler için CellSens A 1.6 yazılımıyla beraber DIC ataşmanlı Olympus BX53 ışık mikroskobu kullanılmıştır. 1000X büyütme altında diyatome türlerinin kabuk sayısı en az 400 olacak şekilde sayımları yapılmıştır. Çalışma süresince diyatome türlerinin fotoğrafları Olympus DP73 dijital kamera ve görüntüleme sistemi kullanılmıştır. Daha sonra diyatome türlerinin bolluk durumu ve numunede göreceli yüzdesi hesaplanmıştır.

Diyatome türlerinin teşhis edilmesi için Krammer, (2000), Krammer, (2002), Lange-Bertalot, (2001); Krammer and Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a; 1991b), Round vd; (1990) kaynaklarından yararlanılmıştır. Taksonomik durumlar için algaebase veri tabanında yararlanılmıştır (Algaebase, 2018).

Elde edilen verilerle diyatomelerin bulunduğu suların kalitesine ilişkin yorumlanması ve suyun kalitesine ilişkin istatistiksel analizler yapılmıştır.

3.6 İstatistiksel Analizler

Sucul ekosistemlerde yaşayan canlıların o ekosistemlerdeki dağılımlarını ve çevresel koşullarla olan ilişkisini ortaya koymak için çeşitli istatistik programlardan yararlanılmıştır. Sucul ekosistemlerde diyatome türleri ile fiziko-kimyasal

değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondence Analysis (CCA) kullanılmıştır (ter Braak and Smilauer, 1998; Leps and Smilauer, 2003). Parsiyel CCA analizi kullanılarak türlerin dağılımında hangi fiziko-kimyasal faktör/faktörlerin önemli rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır. İstatistiksel analizler için CANOCO paket programı kullanılmıştır.

Çalışmalar boyunca diyatome türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri ağırlıklı ortalama (Weighted Averaging) regresyon ile belirlenmiştir (Hall ve Smol, 1992; Juggins ve ter Braak, 1992). Bunun için KALİBRASYON yöntemi kullanılmıştır. Fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişki Spearman korelasyon testi ile değerlendirilmiştir. Çalışma süresince, fizikokimyasal değişkenler miktarları arasındaki farklılıklar olup olmadığını belirlemek için Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. İstatistiksel analizler için SPSS v.17 Windows paket programı kullanılmıştır. Çalışmada yer alan bazı şekiller SigmaPlot v.11 (Systat Software, Inc. California, USA) bilgisayar programı kullanılmıştır.

Akarsuların ekolojik kalite durumlarının belirlemek için ülkemiz için oluşturulan yeni bir diyatome indeksi olan Trofik İndeks Türkiye (TIT) (Çelekli vd., 2018) ve Trofien index (TI) (Rott vd., 1999) kullanılmıştır. TIT eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$TIT = \frac{\sum_{i=1}^n b_i * e_i * c_i}{\sum_{i=1}^n e_i * c_i}$$

b_i ; türünün besin tuzuna (TP) duyarlılık düzeyi (0,3-5)

e_i ; türün indikatör düzeyi (0-5)

c_i ; diyatome türünün örneklemedeki oranı veya yüzde baskınlık düzeyidir.

Ülkemiz için oluşturulan TIT indeksi kullanarak ekolojik kalite oranı (EKO) hesaplanmıştır. Ekolojik kalite oranı hesaplanırken aşağıda verilen formül kullanılmıştır.

$$EKO = \frac{(4 - TIT_{hes})}{(4 - TIT_{ref})}$$

TIT_{hes}: Hesaplanan TIT değeri

TIT_{ref}:: Referans TIT değeri

EKO değerleri 0-1 arasında hesaplanması sonucunda örnekleme alanının durumu; ÇOK İYİ, İYİ, ORTA, ZAYIF ve KÖTÜ şeklinde sınıflandırılmış ve kalite sınıfları renklendirilmiştir (Tablo 3.2). EKO değeri birden daha büyük çıkması durumunda normalizasyon analizi yapılmalıdır.

Trofien İndex (TI) eşitliği aşağıda verilmiştir (Rott vd., 1999).

$$TI = \frac{\sum_{i=1}^n TW_i \times G_i \times H_i}{\sum_{i=1}^n G_i \times H_i}$$

TW_i; i taksonun trofik ağırlığıdır.

G_i; i taksonun indikatör değeridir.

H_i; i türünün bulunduğu örnekteki bolluğudur.

Tablo 3.2 Trofien indeks sınıflandırma aralıkları

Ekolojik Durum Sınıflandırması	TI
Çok iyi (Çİ)	<1,4
İyi (İ)	1,4-<2,0
Orta (O)	2,0-<2,7
Zayıf (Z)	2,7-3,3
Kötü (K)	>3,3

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kuzey Ege Havzası Fizikokimyasal Durumu

Kuzey Ege Havzası'ndaki 18 akarsu örnekleme alanından yaz-sonbahar 2014 yılı ile ilkbahar-yaz 2015 dönemlerinde alından su örneklerinde ölçülen fiziko-kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir. Çalışmada çevresel değişkenler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1 Kuzey Ege Havzası istasyonlarından dört dönem boyunca toplanan verilerle elde edilen fizikokimyasal değerleri

	Birim	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
pH		8,1±0,14	8,5±0,24	8,03±0,25	8,3±0,26	8,2±0,5	8,8±0,20	8,3±0,17	8,7±0,45	8,3±0,59
Sıcaklık	°C	19,5±5,32	20,7±3,82	21,6±4	14,8±3,90	18,4±7,42	19,6±7,37	25,9±0,07	16,8±5,64	13,7±0,21
EC	µS/cm	585,5±226,18	692±219,5	674±140	451,7±143,2	297,8±233	336,8±119,4	558,5±55,86	392±83,6	199,7±31,1
ÇO	mg/l	7,6±0,6	8,7±0,2	4,5±0,4	10,0±0,8	9,5±1,5	10,4±1,4	6,7±0,8	10,9±1,3	9,2±0,1
AKM	mg/l	69,2±119,2	4,1±2,05	28,4±14,9	2,7±1,4	2,6±0,84	6,9±6,34	5,6±5,1	2,5±1,0	20,8±26,5
BOİ ₅	mg/l	23,9±20	17,8±13,74	16,6±8,8	11,2±3,87	8,3±4,94	6,2±6,66	7,5±6,36	10,0±9,05	10,0±4,24
KOİ	mg/l	85,2±63,8	72,7±50,0	69,1±31,8	48,7±20,2	48,7	28,7±18,7	34,1±20,5	42,4±25,9	40,6±17,6
TOC	mg/l	31,4±43,6	30,4±40,4	39,6±52,1	16,9±16,6	8,9±10,7	8,6±9,8	23,8±28,6	17,8±30,1	11,3±9,2
TN	mg/l	2,3±1,53	2,3±0,88	3,2±2,44	0,9±0,36	0,9±0,09	0,8±0,34	1±0,37	1±0,94	0,7±0,51
NH ₄	mg/l	120±0,04	100±0	100±0	116±0,23	115±0,21	170±0,05	115±0,02	117±0,03	100±0
NO ₂	mg/l	60±0,97	70±0,45	20±0,02	50±0,79	4,2±0,007	40±0,04	30±0,02	10±0,022	20±0,007
NO ₃	mg/l	1372,5±1	1360±0,65	1743±1,60	325±0,18	165±0,09	310±0,38	420±0,02	323±0,26	285±0,23
TKN	mg/l	786±0,36	700±0,4	1700±1,60	500±0,36	600±0,049	400±0,32	500±0,32	600±0,73	400±0,24
TP	mg/l	0,24±0,15	0,43±0,4	0,72±0,15	0,19±0,19	0,07±0,03	0,11±0,16	0,23±0,13	0,12±0,08	0,41±0,43
PO ₄	mg/l	1,3±0,1	2,7±0,2	3,4±0,2	11,2±0,1	4,1±0,02	6±0,05	13,2±0,10	7,6±0,049	17,3±0,17
Tuzluluk	ppt	0,30±0,10	0,35±0,98	0,39±0,12	0,23±0,05	0,15±0,09	0,18±0,07	0,27±0,028	0,21±0,05	0,12±0,021

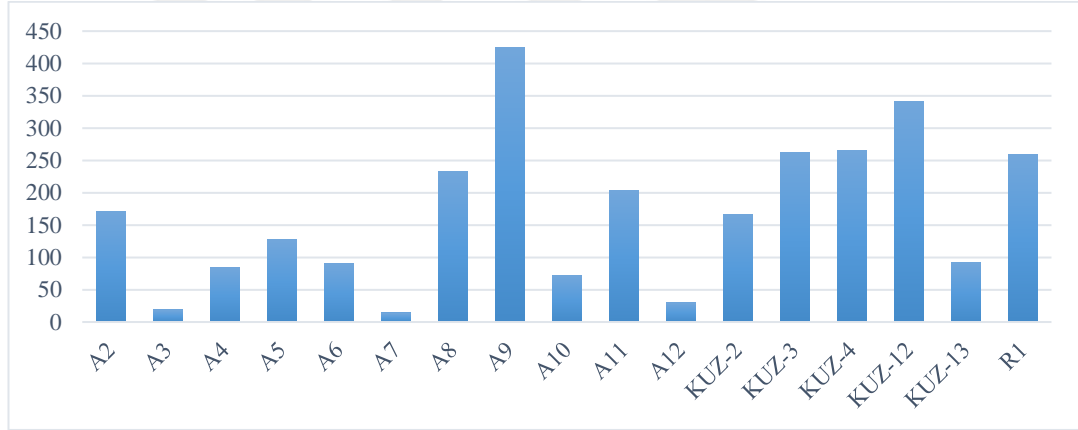
Tablo 4.1 Devamı

	Birim	A10	A11	A12	KUZ-2	KUZ-3	KUZ-4	KUZ-12	KUZ-13	R1
pH		8,2±0,14	8,5±0,31	8,4±0,12	8,6±0,56	8,16±0,59	8,4±0,14	8,2±0,12	8,38	8,4±0,07
Sıcaklık	°C	21,5±4,26	20,7±8,63	17,2±10,6	18,3±1,27	16,05±6,43	20,2±7,84	17,5±10,67	18,2±10	14,9±3,25
EC	µS/cm	864,5±136	378,3±202	317,8±112,4	463±32,7	507,5±95,4	387,5±92,6	504,5±112	506±101	189±66
ÇO	mg/l	4,3±1,62	9,8±1	9,4±2,42	9,45±0,63	8,1±3,99	8,3±2,06	8,4±2,42	8,27±3,28	9,75±1,18
AKM	mg/l	9,4±9,75	4,5±5	2±0,14	3,2±0,28	1,9±0,07	2,95±1,48	1,9±0,14	1,9	1,85±0,07
BOİ ₅	mg/l	15,3±6,65	5,8±6,6	7,9±11,3	2,3±0,21	28,9±12,72	12,8±14,8	10,5±11,3	13,1±14,84	8,15±8,48
KOİ	mg/l	60,9±27,6	29,5±21	38,7±38,1	18,4±1,27	121,9±45,9	62,2±61,5	46,2±38,18	44,1±35,3	37,45±27,5
TOC	mg/l	41,7±41	16,9±28,4	13,1±48,1	1±0,07	89,4±4,03	50,4±69,8	35,1±48,1	33,1±45,3	10,5±13,4
TN	mg/l	4,4±2,23	0,4±0,37	0,4±1,35	0,3±0,07	1,1±1,15	0,3±0,33	1±1,35	1±0,80	0,5±0,45
NH ₄	mg/l	521±0,40	100±0	105±0,0	0,08	0,08	0,08	75±0,007	113±0,049	130±0,049
NO ₂	mg/l	1210±1,32	1±0,004	11±0,004	0,00143	1±0,004	4,4±0,0071	4,7±0,004	10±0,014	10±0,004
NO ₃	mg/l	2175±1,17	157±0,09	96±0,43	150±0,07	531±0,41	127±0,09	323±0,43	430±0,45	194±0,16
TKN	mg/l	1600±1,48	300±0,27	300±0,82	150±0,07	400±0,41	300±0,20	700±0,82	500±0,43	400±0,43
TP	mg/l	0,81±0,60	0,13±0,09	0,10±0,02	0,04±0,11	0,06±0,04	0,10±0,09	0,02±0,02	0,21±0,22	0,11±0,12
PO ₄	mg/l	5,87±0,43	7,6±0,63	0,046	0,029	53,5±049	5,3±0,021	0,009	2,5±0,014	2,8±0,014
Tuzluluk	ppt	0,46±0,43	0,19±0,083	0,16±0,007	0,26±0,07	0,28±0,01	0,20±0,021	0,28±0,007	0,28±0,007	0,10±0,014

Kond. (Kondüktivite), ÇO (Çözülmüş Oksijen), BOİ₅ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), TOC (Toplam Organik Karbon), TN (Toplam Azot), NH₄ (Amonyum), NO₂ (Nitrit), NO₃ (Nitrat), TP (Toplam Fosfor), PO₄ (Fosfat),

Rakım (m);

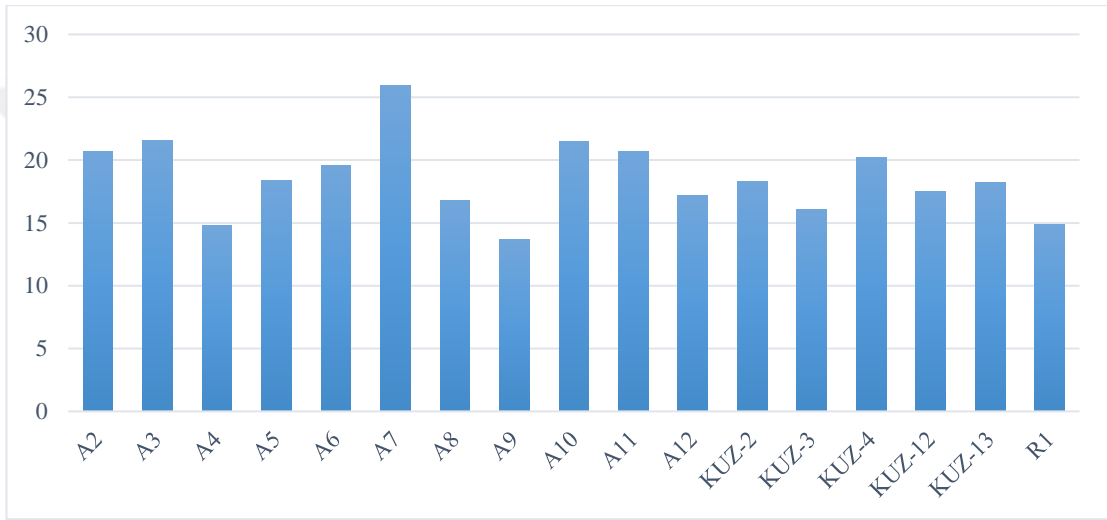
Örnekleme alanının deniz seviyesinden itibaren olan yüksekliği göstermektedir. Rakım birçok fizikokimyasal parametre ile doğrudan ilişkilidir (Horne ve Goldman, 1994; Toudjani vd., 2017). Rakım sıcaklık, oksijen ve atmosfer basıncı gibi birçok çevresel değişken ile yakından ilişkilidir. Örneğin, rakım arttıkça yoğunluk azalacağından sıcaklıkta her 150 metrede bir sıcaklık 1 derece azalmaktadır. Örnekleme alanlarının rakım düzeyleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Kuzey Ege Havzası’nda Madra Çayı (A9) 424 m ile en yüksek rakım değerine sahip iken A7 istasyonu 19 m ile en düşük rakıma sahip olmuştur. İstasyonlar arası rakım değerlerindeki bu farklar diğer fiziko kimyasal parametreleri de etkilemektedir. En düşük rakımdaki A7 istasyonunda en yüksek su sıcaklığı ölçülmüştür. Diğer taraftan A9 istasyonunun en düşük sıcaklık ortalamasına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Rakım ile su sıcaklığı arasında negatif ilişki bulunmuştur (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Toudjani vd., 2017).



Şekil 4.1 İstasyonların Ortalama Rakım Değerler

Sıcaklık (°C) ;

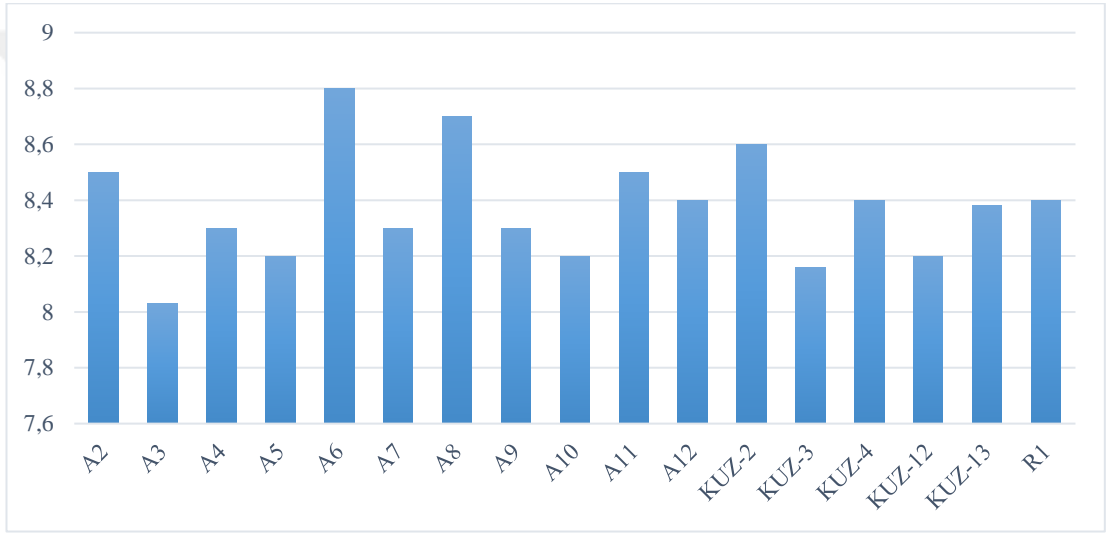
Sucul organizmaların büyüme ve solunum hızları sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Sıcaklık sadece biyotayı etkilemekle kalmaz ekosistemin çevresel değişkenlerini de etkilemektedir. Ekosistemlerde gaz ve mineral çözünürlüğü, suyun biyolojik yapısı ve kalitesi de sıcaklık değişimlerinden etkilenmektedir (Webb ve Walling, 1993). Çalışılan 18 istasyona bakıldığında en yüksek sıcaklık ortalaması 25,9 °C ile A7 istasyonunda ve en düşük sıcaklık değerinin ise 13,7 °C ile A9 istasyonunda ölçülmüştür. Mevsimsel değişimlere bağlı olarak yaz döneminde yapılan ölçümlerde su sıcaklığı normale göre yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.2 Kuzey Ege Havzası örnekleme alanlarının ortalama sıcaklık değerleri

pH ;

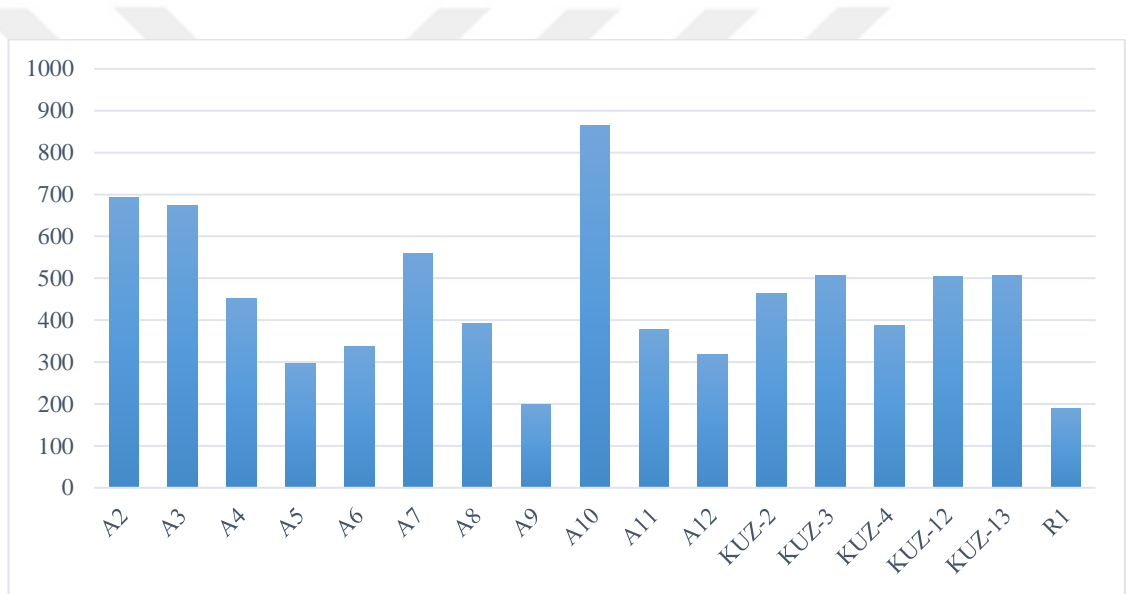
Suların hacimsel değişimi, akarsuya etki eden faktörler ve bu faktörlerin su içerisinde bulunma süreleri pH değişimlerine neden olmaktadır (Wetzel, 2001). Doğal suların pH'sı genellikle pH 6 ile pH 9 arasında değişmektedir. Kuzey Ege bölgesi istasyonlarının pH ölçümleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Örnekleme istasyonlarının suları pH 8,03 ile pH 8,7 arasında olup, hafif alkali özellikte olmuştur (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994; Reynolds, 2006). A6 istasyonu pH 8,8 ile en yüksek pH değerine ve A3 istasyonu ise pH 8,03 ile en düşük pH değerine sahip olmuştur. Antalya'da bulunan Köprüçay Nehri'nin suları da hafif alkali yapıdadır. pH değerleri ortalaması pH 7,89 ile pH 8,41 arasında değişmiştir (Çiçek ve Ertan, 2015).



Şekil4.3 İstasyonların Ortalama pH Değerleri düzenle

Elektriksel İletkenlik (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$);

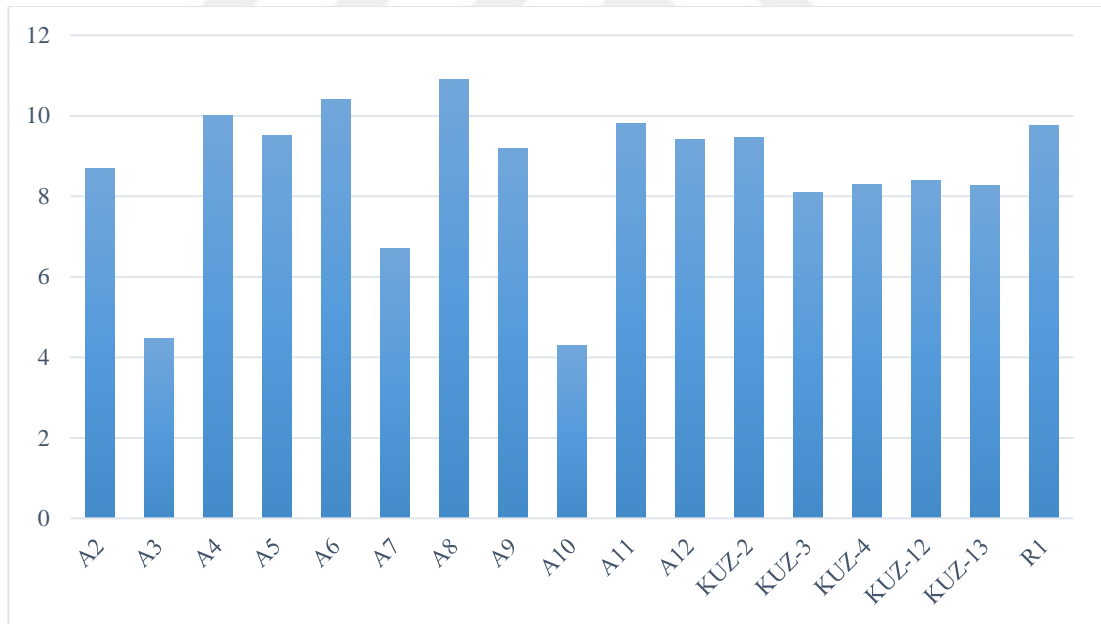
Elektriksel iletkenlik (EC) sucul ekosistemdeki yüklü iyonları gösteren bir çevresel değişkendir. Elektriksel iletkenlik değeri suyun sıcaklığı ve suda var olan çözülmüş madde miktarıyla ilişkilidir (Franson, 1985). Kuzey Ege Havzası çalışma istasyonlarındaki EC düzeyi 189 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 864,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmiştir. EC en yüksek değeri 864,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile A10 istasyonunda, en küçük değeri ise 189 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile R1 istasyonunda ölçülmüştür. Referans alanlardan birtanesi olan R1 istasyonunda ölçülen besin tuzlarının diğer istasyonlara nazaran daha düşük olması, istasyon etrafında akarsuya etki edecek herhangi bir faktörün olmaması, elektriksel iletkenliğin düşmesinde rol oynamıştır.



Şekil4.4 İstasyonların Ortalama Kondüktivite Değerleri düzenle

Çözünmüş Oksijen (mg/L);

Suda çözünmüş halde bulunan oksijen miktarı sucul ekosistemlerde yaşayan canlılar için olduğu kadar diyatomeler için de önemli bir fiziksel parametrelerden birisidir. Çözünmüş oksijen miktarını etkileyen ana faktörler su sıcaklığı ve atmosfer basıncıdır (Wetzel, 1983). Çözünmüş oksijen ve sıcaklık arasında ters bir ilişki bulunmaktadır (Singh vd., 2008; Ünlü vd., 2008; Zhou vd., 2012). Çalışma süresince en yüksek çözünmüş oksijen değeri 10,9 mg/l ile A8 istasyonunda görülmüştür. Çözünmüş oksijen miktarının en düşük değer olan 4,3 mg/l olarak ölçüldüğü istasyon ise A10 istasyonudur. Bu çalışmaya benzer olarak İstanbul'da bulunan iki su kaynağı (Neşe ve Topuzlu su kaynağı) üzerinde yapılan çalışmalarda en yüksek çözünmüş oksijen miktarı 10,4 mg/L olarak bulunmuştur (Morkoyunlu, 2016). Sucul ekosistem canlıları için hayati önem arzeden çözünmüş oksijenin kirlenmemiş doğal sularda genellikle 10 mg/l civarında olduğu belirtilmiştir. Bu konstanrasyonun 5 mg/l altına düştüğü durumlarda ise sucul ekosistemleri olumsuz anlamda etkilediği bildirilmiştir (Şişli, 1999)

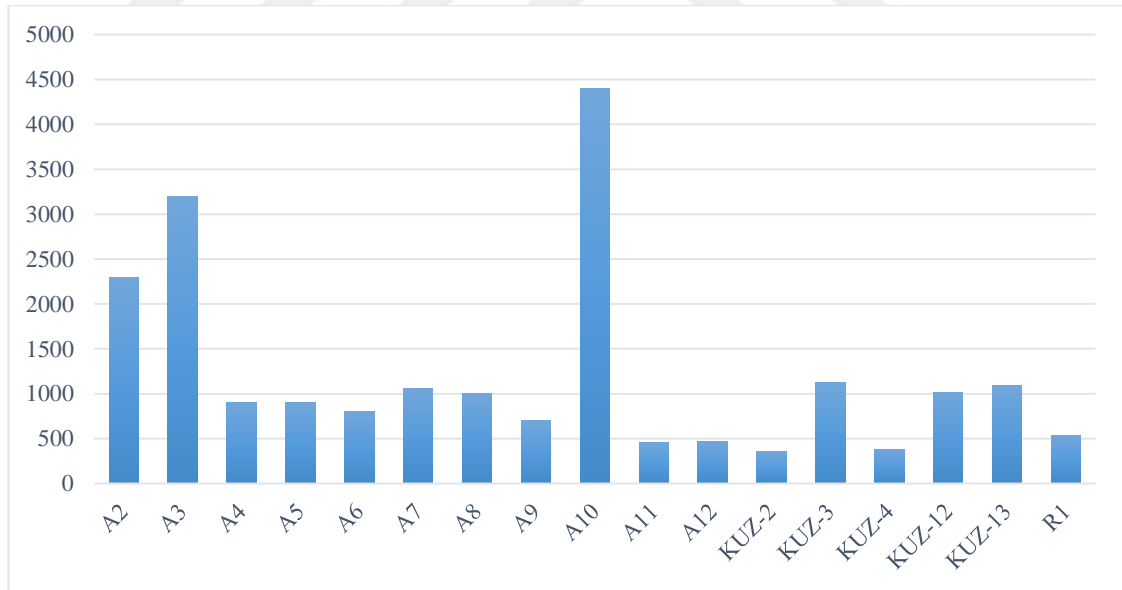


Şekil 4.5 İstasyonların Ortalama Çözünmüş Oksijen Değerleri

Toplam Azot (TN) ($\mu\text{g/l}$);

Sucul ekosistemlerdeki azot kaynağı atmosferiktir. Atmosferin %78'ini oluşturan azot, sucul ekosistemlerde bazı cyanobakteri türleri tarafından fikse edilerek ekosistem besin ağına dahil edilmektedir. Sulak alanlarda azot, karbondan sonra en çok bulunan bir moleküldür (Horne ve Goldman, 1994). Antropojenik faaliyetler sonucunda (evsel, atımsal ve endüstriyel atıkların alıcı sulara deşarj edilmesi) azot tuzlarının miktarları önemli oranda artmaktadır (Schlesinger, 1997; Wetzel, 2001).

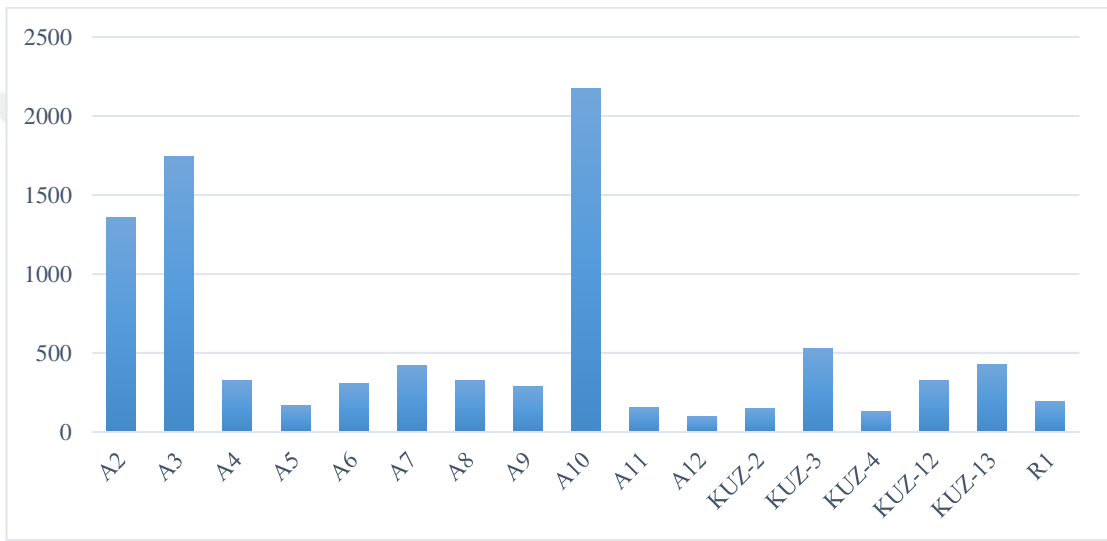
Mevsimsel yağışların etkisiyle azot sucul ekosistemlere dahil olmaktadır. Özellikle yağışlı bölgeler de bitki örtüsü ve topraktan süzülen azot nitrat azotu olarak akarsulara ulaşmaktadır (Giller ve Malmqvist, 1998). Örnekleme yapılan 18 istasyondan TN miktarı 4400 $\mu\text{g/l}$ en yüksek değeri ile A10 kodlu istasyonda ölçülmüştür. Kuz2, R1 gibi potansiyel referans alanlarda azot düzeyi diğer istasyonlara göre daha düşük çıkmıştır. Referans noktalarının etrafında tarım alanı, yerleşim yeri ve endüstriyel alanların olmayışı bu sonuçta etkili olmuştur. Diğer taraftan A10 istasyonunun etrafında ki evsel atıklar ve tarımsal faaliyetler TN düzeyindeki artışta önemli rol oynamıştır.



Şekil 4.6 İstasyonların Ortalama TN Değeri

Nitrat (NO₃) (µg/l);

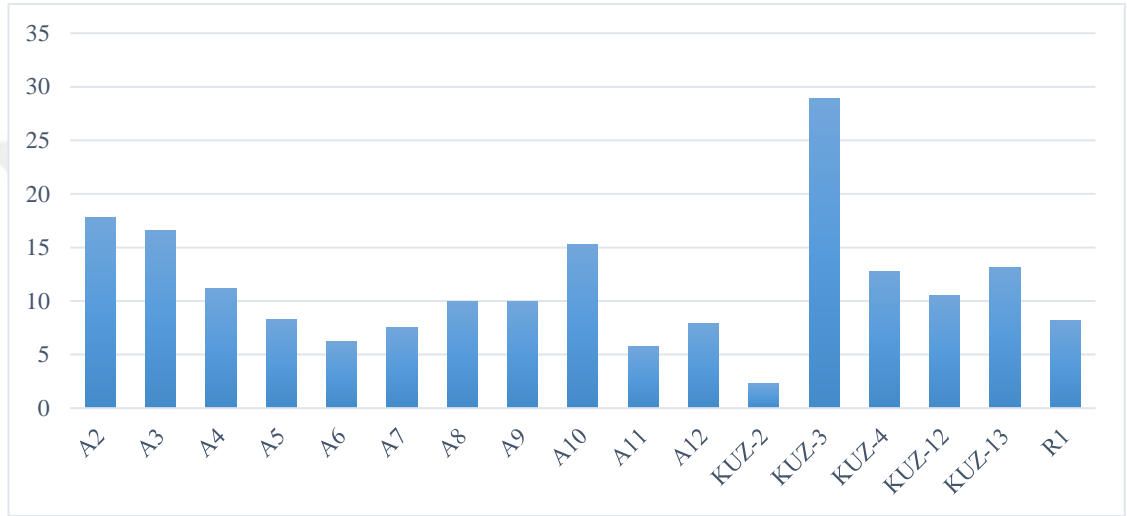
Katı atık depolama tesisleri, tarımsal alanlarda yoğun gübre kullanımı, evsel ve endüstriyel atık sular, bitkisel ve hayvansal atıkların parçalanması sonucu yeraltı ve yerüstü sularında nitrat kirliliği meydana getirmektedir. İçme sularında nitrat miktarı arttığı zaman insanlar için toksik etki göstermektedir (Keskin, 2009). Kuzey Ege Havzası A10 kodlu istasyonunun yüksek nitrat konstantrasyonuna (2175 µg/l) sahip olduğu görülmüştür. KUZ-4 kodlu istasyonunun nitrat değerleri ise en düşük (127 µg/l) seviyededir.



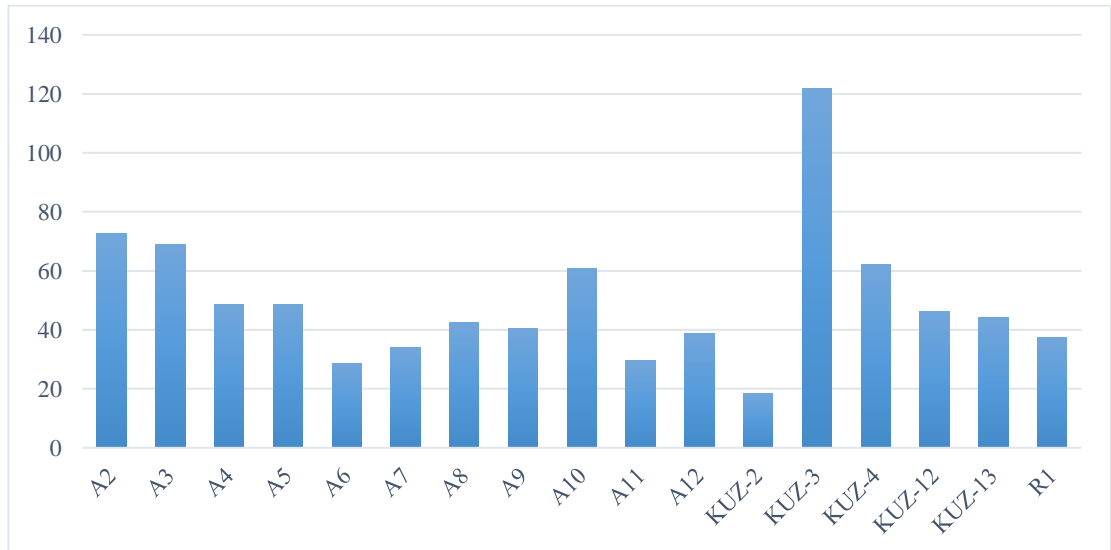
Şekil 4.7 İstasyonların Ortalama NO₃ Değeri

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) (mg/L);

Sucul ekosistemlerdeki organik maddelerin çözünmeleri ve oksidasyonları sırasında ekosistemdeki canlılar tarafından kullanılan çözünmüş oksijen miktarını temsil eden bir değişkendir. Ekosistemdeki organik madde miktarı arttıkça çözünmüş oksijen miktarı aynı oranda tüketimi artacağından BOİ₅ miktarı da artmaktadır. Bu yüzden BOİ düzeyi suların kirlilik düzeyini gösteren önemli bir ekolojik değişkendir (İşbir ve Acma, 2005). Kuzey Ege Bölgesinde en düşük BOİ değeri (2,3 mg/L) KUZ-2 kodlu istasyonda ölçülmüştür.



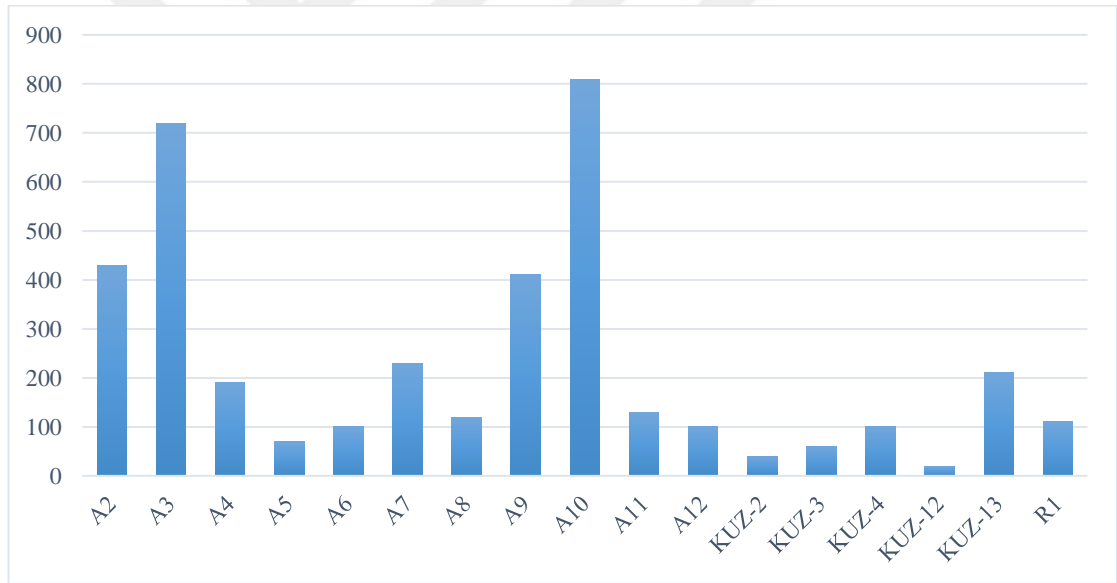
Şekil 4.8 İstasyonların Ortalama BOİ₅ Değerleri



Şekil 4.9 İstasyonların Ortalama KOİ Değerleri

Toplam Fosfor (TP) ($\mu\text{g/l}$) ve Orto Fosfat (PO_4) ($\mu\text{g/l}$);

Sucul ekosistemlerde ötröfikasyona neden olan esas besin tuzu fosfor gösterilmektedir (Hutchinson, 1967; Horne ve Goldman, 1994). Sulak alanlara özellikle antropojenik etkiler sonucunda fosfor girdisi artmaktadır. Bunun sonucunda primer üretici olan algerde özellikle cyanobakteri biyokütlesinde önemli bir artış olmaktadır. Daha sonra çevresel sorunları ortaya çıkaracak olan ötröfikasyon meydana gelmektedir. Kuzey Ege Havzası en yüksek TP değeri (810 $\mu\text{g/l}$) A10 kodlu istasyonda ölçülmüştür. A10 istasyonun kirlilik ve ötröfikasyon sebebi olan bütün değerleri yüksek oranda tespit edilmiştir. A10 istasyonuna doğal ve antropojenik kaynaklı birçok girdinin olduğu tahmin edilmektedir. En düşük fosfor değeri (40 $\mu\text{g/l}$) ise KUZ-2 istasyonunda tespit edilmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak daha önce Kestel Deresi (Burdur) üzerinde yapılan çalışmada en yüksek TP düzeyi 980 $\mu\text{g/l}$ olarak bulunmuştur (Bulut vd., 2012).



Şekil 4.10 İstasyonların Ortalama TP Değerleri

Kuzey Ege Havzası 18 akarsu istasyonunun fiziko-kimyasal değişkenleri arasındaki ilişki Spearman kolerasyon testi ile belirlenmiş ve testin sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir. Elektriksel iletkenlik, sıcaklık ($r=0,538$ ve $p<0,01$) ile pozitif bir ilişki ve çözünmüş oksijen ($r=-0,697$ ve $p<0,01$) ile negatif ilişki göstermiştir. Çözünmüş oksijen ile sıcaklık negatif bir kolerasyon ($r=-0,535$ ve $p<0,01$) içerisinde. Elektriksel iletkenlik ile BOI_5 ($r=0,285$ ve $p<0,05$) ve TN ($r=0,361$ ve $p<0,01$) arasında pozitif kolerasyon bulunmuştur. Sucul ekosistemdeki organik madde miktarı ve besin tuzlarının artması elektriksel iletkenliği artıracak şekilde etki yapmıştır. Elektriksel iletkenlik, besin tuzları ile pozitif ilişki içerisinde (Horne ve Goldman, 1994). Çevresel değişkenler arasında benzer ilişkiler Batı Akdeniz Havza akarsu ekosistemlerinde (Toudjani vd., 2017) ve Alleben Göleti’nde (Çelekli ve Öztürk, 2014) görülmüştür.

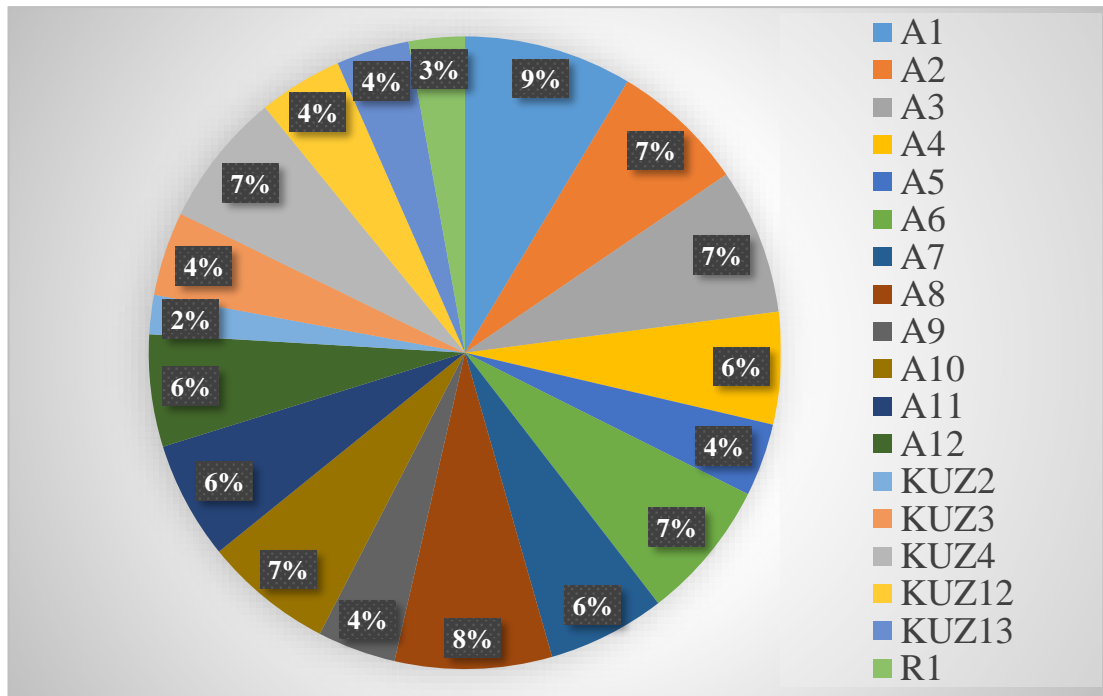
Tablo 4.2 Kuzey Ege Havzası fizikokimyasal değişkenler arasındaki spearman korelasyon testi (* p<0,05 ve ** p<0,01).

	Rakım	pH	Sıcaklık	Kond.	ÇO	TSS	BOİ ₅	KOİ	TOC	TN	NH ₄	NO ₂	NO ₃	TKN	TP	PO ₄	Tuzluluk
Rakım																	
pH	,062																
Sıcaklık	-,245	,029															
Kond.	-,230	-,272	,538**														
ÇO	,207	,416**	-,535**	-,697**													
TSS	-,327*	-,213	,143	,278*	-,311*												
BOİ ₅	-,033	-,347*	,211	,285*	-,336*	,177											
KOİ	-,011	-,320*	,261	,330*	-,359**	,173	,953**										
TOC	-,028	-,122	,233	,179	-,350*	,207	,778**	,712**									
TN	-,194	-,405**	-,268	,361**	-,163	,407**	,134	,089	,007								
NH ₄	,449**	,106	,060	-,006	-,063	,285*	-,105	-,082	-,047	,140							
NO ₂	-,222	-,035	-,170	,119	-,118	,262	,098	,023	,165	,491**	,312*						
NO ₃	-,124	-,361**	-,269	,430**	-,278*	,455**	,132	,124	,083	,869**	,141	,506**					
TKN	-,082	-,415**	-,272	,158	,003	,197	,090	,028	-,110	,810**	-,137	,263	,550**				
TP	-,265	,047	,230	,454**	-,471**	,232	,120	,123	,151	,325*	,317*	,420**	,346*	,163			
PO ₄	-,229	,043	,114	,461**	-,356*	,316*	,103	,140	,098	,447**	,196	,431**	,443**	,283*	,888**		
Tuzluluk	-,148	-,293*	,277*	,928**	-,546**	,257	,177	,209	,071	,541**	-,060	,172	,614**	,315*	,393**	,450**	

4.2 Kuzey Ege Havzası Fitobentoz Kompozisyonu

Kuzey Ege Havzası 18 istasyondan alınan numunelerde diyatome yoğunluğu ve kompozisyonu incelenmiş ve bu inceleme sonucunda 80 diyatome taksonu tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Tespit edilen bu türlerden göreceli bollukları %1'in altında olan diyatome türleri istatistiksel analizlerde değerlendirmeye alınmamıştır. Böylece istatistiksel analizler 59 diyatome türü değerlendirmelere alınarak gerçekleştirilmiştir. *Cocconeis placentula*, *Cymbella excisa*, *Diatoma vulgare*, *Didymosphenia geminata*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula oppugnata*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula oppugnata* ve *Ulnaria ulna* çalışma süresince yaygın görülmüştür. Kuzey Ege Havzası akarsularında yaygın görülen türlere benzer olarak Murat Çayı (Kütahya)'nda yapılan araştırmada *Nitzschia*, *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Diatoma* ve *Fragilaria* cinslerine ait türlerin toplamı Bacillariophyta'nın %52'sini oluşturmuştur (Tokatlı ve Dayıoğlu, 2011). Dipsiz ve Çine Çayları'nda yapılan araştırmada *Encyonema minutum*, *D. vulgare*, *C. placentula*, *U. ulna*'nın baskın taksonlar arasında yer aldığı belirtilmiştir (Mumcu vd., 2009).

Cymbella helvetica, *Diatoma ehrenbergii*, *Hannaea arcus*, *Navicula cari*, *Melosira lineata* ve *Placoneis clementis* gibi türler Kuzey Ege Havzası akarsularında nadir görülmüştür. İstasyonlarda bulunan tür çeşitliliği yüzdeleri ise Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11 İstasyonlarda Bulunan Tür Çeşitliliği Yüzdeleri

Tablo 4.3 Kuzey Ege Havzası akarsularında teşhis edilen diyatome tür listesi

Kod	Tür
Acch	<i>Achnanthes chlidanos</i> M.H.Hohn & Hellerman 1963
AceX	<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki 1994
Adbr	<i>Adlafia bryophila</i> (J.B.Petersen) Lange-Bertalot
Amli	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg 1841
Amov	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing 1844
Augr	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979
Brla	<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) R.K.Mahoney & Reimer 1986
Casi	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve 1894
Copl	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838
Cyam	<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli) Krammer 2003
Cycy	<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh 1830
Cydi	<i>Cymbellafalsa diluviana</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin & Nergui 2009
Cyel	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith 1851
Cyex	<i>Cymbella excisa</i> Kützing 1844
Cyhe	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing 1844
Cyir	<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph 1893
Cyla	<i>Cymbella laevis</i> Nägeli in Rabenhorst 1863
Cyme	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844
Cyra	<i>Cyclotella radiosia</i> (Grunow) Lemmermann 1900
Cytu	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck 1880
Deel	<i>Denticula elegans</i> Kützing 1844
Dieh	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing 1844
Diel	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve 1894
Dige	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt in A.Schmidt 1899
Dite	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh 1812
Divu	<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824
Enle	<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.Veiga Ludwign & M.Menezes
Enmi	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann
Enpa	<i>E. paucistriatum</i> (Cleve-Euler) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann 1990
Epar	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing 1844
Epsa	<i>Epithemia sorex</i> Kützing 1844
Eptu	<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Brun 1880
Frbi	<i>Fragilaria biceps</i> Ehrenberg 1843
Frca	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830
Goan	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1864
Gogr	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg 1838
Gomi	<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh 1831
Gool	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson 1838
Gopa	<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing 1849
Gops	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot 1979

Tablo 4.3 Devamı

Kod	Tür
Gotr	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg 1832
Gyac	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853
Gyat	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853
Haam	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow 1880
Haar	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick in R.M.Patrick & C.W.Reimer 1966
Have	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov 2009
Icbi	<i>Iconella biseriata</i> (Brébisson) Ruck & Nakov in Ruck vd.,2016
Libo	<i>Lindavia bodanica</i> (Eulenstein ex Grunow) T.Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson 2015
Meli	<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) C.Agardh 1824
Naca	<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain 1981
Nacar	<i>Navicula cari</i> Ehrenberg 1836:
Nacr	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985
Nacry	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844
Naex	<i>Navicula expecta</i> S.L.VanLandingham 1975
Nagr	<i>Navicula gregaria</i> Donkin 1861
Nama	<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985
Naob	<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing 1844
Naop	<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt 1945
Nape	<i>Navicula peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing 1844
Naps	<i>Navicula pseudomutica</i> Hustedt 1955
Nara	<i>Navicula radians</i> Héribaud-Joseph 1903
Nare	<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985
Narh	<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing 1844
Natr	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory in Bory de Saint-Vincent 1822
Natri	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot 1980
Navi	<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg 1836
Niam	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow 1862
Nian	<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow 1880
Nifr	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880
Nigr	<i>N. gracilis</i> Hantzsch 1860
Nila	<i>N.lanceolata</i> W.Smith 1853
Nipa	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856
Nium	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978
Nive	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst 1860
Paoc	<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács in Ács vd.,2016
Pisu	<i>Pinnularia subcapitata</i> W.Gregory 1856
Plcl	<i>Placoneis clementis</i> (Grunow) E.J.Cox
Plsi	<i>Placogeia similis</i> (Krasske) Bukhtiyarova in Bukhtiyarova & Pomazkina 2013
Prpr	<i>Prestauroneis protracta</i> (Grunow) I.W.Bishop, Minerovic, Q.Liu & Kociolek in I.W.Bishop, Minerovic & Kociolek 2017
Rhgi	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller 1895

Tablo 4.3 Devamı

Kod	Tür
Stco	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg 1843
Subr	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot 1987
Suli	<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1845
Suro	<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg 1841
Tran	<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith 1853
Trap	<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory 1857
Trca	<i>T. calida</i> (Grunow) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G. Mann 1990
Ulul	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère in Jahn vd.,2001



Şekil 4.12 Teşhis edilen türlere ait bazı fotoğraflar

a) *Cymbella compacta*, b) *Cymbella excisa*, c) *Cymbella meneghiniana*, d) *Denticula tenius*, e) *Diatoma moniliformis*, f) *Gomphonema clavatum*



Şekil 4.13 Teşhis edilen türlere ait bazı fotoğraflar

a) *Hannaea arcus*, b) *Gomphonema minutum*, c) *Nitzschia palea*, d) *Ulnaria ulna*, e) *Nitzschia dissipata*, f) *Navicula cryptocephala*

4.3 Kuzey Ege Havzası İstasyonlarının Çeşitlilik İndeksleri

Sucul ekosistemlerde biyolojik çeşitlilik son derece önemli bir parametredir. Doğada birbirleriyle ilişkili olan organizmaların çeşitliliği ekosistemin dengesi için önemlidir (Primack, 1995; Mayer, 1995). Bu bakımdan tür çeşitliliğini diğer çevresel faktörlerle ilişkilendirilip yorumlamak, tür çeşitliliği bakımından zengin olan bölgelerin tespit edilmesi ve korunması anlamında önemlidir (Gülsoy ve Özkan, 2008).

Shannon çeşitlilik indeksi, bir topluluktaki tür çeşitliliğini göstermek için yaygın olarak kullanılan indislerdendir. Bu indis türlerin nispi bolluğunu dikkate almaktadır. İstasyonlarda bulunan türlerin birbirleriyle olan benzerliğini açıklamak için kullanılır. 0-5 arasında değerler ile ifade edilmektedir. Değer 5'e yaklaştıkça tür çeşitliliği artmaktadır. Shannon indeks değeri 2,5'ten küçük olduğu durumlarda bir türün baskınlığı söz konusudur ve dominansinin olduğu alanlarda çeşitlilik azdır (Shannon ve Weaver, 1949; Magurran, 1988).

Kuzey Ege Havzası istasyonlarına ait sucul ekosistemlerin tür çeşitlilik indislerinin düzeyleri Tablo 4.4'da verilmiştir. Kuzey Ege Havzası istasyonlarında en düşük Shannon değeri 1,37 ile R1 istasyonunda hesaplanmıştır. Aynı istasyonun baskınlığını gösteren Dominance indisi ise en yüksek değerler arasındadır (0,35). Shannon değeri en yüksek olan istasyon ise KUZ4 istasyonu olmuştur (2,21). KUZ4 istasyonunun Dominance indeks değeri ise diğer istasyonlara göre en düşük değerdedir (0,14).

Simpson indisi ise Shannon yerine kullanılabilen bir indistir. Ortam çeşitliliği ve dominansiye ortaya çıkartır. Ortam çeşitliliği ile ters orantılıdır. Simpson indisi 0-1 arasında değişmektedir (Simpson, 1949). Dominansi değeri en düşük (0,14) olan A3 istasyonunu, Simpson indis değeri en yüksek istasyondur (0,86).

Margalef indisi, doğrudan tür zenginliğini ifade etmektedir. Margalef indisi büyük olan en yüksek tür zenginliğine sahiptir. Kirliliğin ortama olan etkisini gösterir ve herhangi bir limiti yoktur (Margalef R, 1958).

Kuzey Ege Havzası sucul ekosistemlerin çeşitlik indeksleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler Tablo 4.5'te verilmiştir. Tablo 4.5' e bakıldığında çeşitlilik indisleri genellikle BOİ ve Sıcaklık ile ilişkili olmuştur. Taxa_S, Simpson, Shannon, Brillouin, Margalef ve Fisher_Alpha indisleri BOİs ile pozitif ilişkililikten Dominance indisi ile negatif ilişkili olmuştur. Sıcaklık Taxa_S, Menhinick, Margalef ve Fisher_alpha pozitif ilişkili, Evenness ve Equitability ile negatif ilişkili olmuştur.

Tablo 4.4 Kuzey Ege Havzası ekosistemlerinin çeşitlilik indeks değerleri

	Taxa_S	Individuals	Dominance	Simpson	Shannon	Evennes	Brillouin	Menhinick	Margalef	Equitability	Fisher_alpha	Berger-Parker
A1	9,75	1137,0	0,19	0,81	1,90	0,77	1,88	0,30	1,26	0,87	1,53	0,29
A2	11,67	1729,3	0,28	0,72	1,79	0,62	1,76	0,40	1,54	0,76	1,89	0,41
A3	10,33	768,7	0,14	0,86	2,12	0,83	2,07	0,48	1,51	0,92	1,90	0,24
A4	7,50	2191,0	0,24	0,76	1,67	0,79	1,65	0,23	0,92	0,88	1,11	0,38
A5	8,50	514,0	0,36	0,64	1,43	0,54	1,40	0,37	1,20	0,69	1,45	0,50
A6	9,50	2107,8	0,19	0,81	1,89	0,73	1,87	0,25	1,16	0,85	1,37	0,28
A7	13,00	2783,5	0,16	0,84	2,08	0,62	2,06	0,30	1,58	0,81	1,86	0,25
A8	10,25	1302,5	0,27	0,73	1,78	0,65	1,76	0,30	1,30	0,78	1,54	0,40
A9	8,00	545,0	0,17	0,83	1,93	0,90	1,90	0,34	1,11	0,94	1,33	0,24
A10	8,33	699,3	0,22	0,78	1,80	0,75	1,77	0,34	1,15	0,86	1,39	0,37
A11	7,75	815,0	0,22	0,78	1,72	0,79	1,69	0,29	1,02	0,87	1,21	0,31
A12	7,50	972,8	0,21	0,79	1,78	0,81	1,75	0,27	0,97	0,89	1,15	0,33
KUZ12	7,50	3588,0	0,36	0,64	1,41	0,69	1,40	0,13	0,80	0,77	0,94	0,53
KUZ13	10,00	1052,0	0,16	0,84	2,03	0,80	2,00	0,31	1,30	0,90	1,55	0,21
KUZ2	7,00	1081,0	0,18	0,82	1,82	0,88	1,80	0,21	0,86	0,93	1,00	0,25
KUZ3	12,50	338,0	0,15	0,85	2,20	0,73	2,09	0,84	2,11	0,87	2,87	0,28
KUZ4	12,50	335,5	0,14	0,86	2,21	0,79	2,10	0,80	2,05	0,90	2,74	0,22
R1	7,00	2232,5	0,35	0,65	1,37	0,68	1,35	0,24	0,89	0,79	1,08	0,49

4.4 Diyatome Tür Çevre İlişkileri

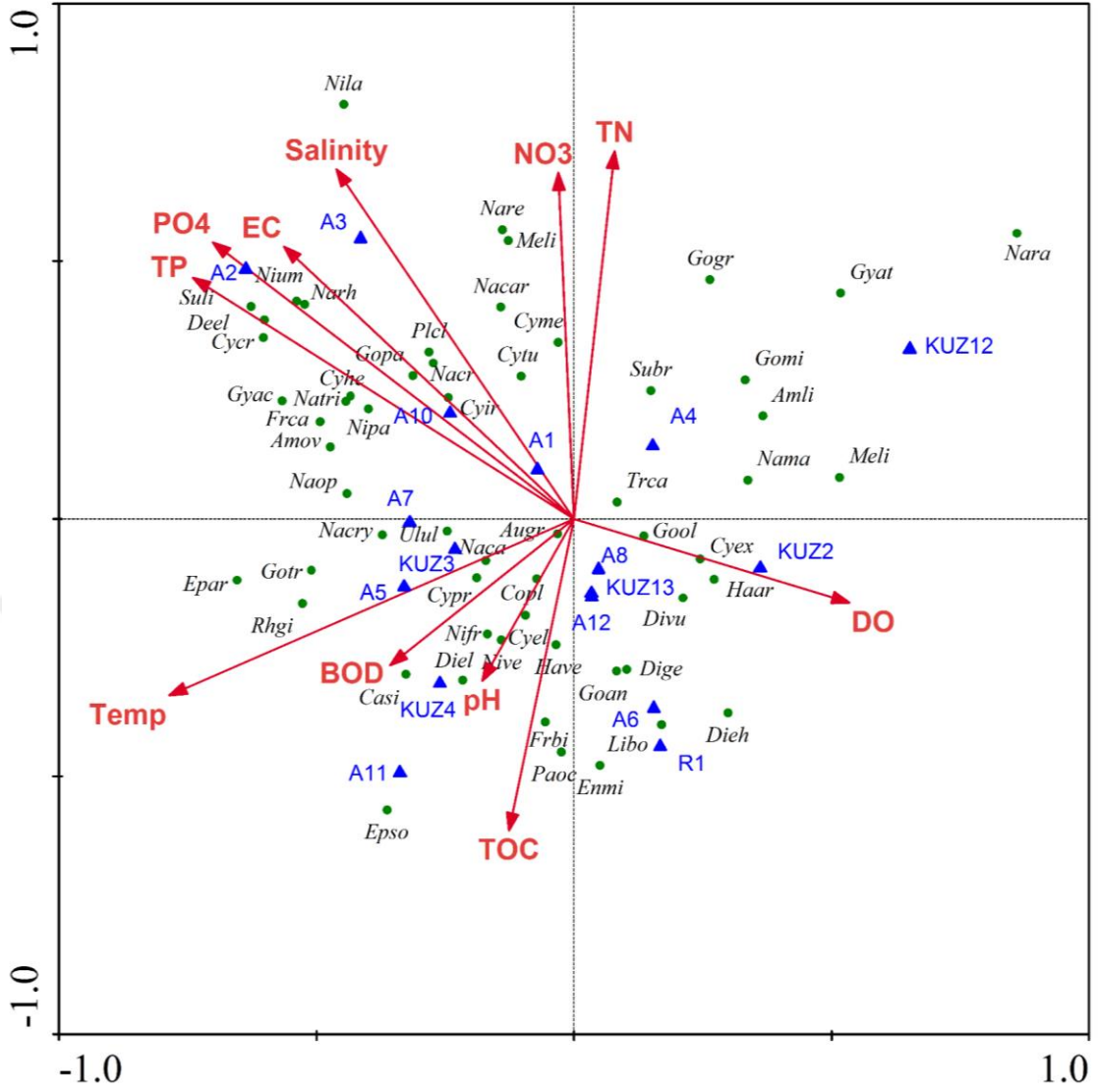
Kuzey Ege Havzası istasyonlarında teşhis edilen diyatome türleri ile bu türlerin yayılışını etkileyen fizikokimyasal değişkenler arasındaki bağlantıyı açıklamak için çok yönlü istatistiksel analizler (Detrended Correspondence Analysis (DCA), Kanonik Uyum Analizi Canonical Correspondence Analysis (CCA)) kullanılmıştır (ter Braak ve Smilauer, 1998; Leps ve Smilauer, 2003). DCA sonucunda gradient uzunluk 3'ten büyük olduğu için CCA analiz gerçekleştirilmiştir.

Kuzey Ege Havzası'ndaki akarsu ekosistemlerinde diyatome türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler CCA ile açıklanmıştır (Şekil 4.14). Ekosistemlerin tür çevre ilişkisi için kullanılan Monte Carlo permütasyon analizi ve CCA analiz sonuçları Tablo 4.6'de verilmiştir.

CCA'nın iki eksenini, ekosistemlerdeki fitobentoz türleri ile çevresel faktörler arasında % 92,8 ve % 91,2 oranları ile yüksek ilişki olduğunu açıklamıştır. Bu ilişki Monte Carlo permütasyon testi sonucuna göre önemli olmuştur ($F= 2,990$ ve $p= 0,030$). Tür verilerinin kümülatif varyans yüzdesi 7,3 ile 12,5 arasında değişmiştir. Çevresel değişkenler diyatome türlerine doğrudan etki gösterdiği için ortaya çıkarılan bu ilişkiler su kalitesinin belirlenmesinde ve idaresinde çok önemli olmaktadır.

Tablo 4.6 Monte Carlo permütasyon testi kullanımı ile CCA sonuçları

Eksenler	1	2	3	4	Total inerşiya
Aygen değerler		0,552	0,397	0,289	7,573
Tür-çevre ilişkileri	0,928	0,912	0,874	0,882	
Kümülatif varyans yüzdesi					
Tür verileri için	7,3	12,5	17,2	21,0	
Tür-çevre ilişkisi için	21,3	36,7	50,3	61,4	
Aygen değerlerinin toplamı					7,573
Kanonik aygen değerlerinin toplamı					2,590
Monte Carlo permütasyon testi					
		F = 2,990	p = 0,030		



Şekil 4.14 Diyatome kompozisyonu ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki.

Tür kodları Tablo 4.3'te, çevresel değişkenleri Tablo 4.1'de ve örnekleme alan kodları Tablo 3.1'de tam adları verilmiştir.

CCA ordinasyonunda (Şekil 4.14) mevcut olan oklar fizikokimyasal değişkenleri temsil etmektedir. Bu oklar türlerin dağılımında önemli rol oynayan çevresel değişkenler olup ordinasyonun iki eksen boyunca dağılmıştır. Üçgen sembolü çalışılan istasyonları, nokta biçimindeki işaretlemeler de türleri temsil etmektedir.

Parsiyel CCA analizi ile hangi fizikokimyasal değişkenin tür dağılımında etkili olduğu ortaya çıkarılmıştır. Diyatome türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Şekil 4.14'da verilmiştir.

Parsiyel CCA sonuçlarına göre Kuzey Ege Havzası istasyonlarında diyatome türlerinin dağılımında sıcaklık, konduktivite, TP, ÇO, pH, TOC, sıcaklık, NO₃, BOİ₅, TN, PO₄, rakım ve tuzluluk olmuştur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 Parsiyel CCA sonuçlarına göre diyatome türlerinin dağılımı üzerinde etkili çevresel faktörler

Değişken	λ	F	p
Konduktivite	0,378	2,519	0,002
Sıcaklık	0,464	3,131	0,002
PO ₄	0,441	2,967	0,002
TP	0,436	2,934	0,002
ÇO	0,334	2,216	0,002
pH	0,241	1,575	0,016
TOK	0,244	1,599	0,006
Rakım	0,309	2,044	0,004
BOİ ₅	0,246	1,613	0,010
TSS	0,378	2,519	0,002

CCA sonuçları (Şekil 4.14) Bakırçay (A2, A3 ve A10) istasyonlarında besin tuzları, konduktivite ve tuzluluk gibi faktörler yakın ilişkili görülmüştür. Besin tuzları, konduktivite ve tuzluluğun yüksek olduğu istasyonlarda *Gomphonema parvulum*, *Denticula elegans*, *Fragilaria capucina*, *Surirella librile*, *Navicula trivialis* ve *Amphora ovalis* görülmüştür. Organik kirliliğin yüksek olduğu sularda *G. parvulum* gelişim göstermektedir (Round, 1993; Kelly, 2000; Toudjani vd., 2017).

Kuzey Ege Havzasındaki antropojenik faaliyetler, havzanın coğrafik konumu, jeolojik durumu ve iklim yapısı havzanın su kimyasını ve sucul ekosistemlerdeki diyatome topluluklarını önemli derecede etkilemiştir. Koordinatları Bakırçay Deresi üzerinde olan A1, A3 ve A10 kodlu istasyonların birçok baskı altında olduğu belirlenmiştir. Özellikle A3 kodlu istasyon üzerinde tarım, hayvancılık ve evsel/endüstriyel atık gibi faaliyetler önemli baskı unsurlarından olmuştur. Ayrıca, Bergama ve Soma'da faaliyet gösteren çeşitli linyit ve kömür işletmelerine ait atıklarının bu ekosistemlere karışması sonucunda yüksek miktarda organik ve inorganik girdi olmuştur. Yoğun gübre

kullanımından dolayı kirlenen topraklardan yağmur suları vasıtasıyla sucul ekosistemlere karışan inorganik maddeler ve direkt olarak karışan kanalizasyon girdilerinin son yüzyılda su kaynakları üzerinde büyük etkisi olduğu belirtilmektedir (Wunsan vd. 2002; Ducharne vd. 2007; Delgado and Pardo, 2014).

Bakırçay istasyonlarından olan A1, A3 ve A10 istasyonları ekolojik durum değerlendirilmesinde orta sınıf düzeyinde tespit edilmiştir. Bu istasyonlarda *G. parvulum*, *Fragilaria capucina*, *Navicula recens*, *N. cryptocephala*, *N. cryptotenella*, *N. trivialis*, *Cyclotella meneghiniana* *Nitzschia umbonata* ve *N. palea* gibi türler baskın olmuşlardır. Ayrıca yapılan CCA analizinde bu istasyonların besin, kondüktivite ve tuzluluk bakımından değerlerin yüksek olduğu görülmüştür. Sözü edilen istasyonlarda bu türlerin ortaya çıkmasının nedeni havzada ve istasyonların olduğu bölgede yürütülen tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucu havza akarsularına dahil olan yoğun organik ve inorganik maddelerdir. Bu istasyonlarda ortaya çıkan türlerin A1, A3 ve A10 istasyonlarının ekolojik durumunu yansıttığı görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda da benzer biçimde aynı türlerin kirli veya ötrofik alanlarda görüldüğü bildirilmiştir (Sladeček, 1973; Kobayasi and Mayama, 1989; Van Dam vd., 1994; Lobo vd., 1996, 2002; Potapova vd., 2004; Salomoni vd., 2006; Bere ve Tundisi, 2011; Delgado vd., 2012; Venkatachalapathy and Karthikeyan, 2013; Wang vd., 2014). *N. recens*'in TP için yüksek oranda gösterge tür olduğu (Potapova vd., 2004), *C. meneghiniana* ise kirliliğe toleranslı bir tür olduğu bildirilmiştir (Venkatachalapathy ve Karthikeyan, 2013; Wang vd., 2014). *N. cryptocephala*, *N. cryptotenella*, ve *N. trivialis* kirlilik indikatörü türler olarak belirlenmiştir (Wang vd., 2014). *G. parvulum* diğer türlere göre çevresel değişkenlere toleransı yüksek bir tür olarak belirtilmiştir. (Delgado vd., 2012). *F. capucina* trofik bölgeler için indicator tür olarak belirtilmiştir (Wang vd., 2014). Aynı zamanda düşük kirliliğe toleranslı bir tür olduğu bildirilmiştir (Bere ve Tundisi, 2011).

KUZ-2 kodlu istasyonun besin tuzları bakımından en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu istasyon diğer istasyonlara göre antropojenik aktivitelerin daha az olduğu bir bölgededir. Bu sonuçta istasyon etrafında yerleşim yeri ve tarım alanı arazilerinin olmayışı, istasyon etrafının yoğun çam ağaçlarının olması etkili olmuştur. KUZ-3 ve A5 kodlu istasyonlarda sıcaklık en etkili parametre olurken *Aulacoseira granulata*, *Gomphonema minutum*, *Encyonema leibleinii*, *Rhopalodia gibba* ve *Navicula capitatoradiata* türleri yayılış gösteren türler olmuştur. KUZ-4, ve

A11 istasyonlarında ise BOI₅, pH ve TOC etkili olmuştur ve *Cocconeis placentula*, *Diploneis elliptica*, *Pantocsekiella ocellata* ve *Nitzschia frustulum* gibi türler görülmüştür. Ordinasyonun merkezine yakın olan türler fizikokimyasal parametrelere toleransı yüksek olan türler olmuştur.

Kuzey Ege Havzası bentik ekosistemlerinin çalışma süresince diyatome türlerinin fizikokimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri ağırlıklı ortalama (weighted averaging) regresyon ile belirlenmiştir (Hall ve Smol, 1992; Juggins ve ter Braak, 1992). Türlerin sahip olduğu göreceli yüzde düzeylerinin çevresel değişkenlere karşı optimum ve tolerans seviyeleri Tablo 4.8'da verilmiştir.

Çalışmada teşhis edilen türlerden *Amphipleura lindheimeri*, *Cymbella excisa*, *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus* ve *Melosira lineata* besin tuzlarınca düşük ve çözünmüş oksijen seviyesi yüksek olan suları tercih etmiştir. Örneğin *H. arcus* türünün optimum ÇO düzeyi 10,9 mg/l olarak belirlenmiştir (Tablo 4.8). *C. excisa* akarsuların temiz bölgelerinde yayılış gösteren bir türdür ve besin tuzlarının yüksek olduğu sularda daha az rastlandığı belirtilmiştir (Kelly 2000; Cox 1996). *Cymbella* cinsinin yoğun olduğu sulardaki oksijen seviyesi yüksek olarak bulunmuştur (Van Dam vd., 1994; Gomez ve Licursi 2001; Tokatlı ve Dayıoğlu 2011).

Besin tuzları, kondüktivite ve tuzluluk oranlarının yüksek olduğu akarsuları tercih eden türler ise *Cyclotella cretica*, *Denticula elegans*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia umbonata* ve *Surirella librile* olmuştur. Örneğin, *G. parvulum* 693 µS/cm² olan ortamları daha çok tercih etmiştir. Diğer tarafta *H. arcus*, *C. excisa*, *Diatoma ehrenbergii* ve *Didymosphenia geminata* gibi türler daha çok düşük EC ve düşük besin tuzlarını içeren istasyonlarda yayılış gözlemlenmiştir. *Diatoma ehrenbergii* optimum TP düzeyi 44,8 µg/l olarak belirlenmiştir.

Epithemia argus, *Epithemia sorex*, *Gomphonema truncatum*, *Rhopalodia gibba* ve *Nitzschia frustulum* yüksek sıcaklığa sahip akarsularda yayılış göstermiştir. Düşük sıcaklığa sahip akarsularda ise *Cymbopleura amphicephala*, *Gomphonema gracile*, *Melosira lineata* ve *Navicula radians* görülmüştür.

CCA ordinasyonunda (Şekil 4.14) nispeten daha düşük besin tuzları içeriğine sahip KUZ-2, KUZ-3, KUZ-12, KUZ13 ve R1 kodlu istasyonların ekolojik durumları yüksek ve iyi ekolojik kalite olarak belirlenmiştir. Ayrıca WA (Tablo 4.8) sonuçları bu istasyonda belirlenen *N. radiosa*, *D. geminata*, *Cymbella minuta*, *C. excisa* ve

Hannaea arcus gibi türlerin düşük besin konstantrasonuna sahip suları tercih ettiğini göstermiştir *Cymbella tumida* nispeten daha az kirliliğe sahip bölgeleri temsil eden türlerden biri olarak bulunmuştur (Venkatachalapathy ve Karthikeyan, 2013). *D. geminata* ise Beltrami vd. (2007) tarafından temsilci bir tür olarak tanımlanmıştır.



Tablo 4.8 Fitobentoz türlerinin fiziko-kimyasal değişkenlere karşı direnç düzeyleri. Tür kodlarının tam adları ise Tablo 4.4’te verilmiştir.

Kod	N2	Sıcakl.		TN		NO ₃		TP		PO ₄		BOI		Kond.		Tuzl.		ÇO		pH	
		Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
Amlı	2,64	13,6	3,78	1,55	1,14	0,47	0,31	0,04	0,01	0,03	0,01	3,06	4,76	380	130	0,24	0,08	10,90	1,503	8,28	0,237
Amov	7,71	24,2	3,74	1,52	1,24	0,73	0,84	0,23	0,14	0,14	0,09	15,76	11,68	621	229	0,30	0,12	8,16	1,522	8,48	0,320
Amve	3,32	22,8	4,12	0,32	0,36	0,20	0,19	0,10	0,20	0,04	0,05	20,29	4,17	482	143	0,23	0,07	6,56	1,940	8,14	0,505
Augr	5,88	18,4	4,92	0,88	0,52	0,29	0,26	0,20	0,18	0,10	0,13	11,33	8,03	446	184	0,23	0,09	9,16	1,691	8,40	0,238
Meli	1,17	13,5	0,21	1,15	0,04	0,21	0,52	0,44	0,24	0,28	0,16	6,20	2,66	462	13	0,24	0,03	9,39	0,764	8,70	0,134
Casi	2,57	25,9	1,14	0,35	0,21	0,09	0,04	0,25	0,16	0,04	0,03	23,07	1,53	500	97	0,24	0,05	6,62	0,960	8,46	0,253
Copl	24,1	19,4	5,81	1,15	1,26	0,50	0,76	0,16	0,20	0,09	0,13	11,58	9,51	439	184	0,23	0,10	8,79	2,051	8,46	0,316
Libo	3,32	19,1	7,82	1,03	0,31	0,19	0,14	0,10	0,11	0,06	0,07	22,77	18,88	326	207	0,17	0,09	9,75	2,255	8,55	0,171
Cyir	1,98	18,6	6,38	0,57	0,46	0,25	0,20	0,18	0,07	0,10	0,05	14,90	7,38	587	144	0,28	0,07	8,69	1,684	8,23	0,360
Cyme	5,07	15,0	4,79	1,41	0,81	0,45	0,50	0,29	0,25	0,17	0,16	7,09	6,93	453	137	0,26	0,07	9,74	1,778	8,57	0,310
Paoc	4,61	24,8	4,01	0,70	0,57	0,13	0,09	0,10	0,12	0,04	0,06	26,51	22,15	367	64	0,18	0,03	8,58	1,580	8,63	0,155
Cyel	3,44	19,5	7,61	0,83	0,52	0,26	0,13	0,16	0,06	0,09	0,04	17,47	23,31	373	117	0,19	0,04	10,27	1,919	8,96	0,347
Cyso	1,63	22,2	2,90	2,84	1,56	1,63	1,22	0,28	0,11	0,18	0,07	26,16	11,38	844	287	0,42	0,15	8,61	0,266	8,35	0,305
Cyam	1,21	13,8	9,05	1,09	0,45	0,13	0,01	0,11	0,21	0,06	0,03	11,22	9,86	293	223	0,18	0,08	11,03	3,981	8,76	0,297
Cykr	1,95	22,2	3,35	2,64	1,62	1,48	1,25	0,27	0,14	0,16	0,09	29,65	13,78	788	343	0,39	0,18	8,69	0,940	8,37	0,282
Cyex	3,40	22,4	2,73	2,18	1,52	1,15	1,08	0,26	0,14	0,15	0,07	18,87	13,56	721	270	0,36	0,15	8,51	1,360	8,33	0,252
Cyhe	3,09	21,8	3,36	2,40	1,66	1,39	1,05	0,23	0,13	0,14	0,09	21,52	11,70	758	255	0,38	0,13	7,98	1,178	8,27	0,185
Enmi	3,31	19,7	6,79	0,50	0,46	0,10	0,09	0,07	0,14	0,02	0,03	17,77	5,40	377	220	0,19	0,09	9,22	2,847	8,51	0,264

Tablo 4.8 Devamı

Kod	Sıcaklık		TN		NO ₃		TP		PO ₄		BOI		Kond.		Tuzluluk		ÇO		pH		
	N2	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
Enle	5,59	23,6	6,51	0,60	0,39	0,35	0,34	0,11	0,08	0,05	0,05	10,29	7,10	443	110	0,23	0,06	7,86	1,536	8,60	0,320
Cytu	1,94	16,3	5,86	1,90	1,56	1,29	0,82	0,20	0,13	0,12	0,09	12,44	18,74	625	339	0,35	0,13	8,45	0,278	8,65	0,432
Deel	1,75	21,9	2,13	2,82	1,61	1,65	1,09	0,29	0,17	0,18	0,09	28,52	9,35	869	231	0,44	0,12	8,19	1,721	8,22	0,290
Dieh	3,86	13,5	1,45	1,10	0,84	0,31	0,59	0,05	0,05	0,03	0,03	13,04	10,36	187	74	0,11	0,04	10,86	1,041	8,45	0,228
Divu	9,08	15,0	4,75	1,08	0,84	0,44	0,51	0,10	0,12	0,05	0,08	13,02	8,79	336	178	0,19	0,09	10,22	1,500	8,44	0,301
Dige	2,76	20,1	6,89	0,49	0,55	0,07	0,06	0,04	0,04	0,02	0,02	10,14	9,68	394	228	0,20	0,10	8,75	2,374	8,33	0,248
Diel	5,22	24,6	3,37	0,35	0,35	0,08	0,04	0,15	0,16	0,03	0,02	21,51	11,39	411	121	0,19	0,06	7,66	1,575	8,57	0,183
Epar	1,77	27,3	2,46	0,64	0,33	0,14	0,07	0,20	0,11	0,12	0,07	4,40	6,17	584	120	0,28	0,06	9,75	1,167	8,46	0,199
Epso	2,32	27,5	1,79	0,26	0,26	0,07	0,04	0,12	0,16	0,03	0,05	16,45	7,06	478	107	0,23	0,06	8,10	1,490	8,53	0,140
Frbi	8,08	21,5	4,62	0,64	0,48	0,25	0,23	0,09	0,09	0,04	0,05	12,86	7,19	424	137	0,21	0,06	9,07	2,231	8,54	0,331
Frca	2,73	16,9	5,82	1,04	0,89	0,56	0,68	0,68	0,34	0,36	0,23	6,74	5,78	378	192	0,22	0,10	8,99	0,413	8,74	0,081
Frer	1,88	25,9	0,71	1,00	0,01	0,11	0,01	0,16	0,06	0,10	0,04	16,51	15,51	456	47	0,22	0,03	9,01	2,086	8,63	0,134
Frul	18,9	20,3	6,41	0,87	0,70	0,28	0,44	0,18	0,14	0,10	0,08	11,79	11,56	437	174	0,22	0,08	9,30	1,443	8,59	0,260
Goan	7,12	18,8	5,33	0,75	0,44	0,22	0,18	0,10	0,10	0,02	0,01	10,87	9,44	336	162	0,18	0,08	9,83	2,491	8,57	0,403
Gogr	2,00	12,4	3,32	2,86	2,54	1,46	1,45	0,25	0,55	0,17	0,40	12,22	23,50	474	276	0,30	0,14	9,17	3,307	8,28	0,210
Gomi	2,15	14,3	6,25	1,26	0,87	0,58	0,36	0,07	0,07	0,03	0,02	6,78	10,32	448	135	0,27	0,08	9,34	2,735	8,30	0,368
Gool	8,96	15,9	4,34	1,88	1,78	0,88	1,21	0,16	0,26	0,10	0,18	13,43	13,18	379	199	0,22	0,11	9,42	2,439	8,33	0,232

Tablo 4.8 Devamı

Kod	N2	Sıcaklık		TN		NO ₃		TP		PO ₄		BOI		Kond.		Tuzluluk		ÇO		pH	
		Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
Gopa	9,24	19,4	4,95	2,23	1,98	1,18	1,28	0,40	0,34	0,24	0,24	15,08	12,60	613	263	0,32	0,14	7,85	2,237	8,39	0,279
Gotr	4,13	25,2	3,05	0,74	0,28	0,15	0,05	0,17	0,08	0,10	0,05	10,89	10,58	528	106	0,26	0,05	9,29	1,397	8,49	0,247
Gyac	3,29	24,1	2,86	2,03	1,34	1,05	0,99	0,30	0,07	0,18	0,06	16,04	15,80	740	207	0,37	0,11	7,95	1,375	8,35	0,143
Gyat	3,75	22,2	8,77	1,50	0,85	0,32	0,30	0,08	0,07	0,05	0,04	28,42	29,01	411	71	0,22	0,06	9,38	2,117	8,51	0,293
Haar	1,88	13,7	0,21	1,05	0,08	0,23	0,25	0,06	0,05	0,03	0,02	6,58	7,62	189	13	0,12	0,01	10,14	1,131	8,14	0,233
Meli	2,15	11,3	1,89	1,44	0,51	0,50	0,26	0,03	0,02	0,02	0,01	11,83	8,06	298	94	0,20	0,07	10,97	0,817	8,14	0,102
Naca	2,55	16,1	3,86	1,12	0,04	0,25	0,14	0,12	0,04	0,04	0,03	7,87	10,40	261	176	0,15	0,09	11,33	1,560	8,68	0,422
Nacar	1,73	14,1	1,48	0,96	0,45	0,15	0,01	0,39	0,18	0,23	0,16	5,23	2,97	414	115	0,22	0,04	9,67	0,445	8,74	0,120
Plcl	1,99	20,9	5,87	3,22	3,60	1,93	2,43	0,66	0,38	0,33	0,42	18,36	7,25	692	152	0,38	0,13	5,20	0,997	8,29	0,120
Nacr	5,01	20,1	5,80	2,26	1,20	1,05	0,93	0,22	0,17	0,13	0,09	17,46	15,41	645	302	0,34	0,14	9,10	2,004	8,29	0,240
Nacry	2,62	25,1	2,77	1,42	1,32	0,73	0,84	0,21	0,14	0,10	0,08	16,12	10,69	614	216	0,30	0,12	7,03	1,740	8,28	0,224
Nama	3,94	13,0	3,48	1,68	1,21	0,79	0,83	0,10	0,16	0,06	0,10	13,85	12,43	361	163	0,22	0,07	10,09	1,864	8,25	0,246
Naop	7,20	22,3	3,82	1,56	1,44	0,83	0,91	0,23	0,19	0,13	0,10	22,81	10,66	665	273	0,33	0,14	8,08	1,650	8,32	0,266
Naps	1,87	20,1	6,51	1,72	0,30	0,94	0,67	0,62	0,52	0,40	0,34	6,33	7,34	542	30	0,29	0,04	8,76	0,311	8,68	0,014
Nara	1,05	10,1	1,77	1,95	0,58	0,62	0,35	0,03	0,04	0,01	0,04	2,81	5,10	421	85	0,29	0,08	10,24	0,969	8,13	0,488
Nare	1,03	17,3	5,80	2,74	1,01	1,84	1,03	0,46	0,09	0,29	0,06	2,73	0,02	660	28	0,32	0,02	6,80	0,368	8,32	0,106
Narh	2,51	22,4	6,12	2,49	1,14	0,88	0,53	0,40	0,33	0,18	0,11	15,02	12,63	622	128	0,38	0,14	6,57	3,512	8,18	0,583
Natri	6,76	24,8	2,66	1,61	1,24	0,57	0,51	0,31	0,28	0,13	0,11	26,14	20,09	558	194	0,31	0,14	6,40	1,987	8,22	0,421

Tablo 4.8 Devamı

Kod	N2	Sıcaklık		TN		NO ₃		TP		PO ₄		BOI		Kond.		Tuzluluk		ÇO		pH	
		Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
Nive	2,81	15,6	6,38	1,31	0,67	0,32	0,47	0,14	0,18	0,10	0,13	12,72	5,03	335	305	0,19	0,14	9,74	3,331	8,50	0,328
Nidi	2,60	20,3	9,41	1,34	0,98	0,57	0,42	0,11	0,09	0,05	0,04	9,16	6,62	477	126	0,26	0,06	7,78	2,660	8,18	0,112
Nifr	1,58	25,8	2,19	0,83	0,24	0,46	0,14	0,13	0,04	0,05	0,03	12,31	3,21	524	30	0,25	0,02	6,48	0,868	8,24	0,059
Nila	1,53	17,2	0,78	5,83	0,71	3,50	0,14	0,98	0,23	0,67	0,20	12,88	2,12	829	114	0,48	0,06	4,36	0,559	8,21	0,007
Nipa	1,98	17,2	7,99	1,60	2,26	0,65	0,78	0,40	0,33	0,18	0,10	5,73	5,09	454	332	0,30	0,23	7,74	4,815	8,42	0,877
Nium	3,54	21,7	3,84	2,43	2,67	1,12	1,36	0,45	0,50	0,28	0,37	23,76	15,07	794	141	0,43	0,10	6,46	2,478	8,06	0,216
Rhgi	3,70	26,2	0,99	1,01	0,47	0,17	0,13	0,15	0,06	0,09	0,04	16,20	10,59	461	115	0,21	0,05	8,76	1,388	8,67	0,101
Subr	2,45	13,5	4,13	3,51	1,14	1,84	1,12	0,17	0,14	0,10	0,08	28,04	24,85	424	273	0,26	0,12	9,52	2,410	8,09	0,119
Sust	1,37	25,9	1,84	0,86	0,60	0,10	0,04	0,12	0,06	0,07	0,04	24,88	0,78	445	155	0,21	0,08	7,90	0,057	8,60	0,163
	RMSE	2,65		0,62		0,38		0,12		0,07		8,82		110		0,06		0,57		0,3	
	R²	0,78		0,76		0,75		0,74		0,78		0,43		0,66		0,66		0,53		0,5	

4.5 Sucul Ekosistemlerin Ekolojik Durumları

Su çerçeve direktifi (SÇD) tarafından temelleri atılan sucul ekosistemlerin ekolojik kalite durumu ifadesi direktifin en önemli unsurlarından bir tanesini oluşturmaktadır. Yüzeysel sularla etkileşim halinde olan ekosistemlerin yapısal ve işlevsel anlamda kalitesini ifade etme ve sınıflandırma amacını taşımaktadır. Bu sınıflandırmayı da ekolojik ve kimyasal durumlarının değerlendirilmesiyle yapmaktadır (EC, 2009; Herring vd., 2010; Toudjani vd., 2017).

SÇD'ye göre beş farklı ekolojik durum sınıflandırılması bulunmaktadır. Bu sınıflandırmanın amacı sucul ekosistemlerin ve bu ekosistemlerde yaşayan canlıların ekolojik, hidromorfolojik, fiziko-kimyasal ve miktar açısından en yüksek derecede korunmasını sağlamaktır.

Biyolojik izleme, ekolojik bütünlüğün sağlanması için canlıların yaşadığı ortamda meydana gelen değişimlere o canlıların verdiği tepkilerin değerlendirilmesi ile yapılmaktadır (Karr, 1991; Angermeier and Karr, 1994; EC, 2009). SÇD tarafından belirlenen biyolojik kalite bileşenlerinden birisi olan diyatome çevresel değişimler karşısında gösterdikleri hızlı değişim ve hassasiyetlerinden dolayı sucul ekosistemlerin önemli ekolojik göstergeleri olarak bilinmektedir (Kelly, 1998; Potapova vd., 2004; Bona vd., 2007; Delgado ve Pardo, 2014; Çelekli vd., 2018). Bu sebepten dolayı su kalitesini belirlemek için bentik diyatome 1900'lü yıllardan beri kullanılmaktadır (Kolkwitz ve Marsson, 1908).

Avrupa'da akarsuların su kalitesinin değerlendirilmesi için IPS (Cemagref, 1982), TI (Rott vd., 1999), EPI-D (Dell'Uomo, 2004) ve TDI (Kelly vd., 2008) gibi çeşitli indeksler uygulanmaktadır. Ancak diyatome türlerinin çevresel değişkenlere karşı optimum ve tolerans düzeyleri bir eko-bölgeden diğerine değiştiği için ülkenin bulunduğu ekolojik bölgeye göre bir indeks geliştirilmesi gerekmektedir (Gomá vd., 2004; Lobo vd., 2004). Birçok araştırmacı (e.g. Kelly vd., 1998; Pipp, 2002; Rott vd., 1999, 2003; Dell'Uomo, 2004) Avrupa'nın belirli yerlerinde geliştirilen bu diyatome indekslerinin aynı kıtanın diğer alanlarında kullanıldığında etki değerinin eşit oranda olmadığını belirtmiştir. Bu yüzden bu çalışmada akarsuların değerlendirilmesi için oluşturulan ve ülkemize özgü olan yeni geliştirilen bir trofik diyatome indeksi olan *Trofik İndeks Türkiye* (TIT) kullanılmıştır (Çelekli vd., 2016, 2018). Bu indeks daha önce Batı Akdeniz Havzası'ndaki akarsu ekosistemlerine uygulanmış (Toudjani vd.,

2017) ve sonuçları EPI-D (Dell'Uno, 2004) göre uygulanabilirlik ve güvenilirlik açısından çok daha iyi sonuçlar vermiştir.

Kuzey Ege Havzası'nda 18 örnekleme istasyonlarının dört dönem boyunca ekolojik kalite durumları, TIT (Çelekli vd., 2018) ve TI (Rott vd., 1999) indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Dört dönem boyunca her örnekleme istasyonuna ait TIT, TI ve EKO değerleri Tablo 4.9 ile Tablo 4.27 arasında verilmiştir.

Tablo 4.9 A1 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A1	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,77	3,47	1,94	2,75
EKO	0,51	0,22	0,98	0,59
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ZAYIF	ÇOK İYİ	ORTA
TI	2,93	3,14	2,57	2,92
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	ZAYIF	ORTA	ZAYIF
SÇD	ZAYIF	ZAYIF	ORTA	ZAYIF
Nihai Durum	ORTA			

Bakırçay Nehri (A1) için birinci örnekleme dönemi su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indekslerine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde bulunmuştur. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Bakırçay Nehri'nin (A1) nihai su kalitesi durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.10 A2 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A2	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,81	2,87	2,30	
EKO	0,51	0,45	0,43	
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ORTA	ORTA	
TI	1,95	2,86	2,57	
Su kalitesi sınıfı	İYİ	ZAYIF	ORTA	
SÇD	ORTA	ZAYIF	ORTA	
Nihai Durum	ORTA			

Yağcılı Deresi (A2) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indekslerine göre ORTA düzeyde bulunmuştur. Dördüncü örnekleme döneminde istasyon kurudur. Yağcılı Deresi'nin (A2) nihai durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.11 A3 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A3	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,98	3,02	2,13	
EKO	0,39	0,50	0,51	
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	ÇOK İYİ	ORTA	
TI	4,63	2,97	2,61	
Su kalitesi sınıfı	KÖTÜ	ZAYIF	ORTA	
SÇD	KÖTÜ	ZAYIF	ORTA	
Nihai Durum	ORTA			

Bakırçay (A3) istasyonu birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ZAYIF iken TI indeksine göre KÖTÜ düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indekslerine göre ORTA düzeyde bulunmuştur. Dördüncü dönemde örnekleme istasyonu kuru olduğu için değerlendirilememiştir. Bakırçay istasyonunun nihai su kalitesi durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.12 A4 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A4	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,75	3,26	0,80	2,41
EKO	0,52	0,71	1,02	0,72
Su kalitesi sınıfı	ORTA	İYİ	ÇOK İYİ	İYİ
TI	3,08	3,47	1,50	2,30
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	KÖTÜ	İYİ	ORTA
SÇD	ZAYIF	KÖTÜ	İYİ	ORTA
Nihai Durum	İYİ			

Havran Çayı (A4) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme

döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre KÖTÜ düzeyde bulunmuştur. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde olmuştur. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ iken TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Havran Çayı (A4) nihai su kalitesi durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.13 A5 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A5	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,75	1,14		
EKO	0,52	0,99		
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ÇOK İYİ		
TI	2,40	3,12		
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ZAYIF		
SÇD	ORTA	ZAYIF		
Nihai Durum	ÇOK İYİ			

Zeytinli Deresi (A5) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü örnekleme dönemlerinde bölge halkının engellemesi sonucu numune alınamamıştır. Zeytinli Deresi (A5) nihai su kalitesi durumu İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.14 A6 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve Su kalitesi durumu

A6	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,84	2,62	1,12	1,59
EKO	0,45	0,53	1,27	1,05
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ORTA	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
TI	2,51	2,99	1,29	1,11
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ZAYIF	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
SÇD	ORTA	ZAYIF	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
Nihai Durum	İYİ			

Menderes Çayı (A6) için birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA iken TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine

göre ÇOK İYİ düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı TIT ve TI indeksine göre ÇOK İYİ düzeyde belirlenmiştir. Menderes çayı nihai su kalitesi durumu İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.15 A7 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A7	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,87	2,59		
EKO	0,39	0,67		
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	İYİ		
TI	2,56	2,84		
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ZAYIF		
SÇD	ZAYIF	ZAYIF		
Nihai Durum	ORTA			

Menderes Çayı (A7) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ZAYIF ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü dönemlerinde örnekleme istasyonları kuru olması nedeniyle değerlendirilememiştir. Menderes Çayı (A7) nihai su kalitesi durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.16 A8 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A8	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,74	2,41	1,43	1,62
EKO	0,50	0,61	0,85	0,85
Su kalitesi sınıfı	ORTA	İYİ	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
TI	2,56	2,71	2,36	1,35
Su kalitesi sınıfı	ORTA	ZAYIF	ORTA	ÇOK İYİ
SÇD	ORTA	ZAYIF	ORTA	ÇOK İYİ
Nihai Durum	ORTA			

Geme Deresi (A8) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı TIT ve TI indeksine göre ÇOK İYİ düzeyde belirlenmiştir. Geme Deresi (A8) nihai su kalitesi durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.17 A9 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A9	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT		2,81	1,49	
EKO		0,928	0,98	
Su kalitesi sınıfı		ÇOK İYİ	ÇOK İYİ	
TI		1,80	2,14	
Su kalitesi sınıfı		İYİ	ORTA	
SÇD		İYİ	ORTA	
Nihai Durum	İYİ			

Madra Çayı (A9) ikinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Birinci ve dördüncü örnekleme dönemlerinde istasyonların kuru olması sonucu numune alınamamıştır. Madra Çayı (A9) istasyonu nihai su kalitesi durumu İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.18 A10 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A10	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT		3,02	1,17	2,74
EKO		0,54	0,60	0,63
Su kalitesi sınıfı		ÇOK İYİ	İYİ	İYİ
TI		0,00	2,43	2,63
Su kalitesi sınıfı		ÇOK İYİ	ORTA	ORTA
SÇD		ÇOK İYİ	ORTA	ORTA
Nihai Durum	ORTA			

Bakırçay (A10) birinci örnekleme dönemi akarsu yatağı tamamen kuru olduğundan numune alınamamıştır. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Bakırçay (A10) nihai su kalitesi durumu ORTA olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.19 A11 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A11	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,89	2,71	1,06	2,51
EKO	0,39	0,39	0,97	0,74
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	ZAYIF	ÇOK İYİ	İYİ
TI	2,94	2,65	2,33	2,83
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	ORTA	ORTA	ZAYIF
SÇD	ZAYIF	ZAYIF	ORTA	ZAYIF
Nihai Durum	İYİ			

Menderes Çayı (A11) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ZAYIF ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Menderes Çayı (A11) nihai su kalitesi durumu İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.20 A12 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

A12	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT	2,54	3,26	1,19	1,70
EKO	0,61	0,31	1,09	1,09
Su kalitesi sınıfı	İYİ	ZAYIF	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
TI	3,11	3,16	1,95	1,71
Su kalitesi sınıfı	ZAYIF	ZAYIF	İYİ	İYİ
SÇD	ZAYIF	ZAYIF	İYİ	İYİ
Nihai Durum	ÇOK İYİ			

Şahin Deresi (A12) birinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. İkinci örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Şahin Deresi (A12) nihai su kalitesi durumu ÇOK İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.21 KUZ2 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

KUZ2	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT			1,27	
EKO			1,02	
Su kalitesi sınıfı			ÇOK İYİ	
TI			2,73	
Su kalitesi Su kalitesi sınıfı			ZAYIF	
SÇD			ZAYIF	
Nihai Durum	ÇOK İYİ			

Geyikli Deresi (KUZ2) üçüncü dönem eklenen bir istasyon olduğu için ilk iki dönem numune alınmamıştır. İstasyonda sadece üçüncü örnekleme döneminde akış gözlenmiştir. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Geyikli Deresi (KUZ2) nihai su kalitesi durumu ÇOK İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.22 KUZ3 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

KUZ3	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT			2,13	2,59
EKO			0,80	0,52
Su kalitesi sınıfı			İYİ	ORTA
TI			2,69	3,03
Su kalitesi sınıfı			ORTA	ZAYIF
SÇD			ORTA	ZAYIF
Nihai Durum	İYİ			

Savaştepe Deresi (KUZ3) istasyonu üçüncü dönem eklenen bir istasyon olduğu için ilk iki dönem numune alınmamıştır. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ORTA ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. KUZ3 istasyonunun nihai su kalitesi durumu İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.23 KUZ4 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

KUZ4	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT			1,61	2,60
EKO			1,06	0,84
Su kalitesi sınıfı			ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
TI			2,26	2,93
Su kalitesi sınıfı			ORTA	ZAYIF
SÇD			ORTA	ZAYIF
Nihai Durum	ÇOK İYİ			

Çatak Deresi (KUZ4) istasyonu üçüncü dönem eklenen bir istasyon olduğu için ilk iki dönem numune alınmamıştır. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ZAYIF düzeyde belirlenmiştir. Çatak Deresi (KUZ4) istasyonunun nihai su kalitesi durumu ÇOK İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.24 KUZ12 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

KUZ12	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT			1,33	1,38
EKO			1,01	1,02
Su kalitesi sınıfı			ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
TI			0,84	1,70
Su kalitesi sınıfı			ÇOK İYİ	İYİ
SÇD			ÇOK İYİ	İYİ
Nihai Durum	ÇOK İYİ			

Kar Deresi (KUZ12) üçüncü dönem eklenen bir istasyon olduğu için ilk iki dönem numune alınmamıştır. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre ÇOK İYİ düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Kar Deresi (KUZ12) nihai su kalitesi durumu ÇOK İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.25 KUZ13 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

KUZ13	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT			1,74	2,55
EKO			1,08	0,75
Su kalitesi sınıfı			ÇOK İYİ	İYİ
TI			1,59	1,96
Su kalitesi sınıfı			İYİ	İYİ
SÇD			İYİ	İYİ
Nihai Durum	İYİ			

Kemer Deresi (KUZ13) üçüncü dönem eklenen bir istasyon olduğu için ilk iki dönem numune alınmamıştır. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT ve TI indeksine göre İYİ düzeyde belirlenmiştir. Kemer Deresi (KUZ13) nihai su kalitesi durumu İYİ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.26 R1 istasyonunun TIT, TI, EKO değerleri ve su kalitesi durumu

R1	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
TIT			1,63	2,02
EKO			0,91	0,91
Su kalitesi sınıfı			ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
TI			2,02	2,53
Su kalitesi sınıfı			ORTA	ORTA
SÇD			ORTA	ORTA
Nihai Durum	ÇOK İYİ			

Hasan Boğuldu (R1) istasyonu üçüncü dönem eklenen bir istasyon olduğu için ilk iki dönem numune alınmamıştır. Üçüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. Dördüncü örnekleme döneminde su kalitesi sınıfı; TIT indeksine göre ÇOK İYİ ve TI indeksine göre ORTA düzeyde belirlenmiştir. R1 istasyonunun nihai su kalitesi durumu ÇOK İYİ olarak belirlenmiştir.

Kuzey Ege Havzasındaki akarsuların ortalama TIT, ekolojik kalite oranı (EKO) ve nihai ekolojik kalite durumları Tablo 4.27’de verilmiştir. TIT (Çelekli vd., 2016, 2018) analizine göre en yüksek TIT değeri A3 istasyonunda hesaplanmıştır (2,82). Hesaplanan en düşük TIT değeri ise KUZ-2 istasyonunda olmuştur (1,57). TIT’e dayalı en düşük EKO düzeyi A3 istasyonunda (0,58), en yüksek EKO değeri ise KUZ-2, KUZ-12, KUZ-13 istasyonlarında hesaplanmıştır. ASSANE KIYAS en düşük ve yüksek olarak yeterlidir.

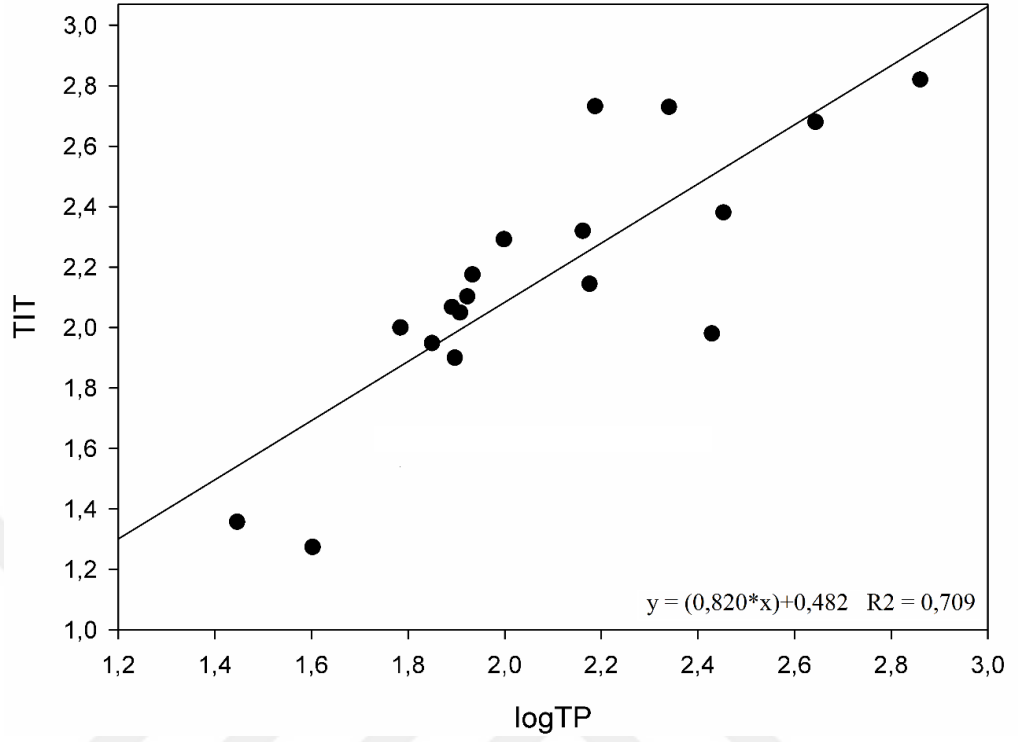
Tablo 4.27 TIT, EKO ve Ekolojik durum tablosu

İstasyon	Kod	TIT	EKO	DURUM
Bakırçay Çayı	A1	2.32	0.72	Orta
Yağcılı Deresi	A2	2.60	0.66	Orta
Bakırçay Çayı	A3	2.82	0.58	Orta
Havran Çayı	A4	2.05	0.82	İyi
Zeytinli Deresi	A5	1.95	0.89	Çok İyi
Menderes Çayı	A6	2.07	0.87	İyi
Menderes Çayı	A7	2.73	0.64	Orta
Geme Deresi	A8	2.05	0.81	İyi
Madra Çayı	A9	1.98	0.86	İyi
Bakırçay Çayı	A10	2.68	0.65	Orta
Menderes Çayı	A11	2.29	0.78	İyi
Şahin Deresi	A12	2.18	0.85	Çok İyi
Geyikli Deresi	KUZ-2	1.57	0.99	Çok İyi
Savaştepe Deresi	KUZ-3	2.00	0.86	İyi
Çatak Deresi	KUZ-4	2.10	0.85	Çok İyi
Güzelhisar Deresi	KUZ-12	1.66	0.99	Çok İyi
Kemer Deresi	KUZ-13	2.14	0.99	Çok İyi
Hasan Boğuldu Deresi	KUZ-R1	2.14	0.90	Çok İyi

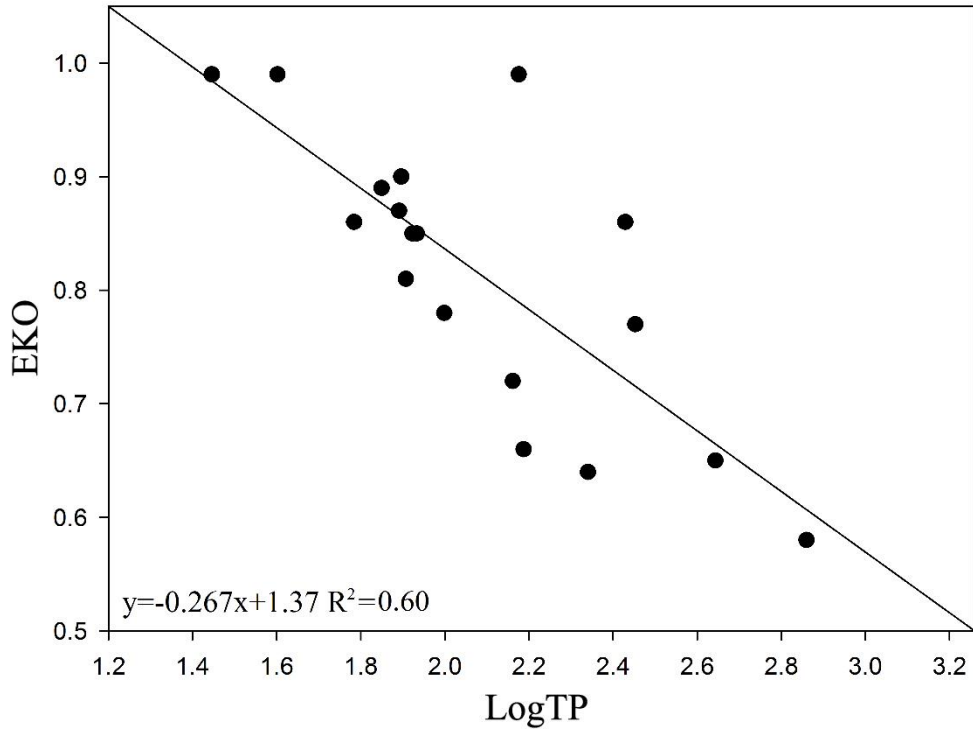
TIT metric düzeyi TIT ile logTP (Şekil 4.14) ve EKO ile logTP (Şekil 4.15) değerlendirilmiştir. TIT ile log TP arasındaki ilişki yüksek korelasyon katsayısına sahip olmuştur.

Önceki bulgular ve Kuzey Ege Havzasındaki akarsuların ekolojik kalite durumları TIT bir diyatome metriği olarak uygulanabilirliğini doğrulamıştır. Ayrıca TIT ve TP

arasındaki pozitif korelasyon su kütlelerinde bulunan organik kirleticilerin su kütleleri üzerindeki etkisini ve bu etkinin yansıtılabilirliğini doğrulamıştır.



Şekil 4.15 Kuzey Ege Havzası TIT ile logTP ilişkisi



Şekil 4.16 Ekolojik Kalite Oranları ile LogTP İlişkisi

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

- ✓ Su Çerçeve Direktifi kapsamında yürütülen ‘Ülkemize Özgü İndeksler Geliştirilmesi’ projesinde; Kuzey Ege Havzası akarsularına ait diyatome kompozisyonu ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi ayrıca diyatome ilişkilerinin çok yönlü istatistiksel analizler kullanılarak değerlendirilmiştir.
- ✓ Kuzey Ege Havzasına 18 akarsu ekosisteminden yaz, sonbahar 2014 ve ilkbahar, yaz 2015 dönemlerinde dört dönem boyunca örnekleme yapılmıştır.
- ✓ Kuzey Ege Havzası suları genellikle alkalın yapıdadır. A7 istasyonu en düşük rakım değerine (14m) sahip olup en yüksek su sıcaklığı (25,9 °C) kaydedilmiştir.
- ✓ A10 istasyonunda en yüksek tuzluluk değeri (0,46 ppt) ve en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (864 µS/cm) ölçülmüştür. A10 istasyonu yerleşim yeri, tarım ve endüstriyel faaliyetlerin baskısı altındadır. Bu sebeplerden dolayı tuzluluk ve elektriksel iletkenlik ile birlikte aynı istasyonda TP ve TN değerleri de diğer istasyonlardan yüksek bulunmuştur.
- ✓ Çalışma süresince toplam 80 diyatome taksonu tespit edilmiştir. *Cocconeis placentula*, *Cymbella excisa*, *Didymosphenia geminata*, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula oppugnata*, *Navicula cryptocephala* ve *Ulnaria ulna* çalışma süresince yaygın görülmüştür.
- ✓ CCA'nın iki ekseni, ekosistemlerde ki diyatome türleri ile çevresel faktörler arasında % 92,8 ve % 91,2 oranları ile yüksek ilişki olduğunu açıklamıştır. Bu ilişki Monte Carlo permütasyon testi sonucuna göre önemli olmuştur (F= 2.990 ve p= 0.0300).
- ✓ Parsiyel CCA sonuçlarına göre Kuzey Ege Havzası istasyonlarında diyatome türlerinin dağılımında sıcaklık, konduktivite, TP, ÇO, pH, TOC, sıcaklık, NO₃, BO₅, TN PO₄ ve tuzluluk olmuştur.

- ✓ *Aulacoseira granulata*, *Gomphonema minutum*, *Encyonema leibleinii*, *Rhopalodia gibba* ve *Navicula capitatoradiata* sıcaklığın yüksek olduğu sularda yayılış göstermiştir.
- ✓ *Cocconeis placentula*, *Diploneis elliptica*, *Pantocsekiella ocellata* ve *Nitzschia frustulum* BOI₅ ve pH'ın yüksek olduğu sularda yayılış göstermiştir. *H. arcus* çözünmüş oksijen seviyesinin yüksek olduğu ve besin tuzlarının düşük olduğu suları tercih etmiştir.



KAYNAKLAR

Admiraal, W., Peletier, H., Zomer, H. (1982). Observations and experiments on the population dynamics of epipelagic diatoms from an estuarine mudflat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **14**: 471-487

Akın, M., Akın, G. (2007). *Dil Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*. Ankara Üniversitesi, **47**, 105-118

Atıcı, T., Ahıska, S. (2005). Ankara Çayı kirliliği ve algleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **18**, 51-59.

Ateş, H., Ertan, O. (2017). Pınargözü Kaynağı (Yenişarbademli/Isparta)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Epilitik Algleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **13 (2)**, 211-219. DOI: 10.22392/egirdir.303829

Angermeier, P. L., Karr J. R. (1994). Biological integrity versus biological diversity as policy directive. *BioScience*, **44 (10)**, 690-697.

Anonim, (2007). Uluabat Gölü Sulakalan Yönetim Planı. Bursa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü, 172s.

Anonim, (2010). Kuzey Ege Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara

Anonim, (2016). Ülkemize Özgü Su Kalitesi Ekolojik Değerlendirme Sisteminin Kurulması Projesi. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, (2017). İnternet erişimi. <https://water.usgs.gov/edu/watercycledanish.html>

Bere, T., Tundisi, J. G. (2011). Diatom-based water quality assessment in streams influence by urban pollution: effects of natural and two selected artificial substrates, são carlos-sp, Brazil. *Brazilian Journal of Science and Technology*, **15** (1), 54-63.

Bingöl, N. A., Özyurt, S. B., Dayıoğlu, H., Yamık, H., Solak C. N. (2007). Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) epilitik diyatomeleleri. *Ekoloji Dergisi*, **15**, 62, 23-29.

Biggs B. J. F., Stevenson R. J., Lowe R. L. (1998). A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv für Hydrobiologie*, **143**: 21–56.

Bona, F., Falasco, E., Fassina, S., Griselli, B., Badino, G. (2007). Characterization of diatom assemblages in mid-altitude streams of NW Italy. *Hydrobiologia*, **583**, 265–274.

Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Çınar, Ş., Küçükpara, R., Savaşer, S., Köse, E. (2012). Kestel Deresi (Burdur) Su Kalitesinin Belirlenmesi Ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (28).

Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü. (1997). Su Kaynaklarının Yönetimi,Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, *Ulusal Çevre Eylem Planı*.

CEN, (2014). Water quality. Guidance for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes. *BSI Standards Publication*. BS EN 13946

Chapman, D., Kimstach, V. (1996). Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, *Sediments and Water in Enviromental Monitoring*, **2**, 1-56, UNESCO / WHO/ UNEP.

Chessman, B., C. (1986). Avustralya Nehri sisteminin diyatomele florası: Mekansal desenler ve çevresel ilişkiler. *Tatlı Su Biyolojisi*, **16** (6), 805-819.

Cirik, Ş. (2005). Limnoloji (Ders Kitabı), *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları*, **21**, 166, İzmir.

Cirik S., Gökpinar, Ş. (1993). *Plankton Bilgisi*, Ege. Ü. Su Ür. Fak. Yay.

Cooper, J., T. (2018). Digital Imagery of Diatoms from the Upper Ohio River Basin. Northern Kentucky University

Cai, H. G., Ying, J., Ni, Z. H., Lan, P., Zhang, Y. Y., Yu, R. J., Wei, D. M. (2016). Diatoms Distribution in Ningbo Three-river Watershed during Summer. *Fa yi xue za zhi*, **32 (6)**, 413-414.

Çelekli, A. (2006a). Comparative Analysis of Seasonal Water Quality Changes and Algae Potential between Lake Abant and Lake Gököy. Ph.D., University of Abant İzzet Baysal, *Institute of Science*, 395.

Çelekli, A. (2006b). Net Diatom (Bacillariophyceae) Flora of Lake Gököy (Bolu). *Turkish Journal of Botany.*, **30 (5)**, 359-374.

Çelekli, A., Kulköylüoğlu, O. (2006). Net Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) Composition of Lake Abant (Bolu). *Turkish Journal of Botany*, **30 (5)**; 331-347.

Çelekli, A., Toudjani, A. A., Gümüş, E. Y., Kayhan, S., Lekesiz, H. Ö., Çetin, T. (2016). Fitobentoz İndekslerin Geliştirilmesi. T.C. Orman Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Çelekli, A., Toudjani, A. A., Gümüş, E. Y., Kayhan, S., Lekesiz, H. Ö., Çetin, T. (2018). Determination of trophic weight and indicator values of diatoms in Turkish running waters for water quality assessment. *Turkish Journal of Botany*, **42**.

Çetin, A. K., Şen, B., Yıldırım, V., Alp, T. (2003). Orduzu Baraj Gölü (Malatya, Türkiye) Bentik Diyatome Florası. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **15(1)**, 1-7.

Çiçek, N., L., Ertan, Ö., O. (2015). Köprüçay nehri (Antalya) su sürümünün epilolitik diyotomlarla dönmesi. *Ege Su Ürünleri ve Su Bilimleri Dergisi*, **32(2)**, 65-78.

Çolak, Ö., Kaya, Z. (1988) Alglerin Atık Suların Arıtılmasında Kullanılma Olanakları, *Doğa Türk Botanik Dergisi*, **12 (1)**.

Delgado, C., Pardo I., García, L. (2012). Diatom communities as indicators of ecological status in Mediterranean temporary streams (Balearic Islands, Spain). *Ecological Indicators*, **15**, 131–139.

Delgado, C., Pardo, I. (2014). Comparison of benthic diatoms from Mediterranean and Atlantic Spanish streams: Community changes in relation to environmental factors. *Aquatic Botany* **120**, 304–314.

Dell'uomo, A. (2004). L'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti, line guida. Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università di Camerino. Gomá, J., Ortiz, R., Cambra, J., Ector, L., 2004. Water quality evaluation in Catalan Mediterranean rivers using epilithic diatoms as bioindicators. *Vie et Milieu*, **54**, 81–90.

Della Bella, V., Puccinelli, C., Marcheggiani, S., Mancini, L. (2007). Benthic diatom communities and their relationship to water chemistry in wetlands of central Italy. *Annales de Limnologie*, **43**: 89-99.

Descy, J. P., Coste, M. (1991). A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Verhandlungen der internationale vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* **24**, 2112-2116.

DSİ, (1997). Devlet Su İşleri Haritalı İstatistik Bülteni. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Ankara

DSİ, (2009). Su ve DSİ, *DSİ Yayınları*, Ankara.

Ducharne, A., Baubion, C., Beaudoin, N., Benoit, M., Billen, G., Brisson, N., Garnier, J., Kieken, H., Lebonvallet, S., Ledoux, E., Mary, B., Mignolet, C., Poux, X., Sauboua, E., Schott, C., Théry, S., Viennot, P. (2007). Long term prospective of the Seine River system: confronting climatic and direct anthropogenic changes. *Science of the Total Environment*, **375**, 292–311.

Egemen, Ö. (2006). Su kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, **14 (6)**, 150 s, Bornova-İzmir.

European Communities (2009). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No.20, Guidance Document on Exemptions to the Environmental Objectives. Luxembourg: *Office for Official Publications of the European Communities*.

Fakıoğlu, Ö., Şensurat, M., Arslan, H. (2012). Pulur Çayı (Erzurum) epilitik ve epifitik diyatomeleleri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **8 (1)**: 1-8 (2012)

Fidlerová D., Hlúbiková D. (2016). Relationships between benthic diatom assemblages' structure and selected environmental parameters in Slovak water reservoirs (Slovakia, Europe). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, **417**, 27.

Franson, M. A. H. (1985). "Method 303A, p. 157–160. In: Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater", **16**. APHA, AWWA, WPCF; Washington,

Geldiay, R., Balık, S. (1995). Türkiye'nin Tatlı Su Balıkları. *Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi No: 37*, 519 s, İzmir.

Giller, P. S., Malmqvist, B. (1998). The Biology of Streams and Rivers, *Oxford University Press*.

Gómez, N. (1998). Use of epipellic diatoms for evaluation of water quality in the Matanza-Riachuelo (Argentina), a pampean plain river. *Water research*, **32(7)**, 2029-2034.

Güler, Ç. (1997). Su Kalitesi, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, No:43, Sağlık Bakanlığı, Ankara.

Gülsoy, S., Özkan, K. (2008). Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, **1**, 168-178.

Hall R. I., Smol J. P. (1992). A weighted–averaging regression and calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canada) lakes. *Freshwater Biology*, **27**, 417–434.

Güney, E. (1995). Türkiye'de sulak alanların çevre sorunları. *Türk Coğrafya Dergisi*, **(30)**.

Gülcü, A. İ., Berberoğlu E., Türkay M. S., Erdem O., Çağırankaya S., Yılmaz T. (2013). *Sulak Alanlar*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı ve Kayıhan Ajans Ltd. Şti. Ankara, **158**

Hejzlar, J. V. (1998). Longitudinal heterogeneity of phosphorus and phytoplankton concentrations in deep-valley reservoirs. *International Review of Hydrobiology*. **83**, 139-146

Hendey, N. I. (1964): An Introductory of the Smaller Algae of British Coastal Water **5: Bacillariophyceae (Diatoms)**, London.

Horne, A. J., Goldman C. R. (1994). *Limnology*, Second Edition, McGraw – Hill Inc

Hutchinson, G. E. (1967). *A Treatise on Limnology, Volume II, Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton*, John Wiley and Sons Inc New York. 1048 p.

İsbir, E., Açma, B. (2005). *Kentleşme ve Çevre Sorunları*. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, No: **861**

Jakovljević, O., Popović, S., Živić, I., Stojanović, K., Krizmanić, J. (2016). Vrla Nehri'nin (Sırbistan) bentik diyatomları ve bunların su ekolojik durum değerlendirmesinde uygulanması. *Okyanusbilim ve Hidrobiyolojik Çalışmalar*, **45 (3)**, 304-315.

Juggins, S., ter Braak C. J. F. (1992). CALIBRATE-Program for species-environment calibration by (weighted averaging) partial least squares regression. Environmental Change Res Cent University College London.

Karr, J. R. (1991). Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecol. Appl.*, **1** (1), 66-84.

Kelly, M. G., Cazaubon, A., Coring, E. (1998). Journal of Applied Phycology **10**: 215. <https://doi.org/10.1023/A:1008033201227>

Kobayasi, H., Mayama, S. (1989). Evaluation of riverwater quality by diatoms. *Korean Journal of Phycology*, **4**, 121–133.

Kolkwitz, R, Marson, M. (1908). Ökologie der pflanzliche Saprobien. *Berichte Der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, **26**: 505-519.

Licursi, M., Gomez, N. (2002). Benthic in three diatoms and some environmental conditions Lowland Streams. *Annales de Limnologie*, **38** (2) 109 -118.

Lobo, E. A., Callegaro, V. L. M., Hermany, G., Gómez N., Ector, L. (2004). Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms. *Vie et Milieu*, **54**, 105–114.

Lowe, R., L., McCullough, J., M. (1974). Portage River, Wood County, Ohio kuzey dalında kanalizasyon arıtma tesisi atık su diyatom toplulukları üzerindeki etkisi. *The Ohio Journal of Science*. **54**-161.

Maraşlıoğlu, F., Gönülol, A., Pelit, G. (2016). Tersakan Çayı (Samsun-Amasya, Türkiye) Epilitik Alglerinin Bazı Fizikokimyasal Değişkenlerle İlişkisi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **6** (14):1-11.

Manoylov, K. M., Stevenson, R. J. (2006). Density-dependent algal growth along N and P nutrient gradients in artificial streams. In Advances in Phycological Studies, ed. N. Ognjanova-Rumenova and K. Manoylov, Moscow: *Pensoft Publishers*, **333**-52.

Magnin, G., Yarar, M. (1997). Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.

Magurran, A., E. (1988). Ekolojik Çeşitlilik ve Ölçümü . Princeton Üniversitesi Yayınları, Princeton, NJ.

Margalef, R., (1958). Information theory in ecology, *International Journal of General Systems*, **3**, 36-71.

Meriç, T. (2004). Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* **28** (1)

Morkoyunlu, A., Özmen, A., Erkebay, Ş., Sertyeleser, B. (2017). İstanbul, Aliğa, Bostancı Ve Orta Derelerinin Epilitik Diyatomları (Sakarya/Türkiye). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, (2), 21-27. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/bibad/issue/35728/398505>.

Meyer, D. (1987) Makroskopisch- Biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern, 3. Auflage, A.L.G. 6, 3000, Hannover, 140 .

Mustapha, M. K. (2008). Assessment of the Water Quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, Using Selected Physico-Chemical Parameters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8**: 309-319.

Nikolsky, G. V. (1963). The ecology of fishes. *Academic Press*, 352 p, London.

Pan Y, Stevenson RJ (1996). Gradient analysis of diatom assemblages in western Kentucky wetlands. *Journal of Phycology*, **32**: 222-232.

Padisak, J., Borics, G., Grigorszky, I., Soroczki-Pinter, E. (2006). Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia*, **553**, 1-14.

Pala, G., Çağlar, M. (2008). Peri Çayı (Tunceli/Türkiye) Epilitik diyatomeleleri ve mevsimsel değişimleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, **20**(4), 557-562.

Pipp, E. (2002). A regional diatom-based trophic state indication system for running water stations in Upper Austria and it's over regional applicability. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, **27**, 3376–3380.

Primack, R. B. (1995). *Naturschutzbiologie*. Spektrum. Akad. Verl., Heidelberg.

Potapova, M, Charles, D. F. (2003). Distribution of benthic diatoms in US rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology*, **48**: 1311-1328.

Potapova, M., Charles, D.F., Ponade, K.C., Winter D.M. (2004). Quantifying speciesindicator values for trophic diatom indices: comparison of approaches. *Hydrobiologia*, **517**, 25–41.

Prenitz, R., Smol, J. P. (1993). “Diatom Assemblages and Their Relationship to Enviromental Variables in Lakes from the Boreal-Tundra Ecotone Near Yellowknife, Northwest Territories, Canada”, *Hydrobiologia*, **269/270**: 391-404

Rimet, F., Goma, J., Cambra J., Bertuzzi, E., Cantonati, M., Cappelletti, C., Ciutti, F., Cordonier, A., Coste, M., Delmas, F. (2011). Benthic diatoms in western European streams with altitudes above 800 m: characterization of the main assemblages and correspondence with ecoregions. *Diatom Research* **22**: 147-188.

Rothpletz, (1896). *Alman Jeoloji Derneği*, Cilt 48, Sayı **4**, s. 854 – 914

Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Ortler, K., Binder, N., Pall, K. (1999). Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. (2): Trophieindikation sowie geochemische Präferenzen, taxonomische und toxikologische Anmerkungen). Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f.Land-u. Forstwirtschaft, Wien.

Round, F. E. (1964). The Ecology of Benthic Algae. In: Jackson D.F. (eds) *Algae and Man*. Springer, Boston, MA

Reynolds, C. S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press.

Reynolds, C. S. (2006). *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press.

Sahtiyancı, H., Ö. (2014). Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Çevresel Hedefler Ve Önlemler Programı: Büyük Menderes Havzası Örneği

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**, 233–246.

Sarihan, E. (1985). Limnoloji. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları, **71**(110) Adana.

Schwörbel, J. (1987). Schwörbel, J. 1987. Einführung in die Limnologie. Gustav Fischer Verlag, 269 p, Stuttgart

Shannon, C. E., Weaver W. (1949). The Mathematical Theory of Communication, Urbana, *University of Illinois Press*, **117** pp

Sıvacı, R., Dere, Ş. (2006). Melendiz Çayı'nın (Aksaray-Ihlara) Epipelik Diyatome Florasının Mevsimsel Değişimi. *CÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, **27**(1), 1-12.

Singh, A. P., Srivastava P. C., Srivastava, P. (2008). Relationships of Heavy Metals in Natural Lake Waters with Physico-chemical Characteristics of Waters and Different Chemical Fractions of Metals in Sediments. *Water Air Soil Pollution*. **188**, 181-193.

Simpson, E. H. (1949) . Measurement of diversity. *Nature* **163**:688

Sladeček, V. (1973). System of water quality from the biological point of view. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft*, **7**, 1–218.

Steinberg, C., Schiefele, S. (1988). Biological indication of trophy and pollution of running waters. 2. *Wasser-Abwasser-Froscher*, **21**, 227-234.

Stevenson, R. J. (1997). Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society*, **16**: 248-262.

Szczepocka, E. (2007). Benthic diatoms from the outlet section of the Bzura River 30 years ago and presently. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*, **36**, 1, 255 -260.

Szabó, K., Kiss, K. T., Ector, L., Kecskés, M., Ács, É. (2004). Benthic diatom flora in a small Hungarian tributary of River Danube (Rákos-stream). *Algological Studies*, **111**(1), 79-94.

Solak, C., N., Çetin, T., Kaleli, A. (2017). Küçük Menderes Nehir Havzası'nda Bentik Diyatome (Fitobentoz) Kompozisyonunun Dağılımı, *Turkish Journal Of Water Science Management*, **2**(1).

Soininen, J. (2007). Environmental and spatial control of freshwater diatoms - a review. *Diatom Research* **22**: 473–90.

Strickland, J., D., H. (1960). Measuring The Production of Marine Phytoplankton, *Minster of Fisheries*, Ottawa, (122).

Şahin, B. (1992). Trabzon Yöresi Tatlısu Diatome Florası Üzerine Bir Araştırma. *Doğa-Turkish Journal of Botany*, **16**, 104-116.

Şişli, M.N. (1999). Çevre Bilim Ekoloji. Gazi Kitapevi, Ankara

Şengül, F., Müezzinoğlu, A. (2008). Çevre Kimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi

Taş, B., Yılmaz, Ö. (2015). Epilithic Algal Diversity of Cimil Stream (Rize, Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **3(10)**, 826-833.

Taylor J., Prygiel J., Vosloo A., de La Rey, P., Van Rensburg, L. (2007). Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa. A case study of the Crocodile West and Marico water management area. *Hydrobiologia*, **592**: 455–464.

Tepe, Y. (2009). Determination of the Water Quality of Reyhanlı Yenisehir Lake (Hatay). *Ekoloji*, **18(70)**: 38-46.

Torlak, S. E., Demirel, M. (2009). “Türkiye’de Su Kaynakları ve Yönetim Sorunları”, Uluslararası Davraz Kongresi 24-27 Eylül 2009, *Küresel Diyalog Bildiri Özetleri Kitabı*, Eylül, Isparta, s.184

Tokatlı, C., Köse, E., Uysal, K., Çiçek, A., Arslan, N. (2011). Porsuk Baraj Gölü Epipelik Diyatome Frustullerinde Makro ve Mikro Element Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, **4(2)**, 1-6.

Tokatlı, C., Dayıoğlu, H. (2011). Murat Çayı (Kütahya) Epilithic Diyatome. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **25**, 1-12.

Toudjani, A. A., Çelekli, A., Gümüş, E. Y., Kayhan, S., Lekesiz, H. Ö., Çetin, T. (2017). A new diatom index to assess ecological quality of running waters: a case study of water bodies in western Anatolia. *In Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* **53**, 333-343.

Turan, F. (2002) Türkiye’nin Su Ve Toprak Kaynakları Potansiyeli Ve Gelişimi, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, **420**,4-6

UNEP Vital Water Graphics, (2002). Freshwater Resources, (Erişim) (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20624/Vital_water_graphics.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S. (2008). Hazar gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*. **1**, 119-127.

Van Dam, H., Mertens, A., Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, **28**, 117–184.

Venkatachalapathy, R., Karthikeyan, P. (2013). Benthic Diatoms in River Influenced By Urban Pollution, Bhavani Region, Cauvery River, South India. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, **2** (3), 2278-3075.

Yüce, A. M., Gönüloğlu, A. (2016). Evaluations of epilithic diatoms and biotic index in Sakarya river, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, **48(5)**, 2153-2158.

Wang, X., Zheng, B., Liu, L., Li, L. (2014). Use of Diatoms in River Health Assessment. *Annual Research & Review in Biology*, **4(24)**, 4054-4074,

Webb B. W., Walling, D. E. (1993). Webb, B.W. And Walling D.E., “Temporal variability in the impact of river regulation on thermal regime and some biological implications”. *Freshwater Biology*, **29**: 167–182 (1993).

Wetzel, R. G. (1983). “Limnology”, Michigan State University, USA

Wetzel, R. G. (2001). “Limnology of Lake and River Ecosystems”. Third Edition, *Academic Press*, San Diego,

Wu, J. T. (1986). Relation of change in river diatom assemblages to water pollution. *Botanical Bulletin Academia Sinica*, **27**, 237-245.

Wunsan, S., Cattaneo A., Bourassa, N. (2002). Comparing diatom species. genera and size in biomonitoring: a case study from streams in the Laurentians (Québec. Canada). *Freshwater Biology*., **47**, 325–340.

WWF, (2013). Water Stewardship: Perspectives on business risks and responses to water challenges.

Zhou, Jie-xing., Wang, J., Wang, P., Hua, Y., Liu, B., Li, J. (2012). Wavelet Analysis of Water Quality Changes in Dianchi Lake during the past 7a. *Procedia Earth and Planetary Science*. **5**, 280 – 288

Varol, M., Şen, B. (2014). Dicle Nehri'nin Planktonik Alg Florası, *Journal of FisheriesSciences.com*, **8(4)**: 252-264.

Yavuz, L. (1995). Çevre açısından sulak alanların önemi. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*,**(1)**: 80-86, 939.

Yıldırım, V., Tanrikulu, A. (2011). Dicle Nehri'nin (Diyarbakır) Fiziko-Kimyasal Özellikleri İle Epipelik Algleri, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 2011, **6(2)**

Yüksek, P. (2004) Türkiye'nin Su Kaynakları Ve Havza Planlamasına Dönük Genel Değerlendirmeler, Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*. **1-2** (71-83)

Yıldız, K., Özkıran, Ü. (1991). Kizihrmak Nehri Diatomeleri, *Turkish journal of botany*, **18**, 313-329.

Yıldız, K., Özkıran, Ü. (1994). Çubuk çayı diatomeleri. *Turkish journal of botany*, **18**, 313-329.

Mustapha, M. K. (2008). Assessment of the Water Quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, Using Selected Physico-Chemical Parameters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8**: 309-319.

Della Bella, V., Puccinelli, C., Marcheggiani, S., Mancini, L. (2007). Benthic diatom communities and their relationship to water chemistry in wetlands of central Italy. *Annales De Limnologie-International Journal of Limnology* **43**: 89-99.

Pan, Y., Stevenson, R. J. (1996). Gradient analysis of diatom assemblages in western Kentucky wetlands. *Journal of Phycology*, **32**: 222-232.

Potapova, M., Charles, D. F. (2003). Distribution of benthic diatoms in US rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology*, **48**: 1311-1328.

Rimet, F., Goma, J., Cambra, J., Bertuzzi, E., Cantonati, M., Cappelletti, C., Ciutti, F., Cordonier, A., Coste, M., Delmas, F. (2011). Benthic diatoms in western European streams with altitudes above 800 m: characterization of the main assemblages and correspondence with ecoregions. *Diatom Research* **22**: 147-188.

Taylor, J., Prygiel, J., Vosloo, A., de La Rey, P., Van Rensburg, L. (2007). Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa? A case study of the Crocodile West and Marico water management area. *Hydrobiologia* **592**: 455-464.

Stevenson, R., J. (1997). Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society* **16**: 248-262.

Biggs, B. J. F., Stevenson RJ, Lowe RL (1998). A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv für Hydrobiologie* **143**: 21-56.

Soininen, J. (2007). Environmental and spatial control of freshwater diatoms - a review. *Diatom Research*, **22**: 473-90.

Kolkwitz, R., Marson, M. (1908). *Ökologie der pflanzliche Saprobien. Ber Dtsch bot Ges*, **26**: 505-519.

Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Ortler, K., Binder, N., Pall, K. (1999). Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. **2**: Trophieindikation (sowie geochemische Präferenzen, taxonomische und toxikologische Anmerkungen). Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f.Land-u. Forstwirtschaft, Wien.

Szabó, K., Kiss, K. T., Ector, L., Kecskés, M., Ács, É., (2004). Benthic diatom flora in a small Hungarian tributary of River Danube (Rákos-stream). *Algological Studies*, **111(1)**, 79-94.