

**MUSTAFAKEMALPAŞA ÇAYI'NIN (BURSA) İKİ
FARKLI DÖNEMDEKİ SU KALİTESİNİN EPİLİTİK
DİYATOMELER KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dilara MESTİK



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUSTAFAKEMALPAŞA ÇAYI'NIN (BURSA) İKİ FARKLI DÖNEMDEKİ SU
KALİTESİNİN EPİLİTİK DİYATOMELER KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dilara MESTİK
0000-0003-0808-6593

Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Dilara MESTİK tarafından hazırlanan “Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) İki Farklı Dönemdeki Su Kalitesinin Epilitik Diyatomeler Kullanılarak Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU

Başkan: Prof. Dr. Şükran DERE
0000-0002-6780-1270
Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü,
Hidrobiyoloji Anabilim Dalı



İmza

Üye: Prof. Dr. Kemal ÇELİK
0000-0002-6931-2681
Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü,
Hidrobiyoloji Anabilim Dalı



İmza

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU
0000-0003-4288-8389
Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü,
Hidrobiyoloji Anabilim Dalı



İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

11.11/2013

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

17/10/2019



Dilara MESTİK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MUSTAFAKEMALPAŞA ÇAYI'NIN (BURSA) İKİ FARKLI DÖNEMDEKİ SU KALİTESİNİN EPİLİTİK DİYATOMELER KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dilara MESTİK

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU

Bu çalışmada Bursa ilinin önemli su kaynaklarından birini oluşturan Mustafakemalpaşa Çayı'nın biyolojik su kalitesinin epilitik diyatomeleler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde belirlenen iki istasyondan Ekim 2016-Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak epilitik diyatome örnekleri toplanmış, aynı zamanda suda bazı fiziko-kimyasal değişkenlerin ölçümü yapılmıştır. Ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlerin yıllık ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve su kalite sınıfları ortaya konmuştur. Çalışma verileri aynı çalışma bölgesinden ve aynı istasyonlardan Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında aylık olarak elde edilen veriler ile karşılaştırılmış, örnekleme periyotları arasında epilitik diyatome kompozisyonunun karşılaştırılması yapılmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nın epilitik diyatome florasında 2001-2002 periyodunda 41 cinse ait 97 takson, 2016-2017 periyodunda 31 cinse ait toplam 68 takson tespit edilmiştir. Her iki periyotta da *Achnanthisdium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *Navicula veneta* Kützing, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow ve *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot nisbi bolluk ve tekerrürleri bakımından en önemli taksonlar olmuşlardır. Çalışmada epilitik diyatomeleler kullanılarak Trofik Diyatome İndeksi uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan Trofik Diyatome İndeksi sonuçlarına göre her iki örnekleme periyodunda da çalışma alanının ötrofik seviyede olduğu tespit edilmiştir. İki örnekleme periyodu karşılaştırıldığında epilitik diyatome takson sayısının yıllara göre azaldığı tespit edilmiştir. Diyatome takson sayısının yıllara bağlı olarak azalması insan faaliyetleri sonucunda artan kirlilik yükü artışına bağlanmıştır. Bu çalışmada Trofik Diyatome İndeksi'nin biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmasının uygun olduğu ve epilitik diyatomelelerin su kalitesinin belirlenmesinde iyi bir indikatör olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: biyolojik su kalitesi, epilitik diyatomeleler, Mustafakemalpaşa Çayı, Trofik Diyatome İndeksi,

2019, ix + 99 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF MUSTAFAKEMALPAŞA STREAM
(BURSA) AT TWO DIFFERENT PERIODS USING EPILITHIC DIATOMS

Dilara MESTİK

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU

In this study, it is aimed to determine the biological water quality of Mustafakemalpaşa Stream which is one of the important water resources of Bursa province by using epilithic diatoms. Epilithic diatom samples were collected monthly from October 2016 to September 2017 at two stations on Mustafakemalpaşa Stream, and some physico-chemical variables were measured in stream water. The annual average values of the measured physico-chemical variables were evaluated according to the Surface Water Quality Regulation and water quality classes were determined. The study data were compared with the monthly data obtained from the same study area and the same stations between April 2001 and May 2002, epilithic diatom composition was compared between sampling periods. 97 taxa belonging to 41 genera in 2001-2002 period and 68 taxa belonging to 31 genera in 2016-2017 period were detected in epilithic diatom flora of Mustafakemalpaşa Stream. In both periods, *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *Navicula veneta* Kützing, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow and *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot are the most important taxa in terms of their relative abundance and recurrence. In this study, Trophic Diatom Index was applied by using epilithic diatoms. According to the results of the Trophic Diatom Index applied in the study, the study area was found to be eutrophic in both sampling periods. When the two sampling periods were compared, it was found that the number of epilithic diatom taxa decreased compared to years. The decrease in the number of diatom taxa over the years has been attributed to the increase in pollution load as a result of human activities. In this study, it is appropriate to use the Trophic Diatom Index to determine the biological water quality and epilithic diatoms are a good indicator for determining water quality.

Key words: biological water quality, epilithic diatoms, Mustafakemalpaşa Stream, Trophic Diatom Index,

2019, ix + 99 pages.

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli fikirlerinden ve yardımlarından faydalandığım ve bu tezi hazırlamamda bana büyük destek veren, gösterdiği ilgi ve sabrından dolayı, danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU' na,

Destekleri, görüş ve önerileriyle bana yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Şükran DERE, Doç. Dr. Nurhayat DALKIRAN ve Araş. Gör. Mihriban ÖZEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezi arazi ve laboratuvar çalışmalarını birlikte gerçekleştirdiğim değerli arkadaşım Güllü KARABAYIR 'a

Ayrıca hayatım ve eğitimim boyunca maddi ve manevi her yönüyle benim yanımda olan, beni destekleyen ve sabır gösteren annem Aynur TAŞ'a, babam Oğuz Murat TAŞ'a ve kardeşim Batuhan Taş'a, çalışmalarım boyunca beni destekleyen ve her zaman bana güç veren sevgili eşim Ali MESTİK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Dilara MESTİK
17/10/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Akarsuların Biyolojik Su Kalitelerinin Belirlenmesinde Diyatome İndekslerinin Kullanılmasına Yönelik Ülkemizde Yapılan Çalışmalar	6
2.2. Mustafakemalpaşa Çayı Alt Havza / Susurluk Havzası Akarsularında Yapılan Su Kalitesi Çalışmaları	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve istasyonlar	15
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler	19
3.2.2. Epilitik diyatomelerin toplanması, tespiti, tayini ve sayımı	20
3.2.3. Trofik diyatome indeksi (TDI)	22
3.2.4. Diyatome takson zenginliği	23
4. BULGULAR	24
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular	24
4.2. Biyolojik Bulgular	29
4.2.1. Mustafakemalpaşa Çayı epilitik diyatomeleri ve mevsimsel değişimi	29
4.2.2. Trofik diyatome indeksi (TDI) sonuçları	63
4.2.3. Diyatome takson zenginliği sonuçları	66
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	69
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	99

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

NH₄-N
HCO₃
B
Fe
PO₄-P
pH
CO₃
L
Mg
µS
mg
NO₃-N
NO₂-N
°C
Cm
Si
SiO₂
T
SO₄
TH
%

Açıklama

Amonyum Azotu
Bikarbonat
Bor
Demir
Fosfat Fosforu
Hidrojen Gücü
Karbonat
Litre
Mikrogram
Mikrosiemens
Miligram
Nitrat Azotu
Nitrit Azotu
Santigrat Derece
Santimetre
Silis
Silisyumdioksit
Su Sıcaklığı
Sülfat
Toplam Sertlik
Yüzde Oranı

Kısaltmalar

AKM
BBI
BDI
BMWP
BMWP
BOD₅
BSI
BUSKİ
ÇO
DESCY
PTI
DAIpo
IBD
WHO

Açıklama

Askıda Katı Madde
Belçika Biyotik İndeksi
Biyolojik Diyatome İndeksi
Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi
Biyolojik İzleme Çalışma Gurubu Skor Sistemi
Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Biyotik Sediment İndeksi
Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
Çözülmüş Oksijen
Descy İndeksi
Diyatom Kirlilik Tolerans İndeksi
Diyatome Birliği İndeksi
Diatom Biyolojik İndeksi
Dünya Sağlık Örgütü

EC	Elektriksel İletkenlik
EBI	Genişletilmiş Biyotik İndeksi
GDI	Generic Diatom Index
GI	Generik İndeks
DI-CH	İsviçre Diatom İndeksi
MHBI	Modifiye Hilsenhoff Biotik İndeksi
MI	Makrofit Endeksi
EPI-D	Ötrofikasyon / Kirlilik İndeksi
IBPAMP	Pampean Biyotik İndeksi
IDP	Pampean Diyatome İndeksi
SID	Rott Sabrobite İndeksi
DI-CH	Swiss Diatom İndeksi
SÇD	Su Çerçeve Direktifi
SI	Saprobi İndeksi
SLA	Sládecěk İndeksi
TBI	Trent Biyotik İndeksi
TDI	Trofik Diyatome İndeksi
TI	Trophic İndeks
TIT	Trofik İndeks-Türkiye
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Çalışma bölgesinin haritası.....	16
Şekil 3.2. Döllük istasyonunun genel görünümü.....	17
Şekil 3.3. Ayazköy istasyonunun genel görünümü.....	17
Şekil 4.1. <i>Achnanthydium minutissimum</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi	39
Şekil 4.2. <i>Achnanthydium minutissimum</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	39
Şekil 4.3. <i>Amphora pediculus</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	40
Şekil 4.4. <i>Amphora pediculus</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	41
Şekil 4.5. <i>Cocconeis placentula</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi	42
Şekil 4.6. <i>Cocconeis placentula</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi	43
Şekil 4.7. <i>Cymbella affinis</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi	44
Şekil 4.8. <i>Cymbella affinis</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi	45
Şekil 4.9. <i>Gomphonema calcareum</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	47
Şekil 4.10. <i>Gomphonema calcareum</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	48
Şekil 4.11. <i>Navicula capitatoradiata</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	49
Şekil 4.12. <i>Navicula tripunctata</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	51
Şekil 4.13. <i>Navicula tripunctata</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	51
Şekil 4.14. <i>Navicula veneta</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	52
Şekil 4.15. <i>Navicula veneta</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	52
Şekil 4.16. <i>Nitzschia amphibia</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	53
Şekil 4.17. <i>Nitzschia amphibia</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	54
Şekil 4.18. <i>Nitzschia inconspicua</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	55
Şekil 4.19. <i>Nitzschia inconspicua</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	56
Şekil 4.20. <i>Nitzschia palea</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	57
Şekil 4.21. <i>Nitzschia palea</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	57

	Sayfa
Şekil 4.22. <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	58
Şekil 4.23. <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	59
Şekil 4.24. <i>Ulnaria ulna</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	61
Şekil 4.25. <i>Ulnaria ulna</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	61
Şekil 4.26. <i>Cyclotella meneghiniana</i> türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	62
Şekil 4.27. <i>Cyclotella meneghiniana</i> türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi.....	63
Şekil 4.28. 2001-2002 örnekleme periyoduna ait TDI sonuçları.....	64
Şekil 4.29. 2016-2017 örnekleme periyoduna ait TDI sonuçları.....	65
Şekil 4.30. 2001-2002 periyoduna ait takson zenginliği değerlerinin değişimi.....	67
Şekil 4.31. 2016-2017 periyoduna ait takson zenginliği değerlerinin değişimi.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Trofik Diyatome İndeksi su kalite sınıfları.....	22
Çizelge 4.1. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 periyodunda ölçülen fizikokimyasal analiz sonuçları ve YSKY (2016) kriterlerine göre su kalite sınıfları.....	25
Çizelge 4.2. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2016-2017 periyodunda ölçülen fizikokimyasal analiz sonuçları ve YSKY (2016) kriterlerine göre su kalite sınıfları.....	26
Çizelge 4.3. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin takson listesi.....	31
Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin tekerrür oranları	35
Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı 2001-2002 çalışma periyoduna ait bazı biyolojik izleme sonuçları	66
Çizelge 4.6. Mustafakemalpaşa Çayı 2016-2017 çalışma periyoduna ait bazı biyolojik izleme sonuçları	66

1. GİRİŞ

Su, en küçük canlı organizmadan, en büyük canlı varlığa kadar, bütün insan faaliyetlerini ve biyolojik hayatı ayakta tutan, canlılar için hayati öneme sahip dünya üzerinde doğal olarak bulunan en yaygın kaynaktır. Yeryüzündeki suyun % 97'sini deniz ve okyanuslar, % 2'sini akarsular, göller ve yeraltı suları, % 1'ini buzullar ve karlar oluşturmakta olup, bu su kaynakları yeryüzünün yaklaşık dörtte üçünü kaplamaktadır. % 97'sini oluşturan deniz ve okyanuslar tuzlu sudur. Geriye kalan % 3'lük bölüm ise tatlı su kaynağı olup bunun sadece % 1'i kullanılmaktadır (Açıkalin 2006). Dünyadaki tatlısu kaynaklarının oldukça sınırlı olduğu, iklim değişikliğinden kolayca etkilendikleri ve su miktarındaki azalmanın hem insanlar hem de ekosistemler için büyük öneme sahip olduğu açıkça görülmektedir (Kazancı 2008).

Yeryüzünde, kullanılabilir su kaynaklarının dağılımı eşit değildir. Dünya nüfusunun % 20'si temiz içme suyuna ulaşamamaktadır. % 50'si ise yeterli kalitede su kaynaklarından yoksundur (Biswas 1997). Bu nedenle tatlı su kaynaklarının büyük bir hassasiyetle korunması gerekmektedir. Ülkemiz su potansiyeli bakımından çok şanslı olmasına rağmen, zaman içerisinde sürekli artan su kirliliği de önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanayileşme ile birlikte artan sanayi atıkları, hızla artan dünya nüfusunun getirdiği su tüketimi, yoğun kanalizasyon atıkları, zirai ilaçlar gibi çevresel atıklar temiz suya ulaşma sorunlarından biri olmaktadır. Ayrıca su kirliliğinin oluş nedenleri arasında arıtılmadan deşarj edilen evsel, endüstriyel ve tarımsal nitelikli atık sular çok önemli bir yer tutar.

Akarsular açık sistemler olduklarından çevreden gelen etkileri hızla yansıtmakta ve meydana gelecek kirlenme akarsuyun ulaştığı tüm havza boyunca hem akarsuyu hem de akarsu çevresini etkilemektedir. Akarsuda yaşayan tüm canlılar dışarıdan gelen bu etkilerden doğrudan etkilenmektedir (Kalyoncu ve ark. 2004). Sonuç olarak su kalitesinin bozulması, ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Bu konu, yol açabileceği büyük felaketler nedeniyle, eğitim verilmesi, seminerler düzenlenmesi ve olabildiğince çok insana ulaşarak bir bilinç yaratılması gereken bir konudur.

Su kirliliğinin her geçen gün önemli boyutlara ulaşması ülkeleri ciddi derecede önlemler almaya zorlamıştır. Böylelikle pek çok mevzuatın oluşmasına sebebiyet vermiştir. Avrupa Birliği su kaynaklarının korunması ve yönetimine ilişkin mevzuat, AB mevzuatları içerisinde önemli bir değere sahiptir. Yirmiye aşkın direktif bulunmaktadır ve en önemlisi 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı “Su Çerçeve Direktifi”dir. Bu direktif, Avrupa Birliği’nin çıkardığı en kapsamlı su mevzuatıdır. Türkiye, AB Su Çerçeve Direktifi’ni kendi mevzuatıyla uyumlaştırma çabası içine girmiştir. Ülkemizin 2025 yılında büyük su sorunu ve su kıtlığı çeken ülkeler arasında yer alacağı düşünüldüğünde konu oldukça önem kazanmaktadır. Avrupa Birliği üyesi ülkeler, gelişmiş ülke statüsünde olduğundan, su ve toprak kaynaklarının % 100’e yakın bir bölümünü karşılıklı anlaşmalarla geliştirmişlerdir ve iyi duruma getirmişlerdir. Oysa ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesinde ancak % 40’lar seviyesine gelinebilmiş olmasıyla, daha kalan % 60’lık bölümünün hedeflendiği gibi 2030 yılına kadar geliştirilmesi gerekmektedir. Direktifin amacı, ülkemizin su yönetimi konusunda mevcut durumunu ve mevzuat maddelerini dikkate alarak söz konusu direktifin ülkemizde uygulanabilirliğine yönelik değerlendirme yapmaktır. Bu değerlendirmeler ile ülkemizin su kaynaklarının kötüye gidişini engelleyip iyi bir statüye getirilmesi en temel hedeftir.

Su kalitesinin izlenmesi, ilk yapılan çalışmalarda suyun fiziksel ve kimyasal verilerine göre yapılmakta ve sınıflandırılmaktaydı. Son yıllarda suda yaşayan canlı organizmalar da araştırmalara yeni bir boyut kazandırmıştır (Lowe ve Pan 1996, Soininen 2004). Özellikle kimyasal maddelerin konsantrasyonlarının kısa sürede değişim göstermediği akarsularda; su kalitesinin izlenmesinde biyolojik indikatörlerin daha güvenilir olduğu kanıtlanmıştır (Whitton ve ark. 1991, Prygiel ve Coste 1993, Whitton ve Rott 1996). Biyolojik indikatör olarak kullanılacak organizmalar; balık, fitoplankton, diyatome, makrofit, makroomurgasızlar gibi biyolojik elementlerdir. Su Çerçeve Direktifi’ne göre de biyolojik olarak su kalitesini izleme çalışmalarında adı geçen organizma gruplarının düzenli aralıklarla izlenmeleri önerilmektedir (Anonim 2000). Uzun yıllar kimyasal izlemeye odaklanılmış olsa da son dönemde su kalitesi izlenmesinde biyolojik izleme çalışmaları giderek artmaktadır. Günümüzde su kalitesi çalışmalarında özellikle sucul

canlılar ön plana çıkmaktadır. Su kalitesini biyolojik yönden belirlemeye yönelik çalışmalar Avrupa’da oldukça uzun bir geçmişe sahiptir ve konu ile ilgili çeşitli indekslerin geliştirildiği görülmektedir (Rott ve ark. 1999). Avrupa’da algleri (özellikle diyatomeleleri), makrozoobentik omurgasızları, balıkları ve sucul vejetasyonu kullanarak geliştirilen indeksler akarsularda ayrı ayrı uygulanarak bir sonuca varılmaya çalışılmıştır. Bu sonuçlar değerlendirilerek ülkelere göre indeksler geliştirilmiş ve tablolaştırılmıştır (Kalyoncu ve ark. 2009).

Ülkemizde su kalitesinin değerlendirilmesinde biyolojik yöntemleri kullanarak yapılan ilk çalışmalar Girgin ve Kazancı’ya (1994) aittir. Fakat yapılan çalışmada taban büyük omurgasızlarına dayanan biyolojik indeksler kullanılmıştır. Diyatome indekslerinin kullanılarak yapıldığı su kalitesi araştırmaları hem çok yeni hem de çalışma sayısı oldukça azdır. Bu yüzden su kalitesi çalışmalarında diyatome indeksini kullanan Kalyoncu ve Barlas’ın (1997) Isparta Deresinde yaptığı çalışmalar kayıtlara ilk yapılan çalışmalardan biri olarak geçmiştir. Ayrıca Barlas ve ark.’nın (2001) kullandığı Sládeček İndeksi (SLA) ile Gürbüz ve Kıvrak (2002)’in kullandığı Genetik İndeks (GI), Trofik Diyatome İndeksi (TDI), Sládeček İndeksi (SLA), Organik Kirlilik İçin Diyatome Birliği İndeksi (DAİpo) su kalitesi çalışmalarında diyatome indekslerinin kullanımına ivme kazandırmıştır.

Günümüzde sucul biyoindikatör organizmalardan yararlanılarak su sistemlerinin biyolojik su kalitelerinin izlenmesine yönelik geliştirilen çeşitli biyotik indeks ve metrikler bulunmaktadır. Su kalitesi izleme çalışmalarında diyatomelelerin kullanıldığı çok sayıda diyatome indeksi geliştirilmiştir ve bu indeksler arasında yaygın olarak kullanılanlardan biri Trofik Diyatome İndeksi (TDI)’dir. TDI (Trofik Diyatome İndeksi) Zelinka ve Marvan (1961) tarafından geliştirilen formüle dayanmaktadır. TDI su sistemlerinin trofik seviyelerini belirleyebilmek için uygulanan biyotik bir indekstir (Tokatlı 2012). Dalkıran ve ark. (2008), Orhaneli Çayı’nda yaptıkları çalışma sonucunda TDI indeksinin komünite yapılarını karakterize eden ve su kalitesi çalışmalarına uygun, kullanılabilir bir metrik olduğunu belirlemişlerdir. Akarsularda yapılan çalışmalarda kullanılan diyatome indekslerinin çoğunun Türkiye’nin farklı sularında, su kalite

değişimini iyi yansıttığı belirtilmiştir (Kalyoncu ve ark. 2004, 2008, 2009, Solak 2011, Kıvrak ve ark. 2012, Tokatlı 2012, Çiçek ve Ertan 2015).

Fiziko-kimyasal analizler akarsuyun o anki durumu hakkında bilgi sağlarlar, kısa vadedeki su kalitesi hakkında bilgi verirler. Fakat biyolojik veriler kullanılarak yapılan su kalitesi çalışmaları orta ve uzun vadedeki su kalitesi hakkında bilgi verirler. Bu durumda suyun hem fiziko-kimyasal analizlerinin hem de biyolojik verilerin kullanılmasının su kalitesi çalışmalarında daha güvenilir olacağı düşünülmektedir (Sukatar ve ark. 2006).

Diyatomeler, ortamdaki değişikliklere karşı gösterdiği hassasiyet ve çevresel etmenlerin değişimine hızlı bir şekilde yanıt vermelerinden dolayı su kalitesinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanılmaktadır. Biyoindikatörler bir ortamda bulunuşları, bollukları, iyi bir gelişim göstermeleri, belirli koşullarda da ortadan kaybolmalarıyla, yetişme ortamı koşulları hakkında bir karşılaştırma yaparak sonuca varma olanağı sağlayan canlı türleridir (Ellenberg ve ark. 1991). Diğer bentik organizmalara göre, diyatome primer üreticiler olmalarından dolayı besin tuzlarına karşı daha duyarlıdır ve diğer sucul organizmaların temel besin kaynaklarını oluştururlar. Ayrıca hayat döngülerinin kısa olması sebebiyle değişimlere karşı çok hızlı cevap verme özellikleri diyatomelere limnolojik açıdan önemli bir grup olma özelliği katmıştır (Steinberg ve Schiefele 1988, Descy ve Coste 1991). Araştırmacıların akarsuyun biyolojik açıdan kirliliğinin tespit edilmesinde algleri, özellikle bentik diyatome kompozisyonunu kullandıkları çalışmalar oldukça sıktır (Kalyoncu ve ark. 2004, Kalyoncu 2006, Sıvacı ve Dere 2007, Pala ve Çağlar 2008, Kıvrak ve Gürbüz 2010, Tokatlı ve Dayıoğlu 2011). Yürürlükteki su yönetmeliği ile bazı AB ülkelerinde (WFD- Water Framework Directive, Avrupa Birliği Parlamentosu 2000/60/EC) bentik diyatomelerin, su kaynaklarının ekolojik açıdan kalitesinin incelenmesinde temel alınabilecek organizmalardan biri olduğu belirlenmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı Bursa ilinin önemli akarsularından biridir. Mustafakemalpaşa İlçesinde kanalizasyon atıkları, deri sanayicileri deşarjı, mezbaha atıkları, peynir altı suyu atıkları, su içerisindeki ağır metal artışının olması Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesinin incelenmesinin önemli olduğunu düşündürmektedir. Kirletici unsurları bu

kadar belirgin olan bir çay'ın yarattığı ve yaratacağı olumsuzlukları belirleyebilmek için kirletici kaynaklara yoğunlaşılmalıdır. Bu kirletici fonksiyonlarını en aza indirmek için yapılması gereken çalışmaların verilerle desteklenmesinin bir çözüm olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada; Ekim 2016 - Eylül 2017 örnekleme periyodunda Mustafakemalpaşa ayı'nda belirlenen iki istasyondan toplanan örneklerde epilitik diyatome kompozisyonunun ortaya konması, epilitik diyatome kullanılarak hesaplanan Trofik Diyatome İndeksi sonuçlarına göre Mustafakemalpaşa ayı'nın biyolojik su kalitesinin tespiti, Mustafakemalpaşa ayı yüzey suyunda ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlere ait sonuçların Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde verilen limit değerler ile karşılaştırılarak su kalite sınıflarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte çalışmada 2001-2002 yılları arasında aynı çalışma bölgesinden örneklemleri yapılmış olan, aynı istasyonlardan toplanmış epilitik diyatome örnekleri de değerlendirilmiş ve bu örnekleme periyoduna ait epilitik diyatome tür kompozisyonu ortaya konmuştur. Böylece Mustafakemalpaşa ayı'ndan iki farklı periyotta (Nisan 2001 – Mayıs 2002 ve Ekim 2016 - Eylül 2017) tespit edilen epilitik diyatome florasının karşılaştırılması, diyatome kullanımının Trofik Diyatome İndeksi'nin uygulanması ile her iki periyotta biyolojik su kalitesinin belirlenmesi ve Mustafakemalpaşa ayı su kalitesinin (biyolojik ve fiziko-kimyasal) uzun dönemdeki değişiminin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Akarsuların Biyolojik Su Kalitelerinin Belirlenmesinde Diyatome İndekslerinin Kullanılmasına Yönelik Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

Türkiye'nin alg florası üzerine yapılmış ilk çalışmaların 1937'de Skuja ve 1957'de Gessner adında iki yabancı araştırmacıya ait olduğu bildirilmiştir (Aysel ve ark. 1998). Türkiye'de alglerle ilgili yapılan çalışmalar 1980'den sonra hız kazanmış ve artış göstererek ilerlemeye devam etmiştir. Yapılan çalışmalarda tatlısu alglerinin teşhisleri yapılmış ve bunların mevsimsel değişimleri incelenmiş, baskın türler verilmiştir. Ancak su kalitesini belirlemek için bentik alglerin indikatör özelliklerinden yararlanılarak yapılan çalışmalar oldukça yenidir (Barlas ve ark. 2001, Gürbüz ve Kıvrak 2002, Bingöl ve ark. 2006, Kalyoncu ve Barlas 2006).

Avrupa'da uzun yıllardan beri kullanılan Saprobi indeks ülkemizde 1997 yılından beri çok az çalışmada kullanılmış ve genellikle Sladeczek (1973) tarafından geliştirilen indeks, Lawa (1980) ve Klee (1991)'nin geliştirdiği sistem akarsulara uygulanmıştır. Ülkemizde 1995 yılından itibaren diyatome indekslerinin kullanımı başlamaktadır. İlk yayında Barlas (1995) saprobi indeksi teorik olarak anlatmış ve ilk uygulama ise Kalyoncu (1996) tarafından yapılmıştır. Yine saprobi indeksin kullanıldığı yayımlar ilk çalışmaları oluşturmaktadır (Kalyoncu ve Barlas 1997). 2000'li yıllarda indeks kullanımları artarak devam etmiş ve farklı diyatome indeksleri de kullanılmıştır (Kalyoncu ve ark. 2004, Sabancı ve Koray 2011, Solak ve Acs 2011, Kıvrak ve ark. 2012, Tokatlı 2012, Çiçek ve Ertan 2015). Ülkemiz akarsularında bentik diyatome floralarını belirlemeye yönelik, bentik diyatomelerin su kalitesi çalışmalarında kullanıldıkları çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2004), çalışmalarında Ağlasun Deresi üzerinde Nisan 1995-Mart 1996 tarihleri arasında seçtikleri 3 istasyondan epilitik alg örnekleri toplamış ve su numuneleri almışlardır. Çalışmada epilitik alglerden 75 takson tespit etmişler, epilitik algleri kullanarak saprobi indeks uygulamışlar, aynı zamanda fizikokimyasal verilere göre çalışma bölgesinin su kalitesini ortaya koymuşlardır. Saprobi indeks sonuçları ile

fizikokimyasal verilere dayalı su kalitesini karşılaştırmışlar, saprobi indeks sonuçlarına dayalı su kalitesi değerlendirmesinin yarım su kalite basamağı iyi yönde sapma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kalyoncu (2006), Isparta Deresi'nin su kalite değişimlerini fizikokimyasal analizlere ve epilitik diyatomelere göre belirlenmesi amacıyla 1995-1996 ve 2000-2001 tarihleri arasında farklı iki periyotta araştırma yapmıştır. Isparta Deresi'nde 1995-1996 periyodunda epilitik diyatomelere ait 44 takson, 2000-2001 periyodunda ise 43 takson belirlenmiştir. Su kalitesi değerlendirmesi Sabrobi indeksine göre yapılmıştır. Sonuç olarak fizikokimyasal değişkenlere ve Saprobi indekse göre yapılan su kalitesi sonuçlarının birbirini desteklediği ifade edilmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2009a), Darıören ve Isparta derelerinden fiziksel ve kimyasal değişkenlerle birlikte epilitik diatomları Mayıs 2002-Nisan 2003 tarihleri arasında su kalitesinin belirlenmesi için altı örnekleme noktasından toplamışlardır. Epilitik diyatomelere ait toplam 32 cinse ait 110 takson tespit etmişlerdir. Çalışmada Swiss Diatom İndeksi (DI-CH), Trophic İndeks (TI) ve Saprobic İndeksi (SI) uygulanış ve bu üç bentik diyatome indeksinin performansları karşılaştırılmıştır. Biyotik indeksler ile çözünmüş oksijen, klorür, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD_5) ve nutrient konsantrasyonları arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2009b), Aksu Çayı'nda Şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında yapılan çalışmalar sonucunda bentik omurgasızlara göre 6 (MHBI, BMWP, SI, EBI, BSI ve IBPAMP), diatomlara göre 7 (DI-CH, TI, TDI, $TI_{(DIA)}$, SI, EPI-D ve IDP) indeks kullanılarak akarsuyun su kalitesi ortaya konmuştur. Ayrıca su kalite tayininde fizikokimyasal parametreler de kullanılmıştır. Aksu Çayı'nda uygulanan indekslerin birbirleri arasındaki ilişkiler belirlenirken, Türkiye'de kullanılabilirlikleri de belirlenmeye çalışılmıştır.

Solak (2011), Yukarı Porsuk Çayı'nın su kalitesini belirlemek amacıyla epilitik diyatome örneklerini incelemiş, çalışma bölgesinde toplam 57 diyatome türü tespit etmiştir. Çalışmasında epilitik diyatomeleri kullanarak SLA- Sládecěk İndeksi, EPI-D-

Ötrofikasyon-Kirlilik İndeksi, TDI-Trofik Diyatome İndeksi ve DESCY-Descy İndeksi uygulamıştır. İndeks değerlerinin istasyonlar arasında belirgin farklılıklar gösterdiği ve indeks değerlerine göre kirliliğin Çay boyunca artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Çiçek ve Ertan (2012), çalışmalarında Köprüçay Nehri epilitik alg çeşitliliğini ve fizikokimyasal parametrelerle çeşitlilik arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Çeşitliliğin belirlenmesi için Margalef, Shannon-Weiner ve Simpson çeşitlilik indeksleri kullanılmıştır. Sonuç olarak epilitik alg çeşitliliğiyle fizikokimyasal nitelikler arasında korelasyon olduğu bulunmuştur ve canlı çeşitliliği üzerine su kirliliğinin yanı sıra akarsuyun fiziksel özelliklerinin de önemli bir etkiye sahip olabileceği saptanmıştır.

Kıvrak ve ark. (2012) çalışmalarında Mart-Aralık 2008 tarihleri arasında Akarçay'ın bentik diyatomeelerini ve bazı fiziko-kimyasal özelliklerini aylık olarak alınan örneklerde belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi (EPI-D), Pampean Diyatome İndeksi (IDP), Rott Sabrobite İndeksi (SID) ve Trofik Diyatome İndeksi (TDI) kullanılmıştır. Diyatome indeksleri ile TÇM, NH₄-N, NO₂-N, PO₄-P, BOİ₅ ve KOİ arasında kuvvetli pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir. Diyatome indeksleri ve fizikokimyasal analizlere göre çayın başlangıç kısımlarının orta derecede kirlenmiş, çayın son kısımlarının ise aşırı derecede kirlenmiş olduğunu tespit etmişlerdir.

Kıvrak ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada Mart-Aralık 2008 tarihleri arasında Akarçay'ın bentik diyatomeeleri ve bazı fiziko-kimyasal özellikleri dört istasyondan aylık olarak alınan örneklerde incelenmiştir. Çalışmada Akarçay'ın su kalitesini belirlemek için bentik diyatomeelerin kullanıldığı çeşitli indeksler uygulanmış, diyatome indeksleri ile suyun fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda Akarçay'ın başlangıç kısımlarında orta derecede kirlenmenin olduğu, Çay'ın son kısımlarında kirlenmenin büyük ölçüde artış gösterdiği saptanmıştır.

Solak ve ark. (2012), Haziran 2006 ile Şubat 2007 arasında Felent deresi boyunca 41 epilitik diatom örneği toplanmış ve toplam 117 diyatome taksonu belirlenmiştir. Çalışmada Watanabe indeksi, Sládeček indeksi ve Nehir Kirlilik İndeksi uygulanmıştır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde yazın organik kirliliğın arttığını ve tür zenginliğinin kış aylarında yaz aylarından çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tokatlı (2012), Gürleyik Çayı Yukarı Havzası'ndan 2010 yılı ilkbahar mevsiminde topladığı örneklerde 19 cinse ait 45 epipelik diyatome türü tespit etmiş, diyatomelerin kullanıldığı iki indeksi uygulayarak çalışma bölgesinin trofik seviyesini belirlemiştir. Gürleyik Çayı Yukarı Havzası su kalitesinin; Trofik Diyatome İndeksi'ne (TDI) göre mezo- ötrofik, Biyolojik Diyatome İndeksi'ne (BDI) göre mezotrofik seviyede olduğunu bildirmiştir.

Kalyoncu ve Şerbetçi (2013), Isparta Darıderesi kalitesinin tahmini için OMNIDIA programını kullanmışlardır. Genel olarak, SID ve IBD endeksleri en iyi sonuçları vermiştir. Ayrıca Türkiye'de nehirlerin izlenmesi için bentik diyatom topluluklarının ve diyatom indekslerinin, özellikle SID'nin kullanılabileceği belirlenmiştir.

Lirika ve ark. (2013), 'Ohrid Gölündeki Su Kalitesinin Değerlendirmesinde Diatome ve Makrofit Endekslerinin Kullanılması' adlı çalışmalarında su kalitesini belirleyebilmek için diyatome ve makrofitleri kullanmışlardır. Çalışmada Shannon Endeksi, Saprobik indeksi, Trofik Diatome Endeksi (TIDIA), Makrofit İndeksi (MI) ve Saprofit İndeksi (SI) kullanılmıştır. Shannon Endeksi, mevsimler üzerinde bio-çeşitlilik varyasyonları kanıtladığı gözlemlenmiştir. Saprobik Endeksi oligo-β-mesosaprob için belirleyici olmuştur. Trofik Diatome Endeksi (TIDIA), Makrofit Endeksi (MI) ve Saprofit Endeksi (SI) aynı trendleri takip ettiği tespit edilmiştir.

Çiçek ve Ertan (2015), Köprüçay nehrinde yaptıkları çalışmada Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında seçilen 7 örnekleme noktasından aylık olarak alınan örneklerde akarsuyun fizikokimyasal özelliklerini ve epilitik diyatomelerin mevsimsel dağılımlarını ve gelişimlerini incelemişlerdir. Ayrıca akarsuyun fizikokimyasal verileri ile diyatomeleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Çalışmada Bacillariophyta grubuna ait 119 takson tespit edilmiş, diyatomelerin kullanıldığı Trofik Diyatome İndeksi (TDI) ve Saprobi İndeksi (SI) uygulanarak Köprüçay Nehri'nin biyolojik su kalitesi tespit edilmiştir. İstasyonlar arasındaki benzerlik Sorensen Benzerlik İndeksi kullanılarak

ortaya konmuştur. Fizikokimyasal değişkenlere su kalitesi değerlendirilmesi yapılmış ve algelere göre yapılan su kalitesi değerlendirmesi ile karşılaştırılmıştır.

Kalyoncu ve ark. (2016), Temmuz 2010 - Haziran 2011 arasında Andık Çayı boyunca seçilen 6 istasyondan su ve epilitik diatom örnekleri toplamışlardır. Andık Çayı'nın su kalitesi OMNIDIA Yazılım Programı kullanılarak diatom taksonlara göre belirlenmiştir. Sonuçlar indekslerin kimyasal değişkenlerle oldukça düşük korelasyon gösterdiğini göstermektedir. GDI en iyi sonucu verirken IDAP ise çalışma için uygun olmadığı belirlenmiştir.

Morkoyunlu Yüce ve Gönüloğlu (2016), Ekim 2009 - Eylül 2010 tarihleri arasında Sakarya Nehri'nin epilitik diyatome dağılımını ve çeşitliliğini araştırmışlardır. Epilitik diatomlarla uygulanan indeksler (SI, DI-CH, TI) arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Yaptıkları çalışmada Saprobik İndeksi (SI), Swiss Diatom İndeksi (DI-CH) ve Trophic İndeksi (TI) uygulayarak örnekleme noktalarının su kalite sınıfları belirlenmiştir.

Maraşlıoğlu ve ark. (2017), Haziran 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında Batlama Çayı'nın epilitik alg komunitasinin yapısını ve epilitik alglerin taksonomik kompozisyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimini incelemiş ve suyun bazı fizikokimyasal özelliklerini çalışmışlardır. Florada toplam 90 epilitik alg taksonu tanımlanmıştır. Çalışmada tespit edilen epilitik diatomeleri kullanarak hesaplanan Trofik Diyatome İndeksi (TDI), Biyolojik Diyatome İndeksi (BDI), Saprobi İndeks ve Diyatome Kirlilik Tolerans İndeksi (PTI) sonuçlarına göre ve klorofil-a ölçümlerine göre Batlama Çayı'nın trofik seviyesi ve kirlenme durumu belirlenmiştir.

Atıcı ve ark. (2018), çalışmalarında Seydisuyu Çayı Havzası (Türkiye)'nin diyatome florasını incelemişler, sistemin su kalitesini istatistiksel ve biyolojik olarak değerlendirmişlerdir. Seydisuyu Çayı Havzası boyunca 2012 yılında 12 istasyondan mevsimsel olarak epipelik, epilitik ve epifitik diyatome örneklerini toplamışlar ve bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametrelerinin ölçümünü yapmışlardır. Havzanın su kalitesini Biyolojik Diyatome İndeksi uygulayarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada

fiziksel, kimyasal ve biyolojik verilere bazı mono ve multi istatistiksel yöntemler uygulanmıştır. Toplam 48 diyatome türü kaydedilen Seydisuyu Çayı Havzasının incelenen su kalitesi parametreleri açısından II. – III. sınıf (Türk Yönetmeliğine göre) su kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir. Biyolojik Diyatom İndeksi sonuçlarına göre araştırılan bölgenin mezotrofik ve orta derece su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çelekli ve ark. (2019), Bu çalışmayla Türkiye’deki diyatome türlerinin trofik ağırlık ve gösterge (indiktör) değerlerini belirleyerek, suyun ekolojik durumunu değerlendirmek için trofik indeks-Türkiye (TIT)’yi geliştirmek için sekiz havzada toplam fosforun (TP) değişimiyle ilgili diatom türlerinin dağılımını araştırmayı amaçlamışlardır. Diyatome türlerinin dağılımı için 2014 (yaz ve sonbahar) ve 2015 (ilkbahar ve yaz) yılı içerisinde örnekleme yapılmıştır. Bu çalışma sırasında 219 türün trofik değerleri belirlenmiş ve birçoğu ilk defa sunulmuştur. Optima ve tolerans, farklı su ekosistemlerindeki her tür için ağırlıklı ortalama regresyon kullanılarak TP değerleri hesaplanmıştır. Diyatome türleri içinde *Clevamphora ovalis*, *Caloneis amphisbaena*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula tripunctata* ve *Nitzschia umbonata* gibi yüksek trofik ağırlık değerleri gösterirken, *Achnanthis minutissimum*, *Cymbella excisa*, *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare* düşük trofik ağırlık değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Bu bulgular, su kütlelerinin biyotik bütünlüğü hakkında ek bilgi sağlarken, tatlı su ekosistemlerinin, özellikle de akan su kütlelerinin biyolojik değerlendirmesi için TIT'in geliştirilmesinde kullanılabilir olduğu verilere geçmiştir.

2.2. Mustafakemalpaşa Çayı Alt Havza / Susurluk Havzası Akarsularında Yapılan Su Kalitesi Çalışmaları

Marmara Denizi’ne dökülen ve geçtiği yerlere göre isim alan Mustafakemalpaşa Çayı, Adranos Çayı/Kocasu olarak da anılmaktadır. Kolları olan Orhaneli ve Emet Çayları’nın Mustafakemalpaşa üzerinde birleşmesiyle oluşan Çay, Uluabat Gölü’ne dökülmektedir. Orhaneli ve Emet Çayları’nın jeolojik yapısı ve Çay’larda oluşan kirlilik doğrudan Mustafakemalpaşa Çayı’nı etkileyecektir. Birbirinin etkisi altında kalabilecek olan bu alanlarla ilgili yapılan bazı su kalitesine yönelik çalışmalar mevcuttur ve aşağıda verilmiştir.

Kalaycı ve Kahya (1998), "Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi" adlı çalışmalarında, Susurluk Havzası nehirlerinin yüzey suyu kalite verilerine bazı istatistiksel testler uygulamışlardır. Sonuç olarak debi ve sediment konsantrasyonunda azalan; su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum+magnezyum, bikarbonat ve klorid konsantrasyonlarında ise artan bir trend bulmuşlardır. Ayrıca karbonat, pH, sülfat, organik madde ve bor konsantrasyonlarında herhangi bir trend bulamamışlardır.

Şentürk (2003), "Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları'nın Su Kalitesinin Belirlenmesi" isimli yüksek lisans tez çalışmasında belirlenen istasyonlardan örnekleme yapmıştır. Mevsimsel olarak bentik omurgasız örnekleri toplamış ve suda bazı fizikokimyasal ölçümler yapmıştır. Uyguladığı indekslerle (Trent Biyotik İndeks-TBI, Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi-BMWP, Belçika Biyotik İndeksi-BBI) su kalitesini biyolojik olarak belirlemiştir.

Dalkıran (2006) 'Orhaneli Çayı'nın Epilitik Diyatome ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması' adlı doktora tezinde diyatome ve bentik omurgasızlara ait metrikler uygulamış, suyun fiziksel ve kimyasal analizini yapmıştır. Çalışmasında bentik omurgasızlardan 103 takson, epilitik diyatomelerden 199 takson tespit etmiştir. Test edilen birçok metrik fiziksel ve kimyasal değişkenlerle anlamlı ilişki göstermiştir. Yapılan çalışma sonucunda Orhaneli Çayı'nda organik kirliliğin belirlenmesinde bentik omurgasızların, epilitik diyatomelere göre daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca analizler sonucunda Çay'ın kirlenmeye maruz kaldığı tespit edilmiştir.

Karacaoğlu (2006) 'Emet Çayı'nın Epipelik Diyatome ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması' adlı doktora tezinde Nisan 2001 ile Mayıs 2002 tarihleri arasında Emet Çayı'nda belirlenen beş istasyondan aylık olarak su, epipelik diyatome ve bentik omurgasız örnekleri toplamıştır. Çalışmada 180 epipelik diyatome taksonu, 88 bentik omurgasız taksonu tespit edilmiştir. Epipelik diyatomelerin ve bentik makroomurgasızların kullanıldığı çok sayıda metrik uygulanmış ve çalışma bölgesinin kirlilik düzeyi belirlenmiştir. Çalışmada bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik

değişkenler kullanılarak istasyonların su kalite sınıfları belirlenmiştir. İstatistiksel sonuçlara göre Çay'da organik kirlenmenin önemli olmadığı, inorganik kirlenmenin daha önemli olduğu ifade edilmiştir.

Ünlü ve ark. (2011), 'Kütahya-Emet Bölgesi Yeraltı Sularında Bor ve Arsenik Kirliliğinin Araştırılması' adlı çalışmalarında Kütahya-Emet Bölgesinde, aylık periyotlarla alınan su örneklerinde bor ve arsenik değerlerini incelemişler ve analizleri gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar Emet yöresindeki suların yüksek oranda bor içerdiğini göstermektedir. Ayrıca içme ve kullanma amaçlı suyun kullanılıp kullanılmayacağını da değerlendirmişlerdir. Bor ve arsenik kirlilikleri için bazı bölgelerde acilen tedbir alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Tokatlı (2012), 'Emet Çayı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması' adlı doktora tezinde, çalışma bölgesi üzerinde belirlenen istasyonlardan mevsimsel olarak su, sediment ve balık örnekleri toplamıştır. Çalışmada bazı limnolojik parametrelerin ölçümü yapılmış, sistemin biyotik ve abiyotik öğelerinde bazı elementler analiz edilmiş, veriler ulusal ve uluslararası standartlarda izin verilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre havzanın organik ve inorganik kirliliğe maruz kaldığı ifade edilmiştir.

Arslan (2013), Orhaneli ve Emet Çayları'nda yaptığı çalışmasında bölgeden topladığı su, sediment, bazı omurgasız türleri ve bir balık türündeki bor seviyelerini araştırmıştır. Her iki Çay'da sudaki bor seviyelerinin hem ulusal hem de uluslararası standartlarda izin verilen değerlerden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Semiz (2014), çalışmasında Susurluk havzasında bulunan Emet, Orhaneli ve Mustafakemalpaşa Çaylarını sulama sularının bor içeriği açısından değerlendirmiştir. Orhaneli Çayı'nda yapılan ölçümlerde bor içeriğini güvenli bulmuştur. Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları'nın 2004 yılından sonra ortalama bor içeriğinin arttığını gözlemlemiştir.

Tokatlı ark. (2014), Emet ayı havzasında, mevsimsel olarak sekiz farklı istasyondan su, sediment ve balık örnekleri toplamışlardır. Harmancık krom madenlerinin sisteme olan etkilerini belirlemek için sudaki bazı limnolojik parametrelerin (pH, iletkenlik ve toplam sertlik) ölçümlerini yapmışlar, havzanın biyotik ve abiyotik bileşenlerinde Cr, Ca, Mg, Ni ve Mn düzeylerini belirlemişlerdir. Verilere çeşitli istatistiksel yöntemler uygulamışlardır. Su örneklerini ulusal su kalitesi kriterlerine göre ve sediment örneklerini ise sediment kalite kriterlerine göre değerlendirmişlerdir. Emet ayı havzasının Harmancık krom madenlerinin baskısı altında olduğu bildirilmiştir.

Tokatlı ve ark. (2016), Emet ayı havzasında belirlenen sekiz istasyondan mevsimsel olarak su örnekleri toplamışlardır. Bölgenin su kalitesinin belirlenmesi için bazı limnolojik parametrelerin ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından ortaya konan limit değerler ile karşılaştırma yapmışlardır. Sonuç olarak, havzanın yüksek oranda organik kirlilikten etkilendiği bildirilmiştir.

Omwene (2018) tarafından yapılan, “Mustafakemalpaşa ayı Su ve Sediment Kalitesinin İstatistik Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi Analizleri Kullanılarak Değerlendirilmesi” adlı yüksek lisans tezi kapsamında Mart, Temmuz ve Ekim 2017 tarihlerinde bölgeden su ve sediment örnekleri toplanmıştır. Ayrıca Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nden alınan hidrolojik ve su kalitesi verileri kullanılmıştır. Su ve sediment kalitesinin belirlenmesinde çeşitli indeksler uygulanmıştır. Veriler çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar bölgedeki başlıca kirleticilerin arsenik ve bor olduğunu, çözünmüş oksijen seviyelerinin genellikle kentsel yerleşim alanlarında Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) sınır değerlerinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca sediment örneklerinde en fazla kirliliğe B, Cr, Ni, Zn ve As elementlerinin sebep olduğu görülmüştür. Sonuç olarak giderek kötüleşen su kalitesinin iyileştirilmezse hem insan sağlığını hem de su yaşamını olumsuz yönde etkileyebileceği verilere geçmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

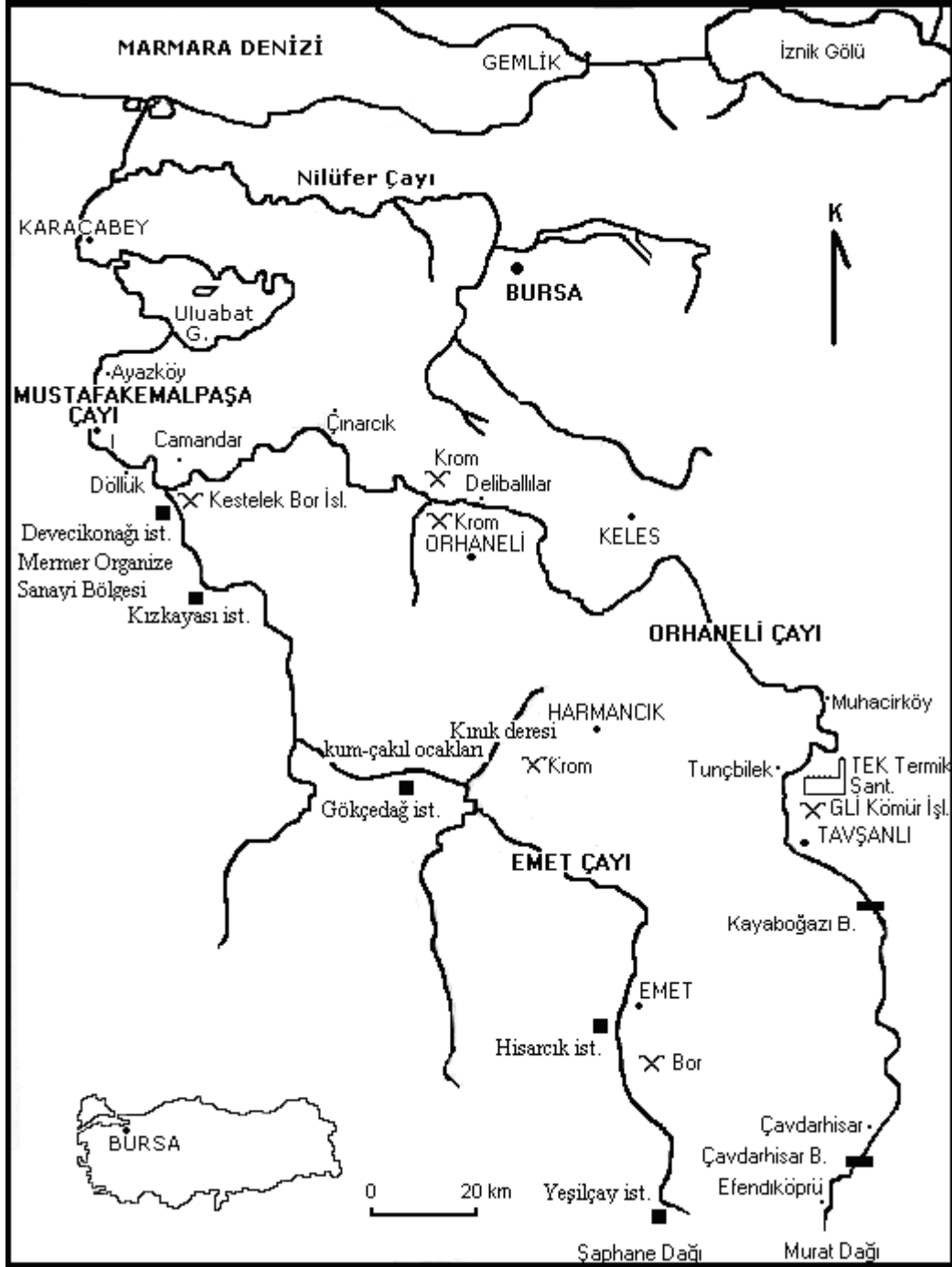
3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve istasyonlar

Çalışma alanını oluşturan Mustafakemalpaşa Çayı Bursa ilinin önemli su kaynaklarından biridir. Eski adı Kirmastı olarak bilinen Mustafakemalpaşa Çayı, Bursa ilinin Mustafakemalpaşa ilçesinde bulunur. Mustafakemalpaşa (Kirmasti) Çayı, Uluabat Gölü alt havzası'nda yer alan ve Uluabat Gölü'nü besleyen en önemli kaynaktır. Uluabat Gölü alt havzası Susurluk Havzası'nın alt havzalarından biridir.

Mustafakemalpaşa Çayı Orhaneli ve Emet Çayları'nın Mustafakemalpaşa İlçesinin Camandar Köyü mevkiinde birleşmesi ile oluşmakta, yaklaşık 40 km sonra Uluabat Gölü'ne dökülmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı'nın kollarından biri olan Orhaneli Çayı, Kütahya İli Çavdarhisar Beldesi'nde Murat Dağı'nın kuzey yamaçlarından doğmakta ve yaklaşık 285 km akış yolu kat etmektedir. Emet Çayı ise Kütahya ilinin Gediz İlçesi'nde Şaphane Dağı'nda 1100 m'de doğmakta ve yaklaşık 180 km aktıktan sonra Orhaneli Çayı ile birleşmektedir (Şekil 3.1.).

Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde belirlenen 2 farklı noktadan örnek alınmıştır. İlçenin girişinde bulunan Döllük (1. İstasyon) ve ilçenin çıkışında bulunan Ayazköy (2. İstasyon) noktalarından örnekleme yapılmıştır.

Döllük istasyonu (1. İstasyon); Koordinatları 39° 57' 38,10" K –28° 30' 57,48" D olup, yüksekliği 78 m'dir (Şekil 3.2.). Döllük, Bursa ilinin Mustafakemalpaşa ilçesine bağlı bir mahalledir. Bursa il merkezine 103 km, Mustafakemalpaşa ilçesine 18 km uzaklıktadır. 2018 verilerine göre nüfusu toplam 87'dir. Yerleşim az olmasıyla birlikte tarımda faaliyet göstermektedir.



Şekil 3.1. Çalışma bölgesinin haritası

Ayazköy istasyonu (2. İstasyon); Koordinatları $40^{\circ} 6' 0,35''$ K $-28^{\circ} 28' 43,75''$ D olup, yüksekliği 40 m'dir (Şekil 3.3.). Ayazköy, Mustafakemalpaşa ilçesi merkez bucağına bağlı olup, ilçenin kuzeydoğusunda Mustafakemalpaşa'dan 9 km uzaklıktadır. 2018 verilerine göre nüfusu toplam 393 'tür. Tarımsal üretim için gerekli olan su ihtiyacı, Mustafakemalpaşa Çayı'ndan sulama kanallarıyla karşılanmaktadır.



Şekil 3.2. Döllük istasyonunun genel görünümü



Şekil 3.3. Ayazköy istasyonunun genel görünümü

Mustafakemalpaşa Çayı kil, kum ve çakıldan oluşmuştur (Beygirci 2017). Mustafakemalpaşa Çayı ve kolları olan Orhaneli ve Emet Çayları'ndan kaynaklanan kirlilik yükünün Uluabat Gölüne geldiği bilinmektedir. Uluabat gölü çevresinde 16, gölü besleyen en önemli kollardan olan Mustafakemalpaşa, Orhaneli ve Emet çaylarının çevresinde 67 yerleşim yeri bulunmaktadır. Bu yerleşim birimlerinin atık suları büyük ölçüde arıtılmadan çaylara deşarj edilmekte, ayrıca Mustafakemalpaşa ilçesinde bulunan 54 Deri Sanayi İşletmesi ile toplam 27 Mandıra ve Mezbahanın organik ve inorganik atıkları da Mustafakemalpaşa Çayı'na verilmektedir (Tokatlı ve ark 2016). Mustafakemalpaşa Çayı'nın yakın çevresinde, Kolemanit (Boraks) ve Kömür madenleri ile mermer ve taşocakları mevcuttur. Kolemanit Eti holding tarafından, diğerleri ise özel sektör tarafından işletilmektedir (Beygirci 2017). Mustafakemalpaşa ilçesi sınırları içerisinde yer alan bor madeni Etibank Kurumu tarafından faaliyet göstermekte ve maden atıklarını Mustafakemalpaşa Çayı'na bırakmaktadırlar. Bu durum çayda yaşayan canlılara zarar verdiği gibi suyu tarımda kullanan Mustafakemalpaşa ovası için de olumsuz etki yaratmaktadır.

Mustafakemalpaşa, Emet ve Orhaneli çaylarının çevresinde bor, krom, kömür, gümüş, demir, bakır, manganez ve mermer madenciliğinin bulunması bölgedeki su ve sediment kalitesinin bozulmasına neden olduğu düşünülmektedir (Omwene 2019). Akarsu sistemleri üzerindeki Hisarcık ve Emet Bor İşletmeleri (atık sularını Emet çayına deşarj ederler), Kestelek Bor İşletmesi (atık sularını Orhaneli çayına deşarj eder), Tunçbilek ve Keles Linyit İşletmeleri, Tunçbilek Termik Güç Santrali (atık sularını Orhaneli çayına deşarj ederler) ve Harmancık Krom Madeni (atık sularını Emet çayına deşarj eder) havzanın en önemli kirlilik kaynaklarını oluştururlar (Tokatlı ve ark. 2016). Ayrıca bor, nehir havzalarında toprakta da bulunduğundan yağışlar ve erozyonla nehirlere, buradan da Uluabat gölüne taşınmaktadır (Demir ve ark, 1998).

Ayrıca Mustafakemalpaşa Çayı 1. derece deprem bölgesi içerisinde olması nedeniyle deprem ve su baskını gibi doğal afetlerin tehdidi altındadır. Ancak yapılmış olan kurutma kanalları sayesinde su baskını riski oldukça azalmıştır (Beygirci 2017).

3.2. Yöntem

3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler

Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde belirlenen iki istasyondan (Döllük ve Ayazköy) Ekim 2016-Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak su örnekleri alınmış, fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Su sıcaklığı (T), pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve çözünmüş oksijen (ÇO) değerleri arazide örnek alma esnasında Lovibond marka multiprob ile ölçülmüştür. Bikarbonat (HCO_3), karbonat (CO_3), toplam sertlik (TH), askıda katı madde (AKM), silisyumdioksit (SiO_2), fosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$), toplam fosfor (TP), toplam azot (TN) analizleri Bursa Uludağ Üniversitesi Limnoloji Araştırma Laboratuvarı'nda standart yöntemlere göre (Anonim 1998) yapılmıştır. Amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), sülfat (SO_4) analizleri TETRA marka İyon Kromatografi cihazında ve demir (Fe), bor (B), arsenik (As) analizleri ise Perkin Elmer marka ICP-MS cihazında BUSKİ İçme Suyu Laboratuvarı'nda standart yöntemlere göre (Anonim 1998) yapılmıştır.

Bu çalışmada Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında Mustafakemalpaşa Çayı'nın Döllük ve Ayazköy istasyonlarından aylık olarak alınan su örneklerinde gerçekleştirilen su analizi sonuçları da değerlendirilmiş, böylece Mustafakemalpaşa Çayı'nda iki farklı örnekleme döneminde ortaya konan fizikokimyasal su kalitesinin uzun dönemdeki değişiminin karşılaştırılması yapılmıştır. 2001-2002 örnekleme periyodunda su analizleri için su örnekleri Nurhayat Dalkıran ve Didem Karacaoğlu tarafından alınmıştır. Hava koşulları dikkate alınarak alınan örneklerden 2001-2002 periyodunda Aralık 2001 ve Mart 2002 tarihlerinde Döllük istasyonundan zor hava koşulları ile istasyona ulaşım engeli yüzünden örnekleme yapılamamıştır. Bu örnekleme periyodunda su sıcaklığı ve EC arazi tipi WTW LF95 marka cihaz ile, pH Hanna marka pH metre ile arazi esnasında ölçülmüş, ÇO Winkler metodu ile arazi esnasında belirlenmiştir. Su analizleri DSİ I. Bölge Müdürlüğü Çevre Laboratuvarı'nda ve Bursa Uludağ Üniversitesi Limnoloji Araştırma Laboratuvarı'nda titrasyon ve spektrofotometrik metotlar kullanılarak standart yöntemlere göre (Anonim 1998) gerçekleştirilmiştir.

Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nca yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal, hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması için yayınlanmış olan 'Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) kapsamında kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri tespit edilmiştir (Anonim 2016), Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlere göre su kalitesi ve sınıfları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY 2016)'nde Ek 5'de yer alan Tablo 2, 4 ve 5'e göre değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmada ölçümü yapılan su analizi sonuçlarına t-testi uygulanmış, t-testi SPSS 22 paket programında gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Epilitik diyatomelerin toplanması, tespiti, tayini ve sayımı

Epilitik diyatomelerin incelenmesi için Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde belirlenen iki istasyondan Ekim 2016-Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak taş örneği toplanmıştır. Seçilen istasyonlardan alınan düzgün yüzeyli taşlar naylon bir poşete konularak laboratuvara getirilmiştir. Taşlar üzerinde yaşayan (epilitik) diyatomeler laboratuvarında bir fırça yardımıyla taşların üzerlerinden temizlenmiş ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen örneklerin bir kısmı (10 ml) % 4'lük formol çözeltisi ile tespit edilerek saklanmıştır. Diğer kısmının (20 ml) organik materyalinin uzaklaştırılması ve diyatome früstüllerinin elde edilmesi için "soğuk asit permanganat yöntemi" uygulanmıştır (Kelly ve ark. 2001).

Bu çalışmada ayrıca Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında Mustafakemalpaşa Çayı'nın Döllük ve Ayazköy istasyonlarından aylık olarak toplanan epilitik diyatome örnekleri de değerlendirilmiş, böylece iki örnekleme periyodunun epilitik diyatome kompozisyonu yönünden karşılaştırılması yapılmıştır. 2001- 2002 örnekleme periyodunda epilitik diyatome örnekleri Nurhayat Dalkıran ve Didem Karacaoğlu tarafından toplanmıştır. Adı geçen araştırmacılar doktora tez çalışmaları kapsamında Orhaneli ve Emet Çayı'nda örnekleme yapmışlar, tez arazileri esnasında ayrıca Mustafakemalpaşa Çayı'ndan da örnek toplamışlardır, ancak toplanılan örnekler bu döneme kadar değerlendirilmemiştir. Bu örnekleme periyodunda toplanan epilitik

diyatomelerin organik materyalden uzaklaştırılmasında derişik nitrik asit-sülfirik asit ile kaynatma yöntemi uygulanmıştır (Dalkıran 2006, Karacaoğlu 2006).

Diyatome içeren su örneklerinin asit yöntemi ile muamele edilmesi örneklerin uzun yıllar bozulmadan muhafaza edilmesine imkan sağlamaktadır. Asit ile muamele edilen diyatome örneklerinin sayımı ve tayinleri için mikropipet yardımı ile 0,05 ml'lik örnekler lam üzerine damlatılarak kurutulmuş ve entellan kullanılarak daimi preparat haline getirilmiştir.

Epilitik diyatomelerin teşhisleri Nikon Eclipse E100 marka mikroskopta 10x100'lük büyütmede yapılmıştır. Diyatomelerin teşhisleri Hustedt (1930), Patrick ve Reimer (1966, 1975), Round ve ark. (1990) ve Krammer ve Lange-Bertalot'a (1991a, 1991b, 1997a, 1997b) göre gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada her örneklemede kaydedilen epilitik diyatomelerin nisbi bollukları hesaplanmıştır. Epilitik diyatomelerin nispi bollukları her taksonun o örneklemede sayılan toplam organizma sayısına oranının yüz ile çarpılması ile bulunmuştur.

Çalışmada epilitik diyatome taksonlarının nispi frekansları (tekerrür oranları, sıklık ya da % oranları) da hesaplanmıştır. Bir ortamda, bireylerin farklı ve özgün şekillerde dağıldığı gözlenmektedir. Bir türün araştırılan alanda mevcut olma yüzdesi, o canlının sıklığını gösterir. Belirli bir bölgede birden çok örnekleme yapıldığında aynı türe ait bireylerin her zaman görülmesi olanaksızdır. Görülen örnekleme sayısı ile türün örnekleme sayısının oranının yüzdesi o türün sıklık derecesini ifade etmektedir (Kocataş 1994). Bir komünite içinde bulunan türler tekerrür oranları diğer deyişle sıklıkları bakımından 5 kategoriye ayrılmışlardır. Buna göre % 1 – 20 arasında bulunanlar nadir bulunan türler, % 21 – 40 arasında bulunanlar bazen ya da seyrek bulunan türler, % 41 – 60 arasında bulunanlar ekseriya ya da genellikle bulunan türler, % 61 – 80 arasında bulunanlar çoğunlukla bulunan türler, % 81 – 100 arasında bulunanlar ise devamlı bulunan türler olarak kabul edilmektedir.

3.2.3. Trofik diyatome indeksi (TDI)

Trofik Diyatome İndeksi, su sistemlerinin trofik düzeylerini belirlemek amacı ile Kelly ve Whitton isimli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş bir indekstir (Kelly ve Whitton 1995). İndeksin temeli Zelinka ve Marvan (1961)'ın ağırlıklı ortalama hassasiyetine dayandırılmaktadır. TDI indeksi aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$WMS = \frac{\sum A_j \times S_j \times V_j}{\sum A_j \times V_j}$$

$$TDI = (WMS \times 25) - 25$$

Formülde yer alan WMS değeri taksonların “ağırlıklı ortalama hassasiyet değerini” vermektedir. Formülde yer alan A_j değeri j türüne ait valvelerin bolluğu ya da oranını, S_j değeri j türünün kirlilik hassasiyetini (1-5), V_j değeri ise j türüne ait indikatör değerini (1-3) ifade etmektedir. WMS değeri 1-5 arasında değişmekte olup 1 değeri çok düşük nutrient konsantrasyonu olan alanları, 2 değeri düşük nutrient konsantrasyonu olan alanları, 3 değeri orta derecede nutrient konsantrasyonu olan alanları, 4 değeri yüksek nutrient konsantrasyonu olan alanları ve 5 değeri çok yüksek nutrient konsantrasyonu olan alanları ifade etmektedir.

WMS değerinin 0'dan 100'e kadar olan bir skala üzerinde ifade edilmesi ile TDI değeri bulunmaktadır. Yukarıdaki formüller yardımıyla bulunan TDI değerinden suyun kalitesini ortaya koymak amacıyla aşağıda bulunan skaladan yararlanılmıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Trofik Diyatome İndeksi su kalite sınıfları (Kelly and Whitton, 1995)

TDI	SU KALİTE SINIFI	EKOLOJİK STATÜ	TROFİK STATÜ
<35	I	YÜKSEK	Oligotrofik
35-50	II	İYİ	Oligo/Mezotrofik
50-60	III	ORTA	Mesotrofik
60-75	IV	KÖTÜ	Ötrofik
>75	V	ZAYIF	Hipertrofik

3.2.4. Diyatome takson zenginliği

Diyatome takson zenginliği, her bir örneklemede kaydedilen diyatome takson sayısını ifade etmekte ve sucul birliklerin çeşitliliğini yansıtmaktadır. Takson zenginliği genellikle tür düzeyindeki tanımlamaları içerir, ancak genus, familya, ordo gibi daha yüksek taksonomik gruplar da kullanılmaktadır.

Birçok habitat besin tuzu azlığı, ışık yoğunluğunun düşük olması ya da başka faktörlerden dolayı doğal olarak stres altına girmektedir. Bu stresten dolayı, tür zenginliğinin artan kirlilikle azalacağı tahmin edilmektedir. Kaynak sularında, verimsiz ve besin tuzu bakımından fakir sularda besin miktarındaki çok az artış bile tür zenginliğinde artışa sebep olabilmektedir (Bahls ve ark. 1992).

4. BULGULAR

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Mustafakemalpaşa Çayı'nda belirlenen istasyonlardan (Döllük, Ayazköy) iki farklı örnekleme periyodunda aylık olarak alınan su örneklerinde ölçülen fiziksel ölçümler ve kimyasal analizlerin sonuçlarına ait değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri belirlenmiş ve bu değerlerin YSKY (Anonim 2016)'ye karşılık gelen su kalite sınıfları Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Su kalite sınıflarının ortaya konmasında fizikokimyasal ölçüm sonuçlarının yıllık ortalama değerleri kullanılmıştır.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 periyodunda ölçülen pH değerlerinin yıllık ortalaması $8,32\pm 0,23$ ve 2016-2017 periyodunda ölçülen pH değerlerinin yıllık ortalaması $8,35\pm 0,15$ arasında değişmiştir. pH değerleri 2001-2002 periyodunda 7,72-8,9 ve 2016-2017 periyodunda 8,02-8,66 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu değerler YSKY (Anonim 2016)'ye göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki örnekleme periyodunda I. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

Çalışma döneminde Mustafakemalpaşa Çayı'nda belirlenen istasyonlarda, 2001-2002 periyodunda EC değerleri $385 \mu\text{S}/\text{cm} - 820 \mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişkenlik gösterirken, 2016-2017 periyodunda $340 \mu\text{S}/\text{cm} - 845 \mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişkenlik göstermiştir. Yıllık ortalama EC değeri 2001-2002 periyodunda $620,11\pm 122,67$ iken, 2016-2017 periyodunda $639,225 \pm 154,28$ olarak bulunmuştur. YSKY (Anonim 2016)'ye göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki örnekleme periyodunda yıllık ortalama EC değerlerine göre II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

ÇO değerleri 2001-2002 periyodunda 6,1-23,88 mg/L arasında değişmiş, yıllık ortalaması $11,04\pm 3,09$ olarak hesaplanmıştır. 2016-2017 periyodunda ise 4,1-15,2 mg/L arasında değişmiş, yıllık ortalaması $9,64\pm 2,68$ olarak tespit edilmiştir. YSKY (Anonim 2016)'ye göre yıllık ortalama ÇO değerleri Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki periyotta da I. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 periyodunda ölçülen fizikokimyasal analiz sonuçları ve YSKY (2016) kriterlerine göre su kalite sınıfları

Değişken	Birim	min.	maks.	yıllık ort.	St.Sapma	YSKY 2016
Su sıcaklığı (T)	°C	6,5	28,7	16	7,29	-
pH	-	7,72	8,9	8,32	0,23	I.sınıf
Elektriksel İletkenlik (EC)	µS/cm	385	820	620,11	122,67	II.sınıf
Çözülmüş oksijen (ÇO)	mg/L	6,1	23,88	11,04	3,09	I.sınıf
Bikarbonat (HCO ₃)	mg/L	102	318,57	186,74	52,64	-
Karbonat (CO ₃)	mg/L	0	99,2	22,77	27,43	-
Toplam Sertlik (TH)	F°	141	446	297,36	72,05	-
Amonyum azotu (NH ₄ -N)	µg/L	0,7	740	117	210	I.sınıf
Nitrit azotu (NO ₂ -N)	µg/L	3	112	18,5	23	-
Nitrat azotu (NO ₃ -N)	µg/L	140	10050	2339	2390	I.sınıf
Fosfat fosforu (PO ₄ -P)	µg/L	0	858	194	230	III.sınıf
Sülfat (SO ₄)	mg/L	46	229,5	110,82	50,64	-
Silisyumdioksit (SiO ₂)	mg/L	0,77	3,53	2,36	0,84	MAK üstünde YO üstünde
Toplam fosfor (TP)	µg/L	455.2	19690	3440	4880	IV.sınıf
Toplam azot (TN)	µg/l	2525	12800	4979,5	3180	II.sınıf
Askıda katı madde (AKM)	mg/L	6	446	93,65	126,36	-
Demir (Fe)	µg/L	32	4550	665,2	1123,54	MAK üstünde YO üstünde
Bor (B)	mg/L	0,019	2,66	0,76	0,74	MAK altında YO üstünde
Arsenik (As)	µg/L	5	110	50,17	33,53	YO altında

YO: yıllık ortalama çevresel kalite standardı; MAK: maksimum çevresel kalite standardı

Çizelge 42. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2016-2017 periyodunda ölçülen fizikokimyasal analiz sonuçları ve YSKY (2016) kriterlerine göre su kalite sınıfları

Değişken	Birim	min.	maks.	yıllık ort.	St. Sapma	YSKY 2016
Su sıcaklığı (T)	°C	5,67	24,5	14,71	6,37	-
pH		8,02	8,66	8,35	0,15	I.sınıf
Elektriksel İletkenlik (EC)	µS/cm	340	845	639,225	154,28	II.sınıf
Çözülmüş oksijen (ÇO)	mg/L	4,1	15,2	9,64	2,68	I.sınıf
Bikarbonat (HCO ₃)	mg/L	94,55	408,7	210,91	101,83	-
Karbonat (CO ₃)	mg/L	9,6	91,2	30,7	18,04	-
Toplam Sertlik (TH)	F°	10	37,6	21,16	8,45	-
Amonyum azotu (NH ₄ -N)	µg/L	13,64	1116,28	202,77	285,75	II.sınıf
Nitrit azotu (NO ₂ -N)	µg/L	3,04	93,13	27,84	31,25	-
Nitrat azotu (NO ₃ -N)	µg/L	197,67	1176,07	534,98	242,02	I.sınıf
Fosfat fosforu (PO ₄ -P)	µg/L	51,54	267,61	123,28	60,73	II.sınıf
Sülfat (SO ₄)	mg/L	33,41	149,04	93,88	35,97	-
Silisyumdioksit (SiO ₂)	mg/L	0,43	1,12	0,66	0,15	YO altında
Toplam fosfor (TP)	µg/L	117,60	355,17	202,74	65,13	III.sınıf
Toplam azot (TN)	µg/L	702,55	2605,85	1498,65	477,95	I.sınıf
Askıda katı madde (AKM)	mg/L	0,3	141,8	19,14	30,91	-
Demir (Fe)	µg/L	146,61	2865,14	793,89	873,98	MAK üstünde YO üstünde
Bor (B)	mg/L	1,31	20,86	9,32	6,32	MAK üstünde YO üstünde
Arsenik (As)	µg/L	16,75	167,96	85,55	47,71	MAK üstünde YO üstünde

YO: yıllık ortalama çevresel kalite standardı; MAK: maksimum çevresel kalite standardı

Çalışmada 2001-2002 periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri 117 ± 210 $\mu\text{g/L}$ ve 2016-2017 periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri $202,77\pm 285,75$ $\mu\text{g/L}$ 'dir. YSKY'ne (Anonim 2016) göre yıllık ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değerleri Mustafakemalpaşa Çayı'nın 2001-2002 periyodunda I. sınıf, 2016-2017 periyodunda ise sınır değeri çok az geçerek II. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

Çalışma boyunca $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin yıllık ortalaması 2001-2002 periyodunda 2339 ± 2390 $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodunda $534,98\pm 242,02$ $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuş olup, bu değerler YSKY (Anonim 2016)'ye göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki periyotta da I. sınıf su kalitesinde olduğunu işaret etmektedir.

Yıllık ortalama $\text{PO}_4\text{-P}$ değerleri 2001-2002 periyodunda 194 ± 230 $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodunda $123,28\pm 60,73$ $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler YSKY (Anonim 2016)'ye göre 2001-2002 periyodunda III. sınıf, 2016-2017 periyodunda II. sınıf su kalitesini göstermektedir.

SiO_2 değerlerinin yıllık ortalaması 2001-2002 periyodunda $2,36\pm 0,84$ mg/L , 2016-2017 periyodunda $0,66\pm 0,15$ mg/L arasında hesaplanmıştır. 2001-2002 periyodunda SiO_2 değerleri YSKY (Anonim 2016)'de izin verilen yıllık ortalama değerin ve yönetmelikte izin verilen yıllık maksimum değerin üzerinde tespit edilmiştir. 2016-2017 örnekleme periyodunda ise YSKY (Anonim 2016)'de izin verilen yıllık ortalama değerin altında bulunmuştur.

TP değerleri yıllık ortalaması 2001-2002 periyodunda 3440 ± 4880 $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodunda $202,74\pm 65,13$ $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Mustafakemalpaşa Çayı'nın YSKY (Anonim 2016)'ye göre 2001-2002 periyodunda IV. sınıf, 2016-2017 periyodunda III. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

2001-2002 periyodu yıllık ortalama TN değerleri $4979,5\pm 3180$ $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodu yıllık ortalama TN değerleri $1498,65\pm 477,95$ $\mu\text{g/L}$ olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama TN değerleri YSKY (Anonim 2016)'ye göre 2001-2002 periyodunda

Mustafakemalpaşa Çayı'nın II. sınıf, 2016-2017 periyodunda ise I. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Fe değerlerinin yıllık ortalaması 2001-2002 periyodunda $665,2 \pm 1123,54$ $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodunda $793,89 \pm 873,98$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Fe derişimi her iki örnekleme periyodunda YSKY (Anonim 2016)'de izin verilen yıllık ortalama ve maksimum değerin üzerinde tespit edilmiştir.

Çalışmada yıllık ortalama B değeri 2001-2002 periyodunda $0,76 \pm 0,74$ mg/L ; 2016-2017 periyodunda $9,32 \pm 6,32$ mg/L olarak bulunmuştur. Bor metalinin yıllık ortalama değeri 2001-2002 örnekleme periyodunda YSKY (Anonim 2016)'de izin verilen yıllık ortalama değerin üzerinde bulunmuş, ancak bu yönetmelikte izin verilen maksimum değerin altında tespit edilmiştir. 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama bor derişimleri ise YSKY (Anonim 2016)'de izin verilen yıllık ortalamanın ve maksimum değerin üzerinde bulunmuştur.

As değerlerinin 2001-2002 periyodunda yıllık ortalaması $50,17 \pm 33,53$ $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodunda ise $85,55 \pm 47,71$ $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. 2001-2002 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama As derişimleri YSKY'de (Anonim 2016) izin verilen yıllık ortalamanın altında bulunmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama As derişimleri ise YSKY (Anonim 2016) 'de yıllık ortalamanın ve izin verilen maksimum değerin üzerinde bulunmuştur.

Çalışmada ölçülen çevresel değişkenlerin istasyonlar arasında ve farklı iki örnekleme periyodunda anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için t-testi uygulanmıştır. t- testi sonuçlarına göre 2001-2002 periyodunda ölçümü yapılan çevresel değişkenler istasyonlar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). 2016-2017 periyodunda ölçümü yapılan çevresel değişkenlerden $\text{PO}_4\text{-P}$ ($t = -4,097$; $p: 0,001$), TP ($t = -3,260$; $p: 0,004$), $\text{NO}_2\text{-N}$ ($t = -3,120$; $p: 0,007$), $\text{NH}_4\text{-N}$ ($t = -3,691$; $p: 0,004$) istasyonlar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Ölçülen çevresel değişkenlerden SiO_2 ($t = 10,064$; $p: 0,000$), AKM ($t = 2,574$; $p: 0,018$), TH ($t = 3,9$; $p: 0,000$), TP ($t = 2,437$; $p: 0,029$), TN ($t = 3,444$; $p: 0,007$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($t = 3,963$; $p: 0,000$), B ($t = 6,580$; $p: 0,000$), As

($t= 2,708$; $p: 0,01$) ise çalışmanın iki farklı örnekleme periyodu arasında anlamlı farklılık gösteren çevresel değişkenler olmuştur.

4.2. Biyolojik Bulgular

4.2.1. Mustafakemalpaşa Çayı epilitik diyatome ve mevsimsel değişimi

Mustafakemalpaşa Çayı'ndan Nisan 2001 – Mayıs 2002 ve Ekim 2016 - Eylül 2017 olmak üzere iki farklı periyotta, Çay üzerinde belirlenen iki istasyondan toplanan aylık örneklemlerde epilitik diyatome incelenmiştir. Florada tespit edilen epilitik diyatomelerin nisbi bollukları ve tekerrürleri mevsimsel olarak ve çevresel değişkenlere göre farklılık göstermiştir.

2001-2002 yılında epilitik diyatome florasında Bacillariophyta divizyonuna ait toplam 97 takson bulunmuştur. Tespit edilen taksonlar Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae ve Mediophyceae sınıflarına ait toplam 41 cins ile temsil edilmişlerdir. Bacillariophyceae sınıfı *Achnantheidum*, *Amphipleura*, *Amphora*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Craticula*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Cymbopleura*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Encyonopsis*, *Epithemia*, *Fallacia*, *Fragilaria*, *Frustulia*, *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Halamphora*, *Hantzschia*, *Hippodonta*, *Iconella*, *Kobayasiella*, *Lemnicola*, *Luticola*, *Meridion*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Planothidium*, *Platessa*, *Rhoicosphenia*, *Rhopalodia*, *Sellaphora*, *Staurosira*, *Staurosirella*, *Surirella*, *Tryblionella*, *Ulnaria* cinslerine ait toplam 93 takson ile temsil edilmiştir. Coscinodiscophyceae sınıfına ait diyatome *Melosira* cinsine ait 1 takson ile, Mediophyceae sınıfına ait diyatome *Cyclotella* cinsine ait 3 takson ile temsil edilmişlerdir.

2016-2017 yılında ise Bacillariophyta divizyonuna ait 68 epilitik diyatome taksonu bulunmuştur. Tespit edilen taksonlar Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae ve Mediophyceae sınıflarına ait toplam 31 cins ile temsil edilmişlerdir. Bacillariophyceae sınıfı *Achnantheidum*, *Amphipleura*, *Amphora*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Craticula*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Cymbopleura*, *Diatoma*, *Encyonopsis*, *Fragilaria*,

Gomphonema, *Gyrosigma*, *Halamphora*, *Hippodonta*, *Lemnicola*, *Luticola*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Planothidium*, *Rhoicosphenia*, *Rhopalodia*, *Staurosirella*, *Surirella*, *Tryblionella*, *Ulnaria* cinslerine ait toplam 66 takson ile temsil edilmiştir. Coscinodiscophyceae sınıfına ait diyatomeler *Melosira* cinsine ait 1 takson ile Mediophyceae sınıfına ait diyatomeler ise *Cyclotella* cinsine ait 1 takson ile temsil edilmişlerdir.

Çalışma boyunca tespit edilen taksonlar sırasıyla en fazla *Nitzschia* (16 takson), *Navicula* (11 takson), *Gomphonema* (8 takson), *Cymbella* (7 takson), *Cocconeis* (5 takson) ve *Ulnaria* (5 takson) cinslerine aittir. Florada her iki örnekleme periyodunda tespit edilen epilitik diyatomelerin takson listesi Çizelge 4.3.'de ortaya konmuştur.

Epilitik diyatome florasında yer alan bazı taksonlara sadece 2001-2002 örnekleme periyodunda rastlanılmış, bu taksonlar 2016-2017 örnekleme periyodunda gözlenmemişlerdir. Bu taksonlar; *Caloneis amphisbaena*, *Caloneis bacillum*, *Cocconeis neodiminuta*, *Craticula cuspidata*, *Cyclotella iris*, *Cyclotella sp*, *Cymatopleura elliptica*, *Cymbella tumida*, *Encyonema auerswaldii*, *Encyonema minutum*, *Epithemia sorex*, *Fallacia pygmaea*, *Frustulia vulgaris*, *Gomphonema angustatum*, *Gomphonema sp.*, *Hantzschia amphioxys*, *Iconella tenera*, *Kobayasiella jaagii*, *Luticola goeppertiana*, *Meridion circulare*, *Navicula capitatoradiata*, *Navicula radiosa*, *Navicula schroeteri*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia gracilis*, *Nitzschia intermedia*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia umbonata*, *Platessa salinarum*, *Sellaphora pupula*, *Staurosira binodis*, *Surirella ovalis*, *Surirella angusta*, *Tryblionella debilis*, *Tryblionella levidensis*'dir.

Çizelge 4.3. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin takson listesi

	2001-2002	2016-2017
Phylum: Bacillariophyta	+	+
Class: Bacillariophyceae	+	+
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+	+
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	+	+
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	+	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	+	-
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	-	+
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	+	+
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve	+	-
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	+	+
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer	+	+
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	-
<i>Cocconeis placentula var euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	+	-
<i>Craticula subminuscula</i> (Manguin) C.E.Wetzel & Ector	+	+
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	+	+
<i>Cymbella affiniformis</i> Krammer	+	+
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+	+
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	+	+
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	+	+
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	+	-
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh	+	+
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	-	+
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	+	+
<i>Diatoma constricta</i> (Grunow) D.M.Williams	+	+
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	+	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	-
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	+	+
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	+	-
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	+	-
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	+	+
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G.Mann	+	+
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	+	+
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	+	+
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	+	-
<i>Gomphonema affine</i> Kützing	-	+

Çizelge 4.3. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin takson listesi (devamı)

	2001-2002	2016-2017
Phylum: Bacillariophyta		
Class: Bacillariophyceae		
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	-
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	+	+
<i>Gomphonema calcareum</i> Cleve	+	+
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	+	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	+	+
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	+	+
<i>Gomphonema</i> sp.	+	-
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	-	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+	-
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	+	+
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory) Ruck & Nakov	+	-
<i>Kobayasiella jaagii</i> (Meister) Lange-Bertalot	+	-
<i>Lemnicola exigua</i> (Grunow) Kulikovskiy, Witkowski & Plinski	+	+
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann ex J.Rarick, S.Wu, S.S.Lee & Edlund	+	-
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	+	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	+	-
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+	+
<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing	-	+
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	+	+
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	+	-
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	+	+
<i>Navicula schroeteri</i> F.Meister	+	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	+	+
<i>Navicula veneta</i> Kützing	+	+
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	+	-
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	+	-
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	+	+
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	+	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	+	+
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	+	+
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	+	-
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	+	+

Çizelge 4.3. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin takson listesi (devamı)

	2001-2002	2016-2017
Phylum: Bacillariophyta		
Class: Bacillariophyceae		
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	+	+
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	+	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	+	-
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	+	+
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	+	-
<i>Platessa salinarum</i> (Grunow) Lange-Bertalot C	+	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+	+
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	+	+
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Müller	+	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	+	-
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	+	+
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	+	+
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing	+	-
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	+	-
<i>Surirella angusta</i> Kützing	+	+
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	-	+
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	+	-
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara	+	-
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	+	+
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	-	+
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	+	+
<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère & Bukhtiyarova	+	+
<i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal	+	+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère		
Class: Mediophyceae		
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph	+	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	+
<i>Cyclotella</i> sp	+	-
Class: Coscinodiscophyceae		
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	+	+

Çalışmada tespit edilen epilitik diyatome taksonlarından *Caloneis permagna*, *Diatoma constricta*, *Gomphonema affine*, *Halamphora montana*, *Navicula oblonga*, *Nitzschia*

microcephala, *Tryblionella apiculata* ve *Ulnaria biceps* 2016-2017 örnekleme periyodunda ortaya çıkmış, bu taksonlar 2001-2002 örneklerinde bulunmamışlardır.

Çalışmanın 2001-2002 periyodunda toplanan örneklerinde tespit edilen *Encyonema*, *Epithemia*, *Fallacia*, *Frustulia*, *Hantzschia*, *Iconella*, *Kobayasiella*, *Meridion*, *Platessa*, *Sellaphora* ve *Staurosira* cinslerine 2016-2017 örnekleme periyodunda rastlanılmamıştır. 2016-2017 periyodunda tespit edilen ancak 2001-2002 periyodunda rastlanılmayan tek cins *Halamphora* olmuştur. *Halamphora* cinsine ait tespit edilen tek tür *Halamphora montana* türüdür (Çizelge 4.3.).

Yıllık tekerrür oranları açısından Bacillariophyceae sınıfına ait diyatomeler oldukça önemli olmuşlardır. *Amphora* türlerinden *Amphora ovalis* ve *Amphora pediculus*, *Navicula* türlerinden *Navicula veneta* ve *Navicula tripunctata*, *Achnantheidium minutissimum*, *Nitzschia frustulum*, *Rhoicosphenia abbreviata* iki periyotta da (2001-2002 ve 2016-2017) örneklenen iki istasyonda devamlı mevcut olmuşlardır. *Navicula capitatoradiata* ise sadece 2001-2002 periyodunda, örneklenen her iki istasyonda devamlı mevcut olmuştur. Her iki periyotta da gözlemlendikleri istasyonlarda nadiren mevcut olan türler ise *Amphipleura pellucida*, *Caloneis amphisbaena*, *Caloneis permagna*, *Cocconeis neodiminuta*, *Cymbella tumida*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Diatoma constricta*, *Encyonema minutum*, *Encyonopsis microcephala*, *Epithemia sorex*, *Frustulia vulgaris*, *Gomphonema affine*, *Gomphonema sp.*, *Halamphora montana*, *Hippodonta capitata*, *Iconella tenera*, *Kobayasiella jaagii*, *Luticola goeppertiana*, *Luticola nivalis*, *Navicula cincta*, *Navicula oblonga*, *Navicula radiosa*, *Navicula schroeteri*, *Nitzschia intermedia*, *Nitzschia microcephala*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia umbonata*, *Rhopalodia gibba*, *Rhopalodia gibberula*, *Staurosira binodis*, *Surirella ovalis*, *Tryblionella angustata*, *Tryblionella debilis*, *Cyclotella sp.*'dir. Taksonların tekerrür oranları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin tekerrür oranları

Örnekleme periyodu	2001-2002	2001-2002	2016-2017	2016-2017
Örnek alma istasyonları	DÖLLÜK	AYAZKÖY	DÖLLÜK	AYAZKÖY
Alınan örnek sayısı	14	12	12	12
Phylum: Bacillariophyta				
Class: Bacillariophyceae				
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czamecki	100	92.857	100	100
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	0	7.143	16.667	8.333
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	100	100	100	100
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	100	100	100	100
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	0	7.143		
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	41.667	28.571		
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve			0	8.333
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	16.667	14.286	41.667	50
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer	0	7.143		
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	58.333	42.857	75	83.333
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	83.333	85.714	75	66.667
<i>Cocconeis placentula var euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	66.667	57.143	91.667	91.667
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	41.667	50		
<i>Craticula subminuscula</i> (Manguin) C.E.Wetzel & Ector	91.667	92.857	58.333	50
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	25	7.143		
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	41.667	64.286	25	8.333
<i>Cymbella affiniformis</i> Krammer	0	7.143	25	8.333
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	83.333	50	100	83.333
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	33.333	21.426	91.667	83.333
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	25	14.286	83.333	33.333
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	8.333	14.286	91.667	66.667
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh	33.333	21.429	58.333	33.333
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	8.333	0		
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	16.667	0	16.667	8.333
<i>Diatoma constricta</i> (Grunow) D.M.Williams			8.333	0
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	58.333	71.429	91.667	75
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	58.333	64.286	66.667	33.333

(%100-81 Devamlı mevcut, %80-61 Çoğunlukla mevcut, %60-41 Ekseriya mevcut, %40-21 Bazen mevcut, %20-1 Nadiren mevcut)

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin tekerrür oranları (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002	2001-2002	2016-2017	2016-2017
Örnek alma istasyonları	DÖLLÜK	AYAZKÖY	DÖLLÜK	AYAZKÖY
Alınan örnek sayısı	14	12	12	12
Phylum: Bacillariophyta				
Class: Bacillariophyceae				
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	75	71.429		
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann		7.143		
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer			0	8.333
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	0	7.143		
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G.Mann	12	21.429		
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	33.333	42.857	16.667	0
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	50	28.571	25	33.333
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	0	7.143		
<i>Gomphonema affine</i> Kützing			8.333	0
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	33.333	35.714		
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	0	7.143	8.333	25
<i>Gomphonema calcareum</i> Cleve	58.333	78.571	91.667	91.667
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0	28.571	41.667	41.667
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Homemann) Brébisson	66.667	85.714	91.667	91.667
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	91.667	100	25	83.333
<i>Gomphonema</i> sp.	0	7.143		
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	50	64.286	8.333	8.333
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov			8.333	0
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	16.667	21.429		
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	8.333	14.286	0	8.333
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory) Ruck & Nakov	8.333	7.143		
<i>Kobayasiella jaagii</i> (Meister) Lange-Bertalot	0	7.143		
<i>Lemnicola exigua</i> (Grunow) Kulikovskiy, Witkowski & Plinski	16.667	21.429	16.667	66.667

(%100-81 Devamlı mevcut, %80-61 Çoğunlukla mevcut, %60-41 Ekseriya mevcut, %40-21 Bazen mevcut, %20-1 Nadiren mevcut)

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin tekerrür oranları (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002	2001-2002	2016-2017	2016-2017
Örnek alma istasyonları	DÖLLÜK	AYAZKÖY	DÖLLÜK	AYAZKÖY
Alınan örnek sayısı	14	12	12	12
Phylum: Bacillariophyta				
Class: Bacillariophyceae				
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann ex J.Rarick, S.Wu, S.S.Lee & Edlund	0	7.143		
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	33.333	28.571		
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	100	100		
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	41.667	42.857	41.667	75
<i>Navicula radiosia</i> Kützing	8.333	14.286		
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	8.333	0	33.333	50
<i>Navicula schroeteri</i> F.Meister	0	7.143		
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	100	100	100	100
<i>Navicula veneta</i> Kützing	100	100	100	100
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	66.667	50		
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	33.333	14.286		
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	75	100	75	91.667
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	8.333	28.571		
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing)	100	100	50	41.667
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	25	50	91.667	100
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	100	100	100	100
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	16.667	21.429		
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	100	100	50	75
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	0	7.143		
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	33.333	57.143		
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow			0	8.333
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	75	92.857	91.667	91.667
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	25	28.571	8.333	8.333
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	0	14.286	8.333	0
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	75	64.286	25	16.667
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange- Bertalot	16.667	14.286		
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	33.333	21.429	16.667	16.667
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	33.333	28.571	50	66.667

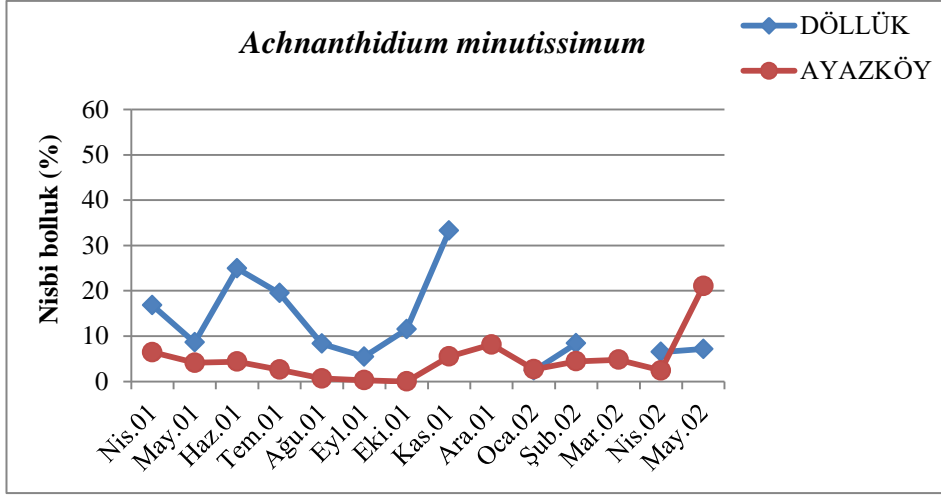
(%100-81 Devamlı mevcut, %80-61 Çoğunlukla mevcut, %60-41 Ekseriya mevcut, %40-21 Bazen mevcut, %20-1 Nadiren mevcut)

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epilitik diyatomelerin tekerrür oranları (devamı)

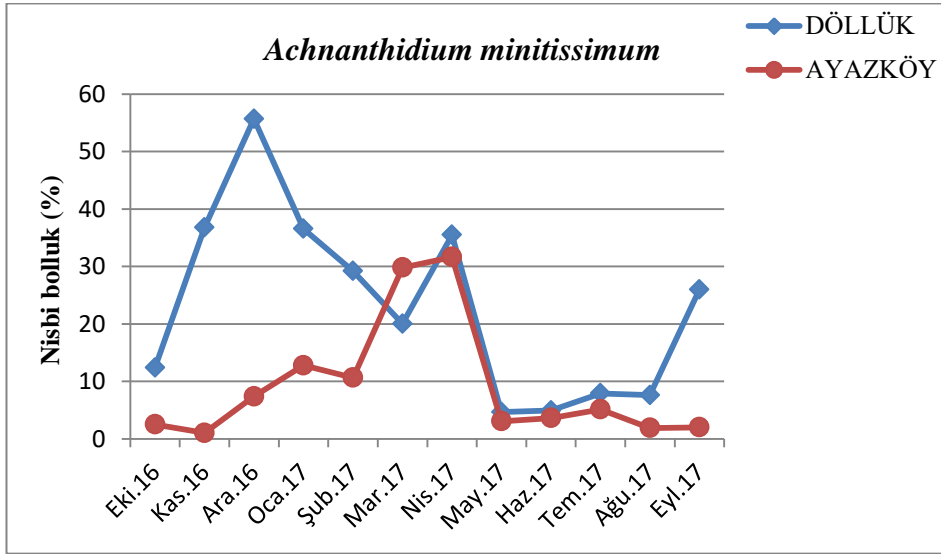
Örnekleme periyodu	2001-2002	2001-2002	2016-2017	2016-2017
Örnek alma istasyonları	DÖLLÜK	AYAZKÖY	DÖLLÜK	AYAZKÖY
Alınan örnek sayısı	14	12	12	12
Phylum: Bacillariophyta				
Class: Bacillariophyceae				
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovskiy	33.333	71.429		
<i>Surirella angusta</i> Kützing	33.333	50		
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	8.333	14.286	8.333	0
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	75	92.857	50	50
<i>Tryblionella debilis</i> Amott ex O'Meara	8.333	0		
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	33.333	42.857		
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	8.333	14.286	91.667	83.333
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère			50	50
<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère & <i>Bukhtiyarova</i>	8.333	14.286	41.667	91.667
<i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal	16.667	35.714	83.333	83.333
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	66.667	92.857	83.333	100
Class: Mediophyceae				
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph	33.333	42.857		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	83.333	92.857	66.667	91.667
<i>Cyclotella</i> sp	8.333	0		
Class: Coscinodiscophyceae				
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	50	57.143	66.667	91.667

(%100-81 Devamlı mevcut, %80-61 Çoğunlukta mevcut, %60-41 Ekseriya mevcut, %40-21 Bazen mevcut, %20-1 Nadiren mevcut)

Çalışma bölgesinde tespit edilen bazı epilitik diyatome taksonları gerek nisbi bolluk değerleri gerekse tekerrür oranları bakımından florada ortaya çıkan diğer taksonlardan daha önemli bulunmuşlardır. Bu taksonlardan biri *Achnantheidium minutissimum*'dur. Bu takson her iki örnekleme periyodunda, örneklenen tüm istasyonlarda devamlı mevcut bulunmuş, tekerrür oranları % 92,86 ile % 100 arasında değişmiştir. 2016-2017 periyodunda % 55,66'lara ulaşan nisbi bolluk değeri, 2001-2002 periyodunda en fazla % 33,24 olarak kaydedilmiştir. Bu takson her iki örnekleme periyodunda da en yüksek nisbi bolluk değerine Döllük istasyonunda ulaşmıştır. Türün nisbi bolluk değerleri Ayazköy istasyonunda özellikle 2001-2002 periyodunda daha düşük bulunmuş, Mayıs 2002 tarihinde % 21,02 değerine ulaşan nisbi bolluk değeri diğer aylarda % 8'in altında kaydedilmiştir (Şekil 4.1., Şekil 4.2.).



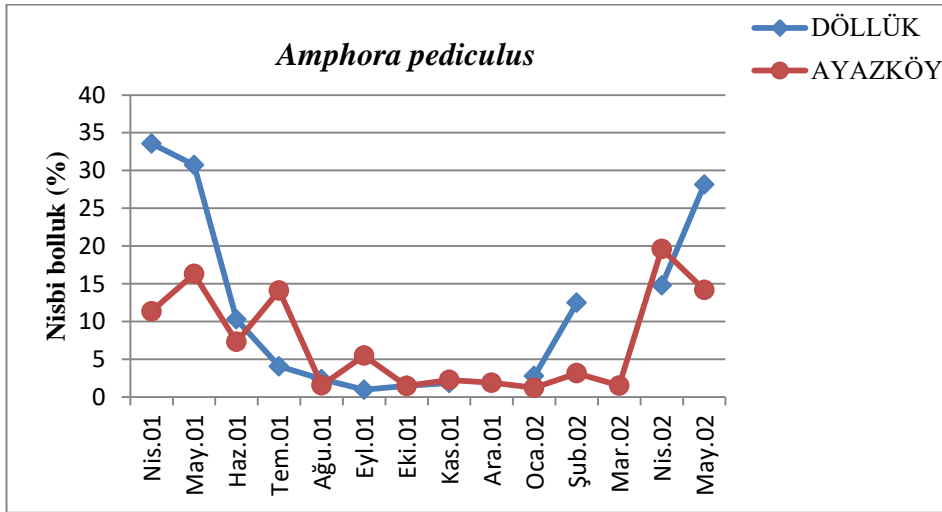
Şekil 4.1. *Achnanthidium minutissimum* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



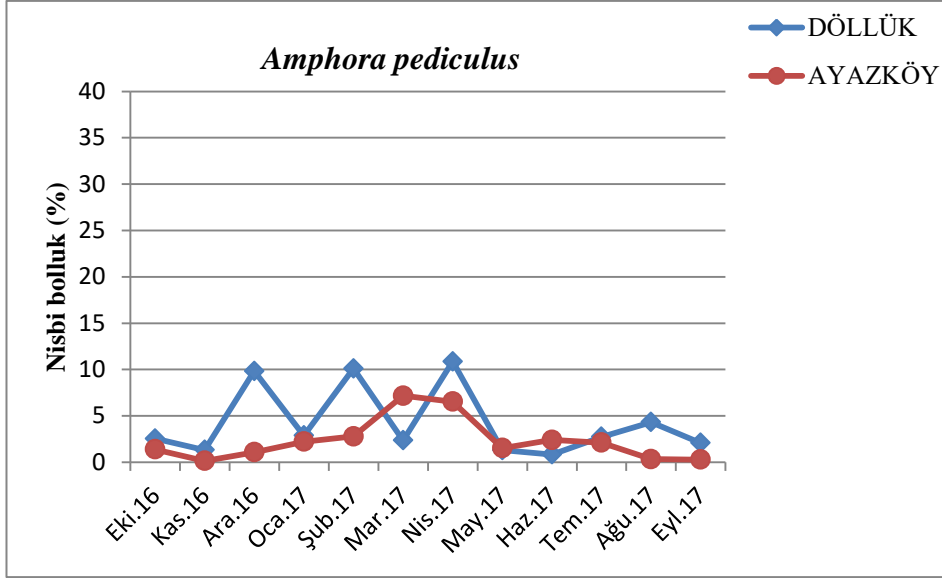
Şekil 4.2. *Achnanthidium minutissimum* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Amphiptera cinsine ait tespit edilen tek takson olan *A. pellucida* her iki örnekleme periyodunda nadiren mevcut organizma olmuş, bu tür sadece 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda gözlenmemiştir.

Amphora cinsine ait 2 takson (*A. ovalis*, *A. pediculus*) tespit edilmiştir. Bu cinse ait türler hem Döllük istasyonunda hem de Ayazköy istasyonunda her iki örnekleme periyodunda da devamlı mevcut olmuştur. *A. ovalis* türünün çalışma boyunca nisbi bolluk değerleri oldukça düşük bulunmuştur. Bu türün 2001-2002 periyodunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri Döllük istasyonunda % 2,5 olarak kaydedilirken, 2016-2017 periyodunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri % 3,92 olarak Ayazköy istasyonunda tespit edilmiştir. *A. pediculus* türü ise nisbi bolluk değerleri bakımından daha önemli bulunmuştur. Bu türün nisbi bolluk değerleri Döllük istasyonunda özellikle 2001-2002 periyodunda artış göstermiştir. Türün 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda kaydedilen en yüksek nisbi bolluk değerleri Nisan 2001, Mayıs 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde tespit edilmiş ve sırasıyla % 33,57, % 30,73 ve % 28,14 olarak kaydedilmiştir. Aynı periyotta Ayazköy istasyonunda türün ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri %19,61 olmuştur. *A. pediculus* türünün nisbi bolluk değerleri 2016-2017 periyodunda azalmış ve yıl boyunca %11'in üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.3., Şekil 4.4.).



Şekil 4.3. *Amphora pediculus* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

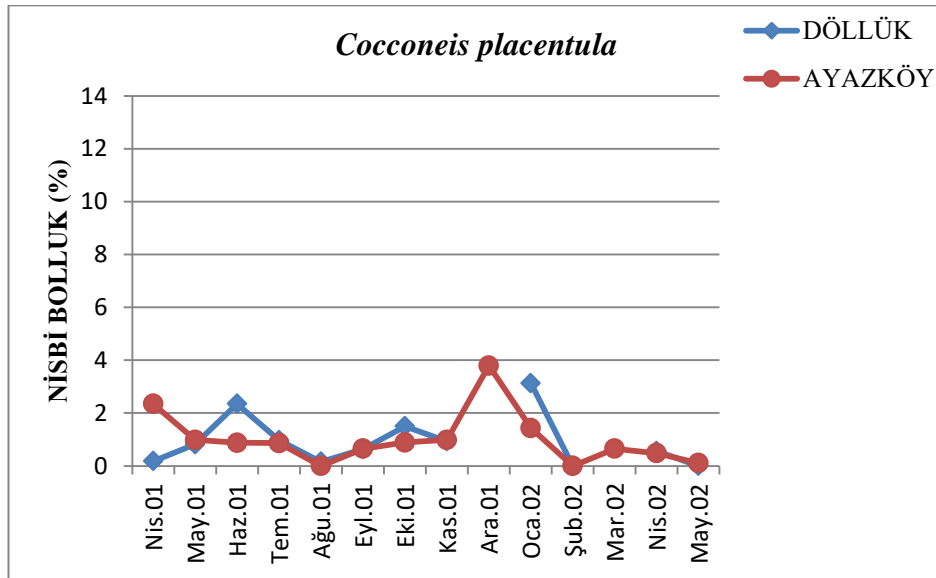


Şekil 4.4. *Amphora pediculus* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

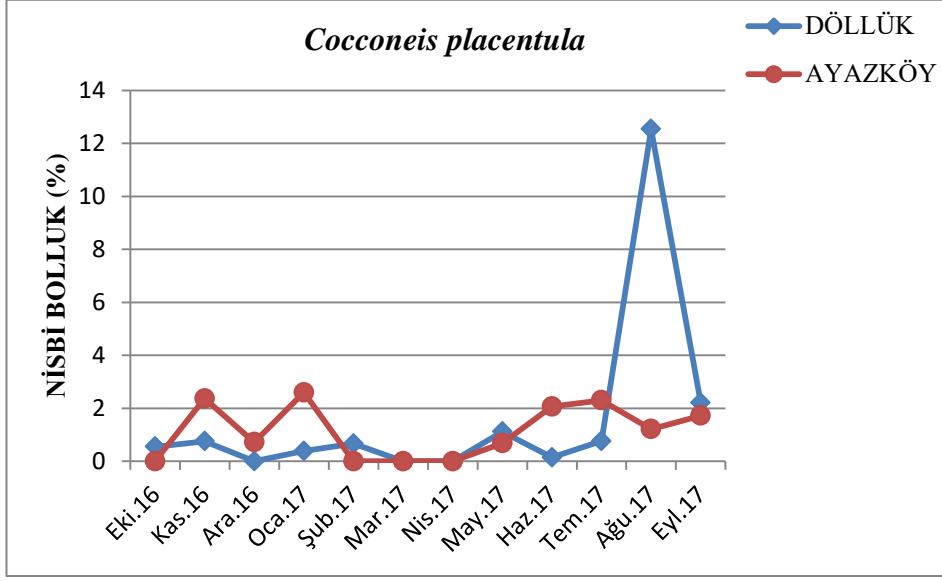
Caloneis cinsine ait 3 takson (*C. amphisbaena*, *C. bacillum*, *C. permagna*) tespit edilmiştir. *C. amphisbaena* çalışma boyunca sadece 2001-2002 örneklemeğinde Ayazköy istasyonunda kaydedilmiş ve nadiren mevcut olarak bulunmuştur. *C. bacillum* türü de benzer şekilde sadece 2001-2002 periyodunda gözlenmiş, Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut bulunmuştur. *C. permagna* ise 2001-2002 periyodunda tespit edilmeyen, 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda gözlenen ve nadiren mevcut bulunan bir tür olmuştur. *Caloneis* cinsine ait türlerde nisbi bolluk değeri çok düşük olup % 0,09 ile % 1,17 arasında değişkenlik göstermiştir.

Cocconeis cinsine ait beş takson (*C. lineata*, *C. neodiminuta*, *C. pediculus*, *C. placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*) belirlenmiştir. *C. lineata* 2001-2002 örneklemeğinde nadiren mevcut, 2016-2017 örneklemeğinde ekseriya mevcut bulunmuş olup, nisbi bolluk değerleri %1'in altında tespit edilmiştir. *C. neodiminuta* sadece 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda % 1,63 nisbi bolluk değeri ile tespit edilmiş ve nadiren mevcut olmuştur. *C. pediculus* 2001-2002 örneklemeğinde ekseriya mevcut iken, 2016-2017 örneklemeğinde Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olarak gözlemlenmiştir. *C. pediculus* türünün nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda da oldukça düşük

bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda türün en yüksek nisbi bolluk değeri Döllük istasyonunda Ekim 2001 örneklemeğinde % 4 olarak kaydedilmiştir. Türün aynı periyotta Ayazköy istasyonunda kaydedilen nisbi bolluk değeri yıl boyunca %1,17 değerinin altında bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda türün ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri % 4,78 olarak Temmuz ayında Ayazköy istasyonunda ve % 4,93 olarak Ağustos ayında Döllük istasyonunda tespit edilmiştir. *C. placentula* 2001-2002 örneklemeğinde devamlı mevcut olurken, 2016-2017 örneklemeğinde çoğunlukla mevcut olarak tespit edilmiştir. 2001-2002 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değeri Aralık ayında % 3,79 olarak Ayazköy istasyonunda kaydedilmiştir. Bu tür 2016-2017 periyodunda en önemli artışını Ağustos 2017 tarihinde Döllük istasyonunda gerçekleştirmiş, bu esnada nisbi bolluk değeri % 12,54 olarak belirlenmiştir. Bu periyodun diğer tüm örneklemeğinde *C. placentula* türünün nisbi bolluk değeri % 2,6'nın altında bulunmuştur (Şekil 4.5., Şekil 4.6.). *C. placentula var euglypta* tekerrür oranı bakımından 2001-2002 Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak gözlemlenirken, 2016-2017 örneklemeğinde devamlı mevcut olarak gözlemlenmiştir. En yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda % 3,25 olarak Aralık örneklemeğinde Ayazköy istasyonunda, 2016-2017 periyodunda ise % 4,48 olarak Ağustos örneklemeğinde yine Ayazköy istasyonunda kaydedilmiştir.



Şekil 4.5. *Cocconeis placentula* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



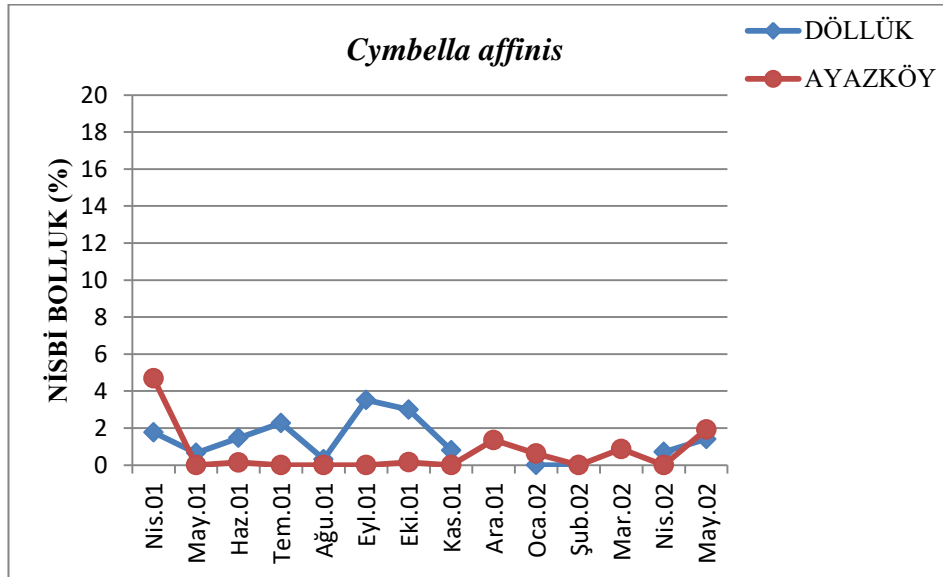
Şekil 4.6. *Cocconeis placentula* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Craticula türlerinden *Craticula cuspidata* 2001-2002 örneklemelerinde ekseriya mevcut olarak gözlemlenirken, 2016-2017 örneklemelerinde gözlemlenmemiştir. Türün nisbi bolluk değerleri % 1,6'nın üzerine çıkmamıştır. *Craticula subminuscula* 2001-2002 örneklerinde devamlı mevcut, 2016-2017 örneklerinde ekseriya mevcut olmuştur. Türün çalışma boyunca kaydedilen en yüksek nisbi bolluk değeri Mayıs 2001 tarihinde % 10,08 olarak Döllük istasyonunda belirlenmiştir. 2016-2017 periyodunda türün nisbi bolluk değerleri oldukça düşük bulunmuş, tüm örneklemelerde % 2,5'un altında kaydedilmiştir.

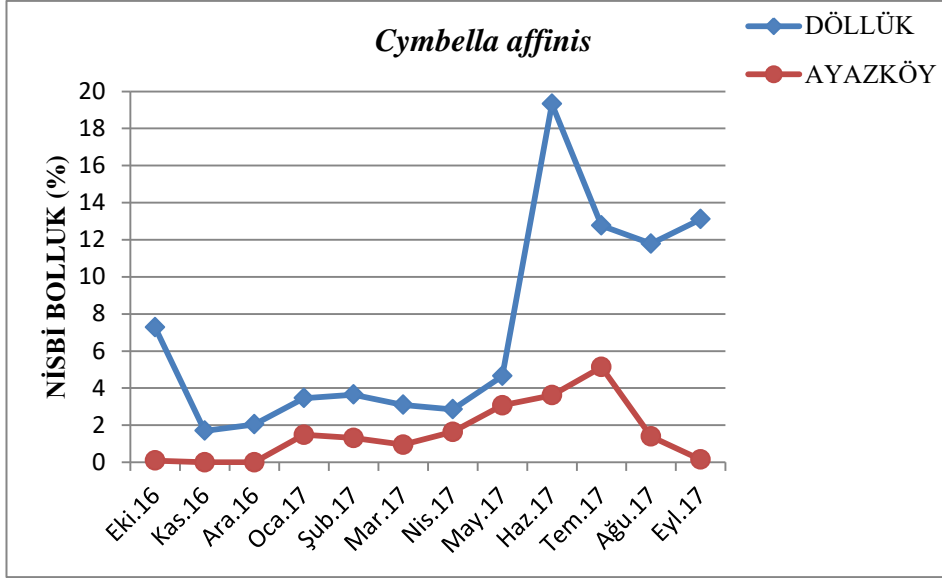
Cymatopleura cinsine ait 2 takson (*C. elliptica*, *C. solea*) tespit edilmiştir. Bu taksonlardan biri olan *Cymatopleura elliptica* sadece 2001-2002 periyodunda gözlenmiş, Döllük istasyonunda bazen, Ayazköy istasyonunda nadiren mevcut bulunmuş ve nisbi bolluk değeri örnekleme periyodu boyunca %1'in altında tespit edilmiştir. *Cymatopleura solea* türü tekerrür oranları ve nisbi bollukları yönünden daha önemli bulunmuştur. *Cymatopleura solea* 2001-2002 Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut; 2016-2017 Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda nadiren mevcut olarak gözlemlenmiştir.

Cymatopleura solea nisbi bolluk değerleri bakımından her iki periyotta da en yüksek değere Ayazköy istasyonunda ulaşmış, 2001-2002 örneklerinde türün ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri % 5,55 iken, 2016-2017 örneklerinde kaydedilen en yüksek değer % 0,37 olmuştur.

Çalışmada *Cymbella* cinsine ait 7 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan nisbi bolluk değerleri bakımından en önemli bulunan takson *C. affinis* olmuştur. *C. affinis* 2001-2002 rneklemelerinde Döllük istasyonunda devamlı mevcut iken, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut bulunmuş; 2016-2017 örneklemelerinde ise her iki istasyonda devamlı mevcut olmuştur. *C. affinis* türünün 2001-2002 örneklerinde en yüksek nisbi bolluk değeri Ayazköy istasyonunda Nisan 2001 tarihinde % 4,70 olarak gözlemlenmiştir. 2016-2017 örneklerinde *Cymbella affinis* türünün nisbi bolluk değerleri nispeten yükselmiştir. Haziran ve Eylül 2017 tarihleri arasında Döllük istasyonunda türün nisbi bolluk değerleri % 12'nin üstünde tespit edilmiş, en yüksek nisbi bolluk değeri Döllük istasyonunda Haziran 2017 tarihinde % 19,32 olarak gözlemlenmiştir (şekil 4.7., şekil 4.8.).



şekil 4.7. *Cymbella affinis* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.8. *Cymbella affinis* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Cymbella cistula 2016-2017 örnekleme periyodunda tespit edilen diyatome taksonları arasında her iki istasyonda da devamlı mevcut bulunan, tekerrür oranı yüksek taksonlardan biri olmuştur. Ancak aynı türün tekerrür oranları 2001-2002 periyodunda oldukça düşüktür ve bazen mevcut bulunmuştur. Türün nisbi bollukları her iki örnekleme periyodunda da düşük olup, 2001-2002 örneklerinde en yüksek % 0,59 değerinin, 2016-2017 örneklerinde ise en yüksek % 2,91 değerinin üstüne çıkamamıştır.

Cymbella excisa 2001-2002 döneminde Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda nadiren mevcut iken, 2016-2017 döneminde Döllük istasyonunda devamlı mevcut, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olarak gözlemlenmiştir. *Cymbella excisa* türünün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 örneklerinde % 1,60 değerinin üstüne çıkamazken, 2016-2017 örneklerinde Döllük istasyonunda Haziran 2017 tarihinde en fazla % 8,46 olarak kaydedilmiştir.

Çalışmanın 2016-2017 örnekleme döneminde tekerrür oranları yüksek *Cymbella* taksonlarından bir diğeri *Cymbella helvetica* olmuştur. *Cymbella helvetica* türü 2016-2017 döneminde Döllük istasyonunda devamlı, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut bulunmuştur. Bununla birlikte 2001-2002 döneminde her iki istasyonda da

nadiren mevcut olmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri oldukça düşük bulunmuş, her iki örnekleme periyodunda da % 1,8'in üstüne çıkmamıştır.

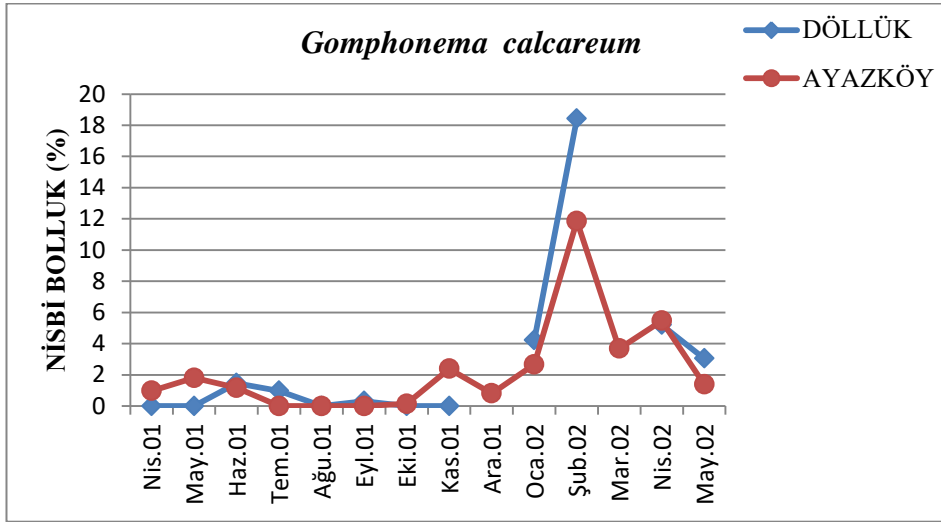
Cymbella lanceolata türü sadece 2016-2017 örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, çalışmanın diğer tüm örnekleme periyodlarında bazen mevcut bulunmuştur. *Cymbella lanceolata* türünün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda % 0,39, 2016-2017 periyodunda ise % 0,57 değerinin üstüne çıkmamıştır.

Çalışmada tespit edilen *Diatoma* taksonlarından *D. moniliformis* ve *D. vulgaris* her iki örnekleme döneminde mevcut bulunurken, *D. constricta* sadece 2016-2017 örnekleme döneminde bulunmuştur. *D. moniliformis* 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut, 2016-2017 periyodunda ise Döllük istasyonunda devamlı mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olarak gözlemlenmiştir. Türün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda % 5,06 olarak Döllük istasyonunda kaydedilmiş, 2016-2017 periyodunda ise nisbi bolluk değerleri biraz yükselerek en fazla % 7,90 olarak Döllük istasyonunda tespit edilmiştir.

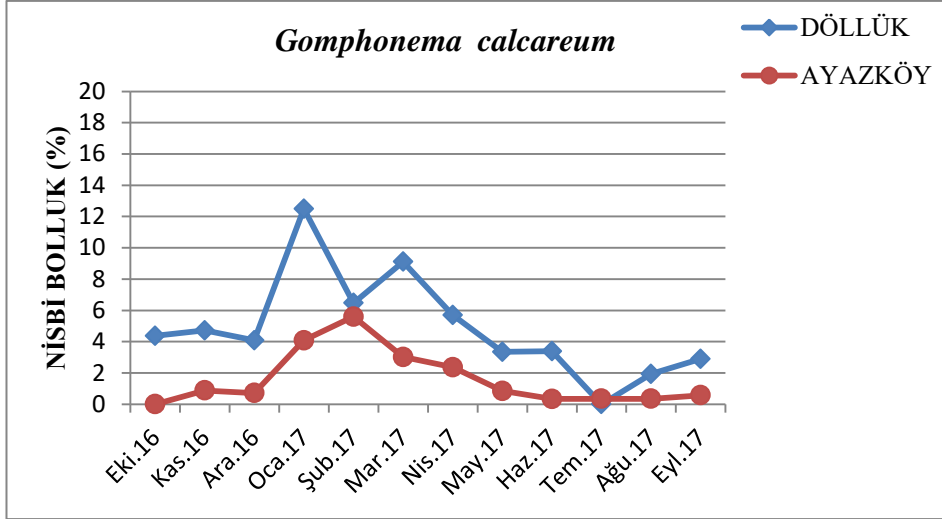
Diatoma vulgaris 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olarak tespit edilmiştir. Tür çalışma boyunca en yüksek nisbi bolluk değerine 2001-2002 örnekleme periyodunda Ekim 2001 tarihinde Döllük istasyonunda % 7 olarak ulaşmıştır. 2016-2017 örnekleme periyodunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri ise % 1,64 olarak Ekim 2016 tarihinde Döllük istasyonunda kaydedilmiştir.

Encyonema cinsine ait çalışmada tespit edilen iki taksondan biri olan *Encyonema auerswaldii* 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda da çoğunlukla mevcut olarak gözlemlenirken, 2016-2017 örneklerinde bu türe rastlanmamıştır. Bu türün en önemli artışı Temmuz 2001 tarihinde gözlenmiş, bu örneklemede nisbi bolluk değeri % 16,88'e ulaşmıştır. Ayazköy istasyonunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri % 3,23 olarak Kasım 2001 tarihinde kaydedilmiştir.

Gomphonema cinsine ait 8 takson tespit edilmiştir. *G. calcareum* 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut iken, 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda devamlı mevcut olmuştur. Türe ait en yüksek nisbi bolluk değerleri her iki örnekleme periyodunda da Döllük istasyonunda kaydedilmiştir. *G. calcareum* türü en önemli artışını Şubat 2002 tarihinde gerçekleştirmiş, bu esnada Döllük istasyonunda % 18,43 nisbi bolluk değerine ulaşmıştır. Aynı örneklemede Ayazköy istasyonunda kaydedilen nisbi bolluk değeri % 11,86 olmuştur. 2016-2017 periyodunda türün en yüksek nisbi bolluk değeri Ocak 2017 tarihinde Döllük istasyonunda % 12,5 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9., Şekil 4.10.).



Şekil 4.9. *Gomphonema calcareum* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.10. *Gomphonema calcareum* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

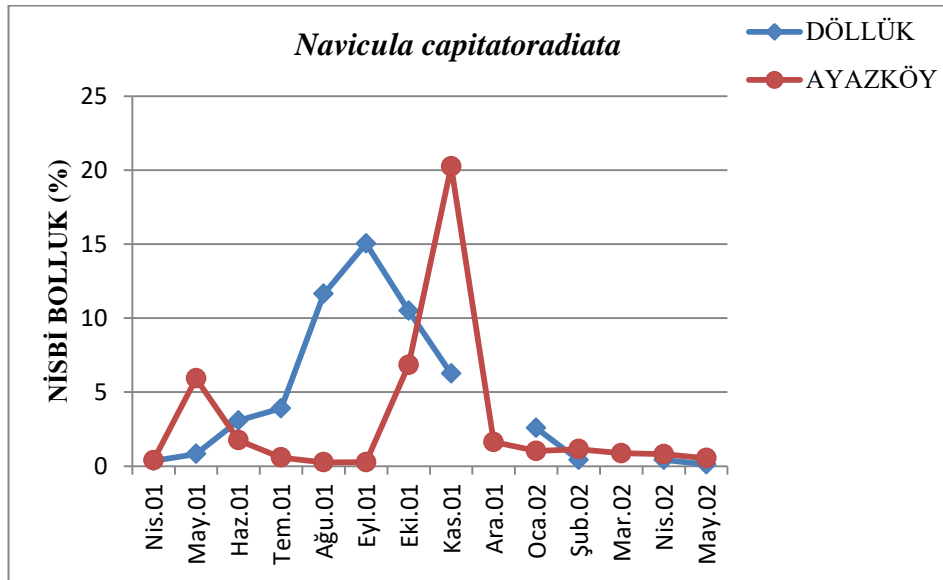
Gomphonema olivaceum özellikle tekerrürleri bakımından florada önemli bulunan taksonlardan biridir. Bu tür 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut, 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda devamlı mevcut olmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri çalışma boyunca yüksek bulunmamıştır. *G. olivaceum* türünün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda en fazla Döllük istasyonunda % 3,23 değerine ulaşmışken, 2016-2017 periyodunda en fazla Ayazköy istasyonunda % 6,68 değerine ulaşmıştır.

Gomphonema parvulum türü 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda ve 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut iken, aynı periyotta Döllük istasyonunda bazen mevcut bulunmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri her iki örnekleme periyodunda da Ayazköy istasyonunda daha yüksek bulunmuştur. Özellikle Ayazköy istasyonunda türün nisbi bolluk değerlerinde aylara bağlı olarak artışlar ve azalışlar görülmüştür. Türün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda % 4,22 olarak Kasım 2001 tarihinde, 2016-2017 periyodunda ise en yüksek % 1,71 olarak Mayıs 2017 tarihinde kaydedilmiştir.

Örnekleme boyunca her iki periyotta da *Gyrosigma* cinsini *G. attenuatum* tek takson olarak temsil etmiştir. *G. attenuatum* 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda

ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut, 2016-2017 periyodunda nadiren mevcut olarak gözlemlenmiştir. Ancak nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda da oldukça düşük bulunmuş, çoğunlukla % 1'in altında kaydedilmiştir.

Çalışmada *Navicula* cinsine ait 11 takson belirlenmiştir. *N. capitatoradiata* örnekleme boyunca sadece 2001-2002 periyodunda gözlenmiş ve her iki istasyonda %100 tekerrür oranına sahip olarak devamlı mevcut olmuştur. Türün nisbi bolluk değeri Kasım 2001 tarihinde Ayazköy istasyonunda en yüksek değerine ulaşmış, bu örneklemede tespit edilen taksonların % 20,25'in oluşturan *N. capitatoradiata* örnekleminin baskın türü olarak bulunmuştur. Aynı tür Döllük istasyonunda en yüksek nisbi bolluk değerine % 15,04 değeri ile Eylül 2001 tarihinde ulaşmıştır (Şekil 4.11.).



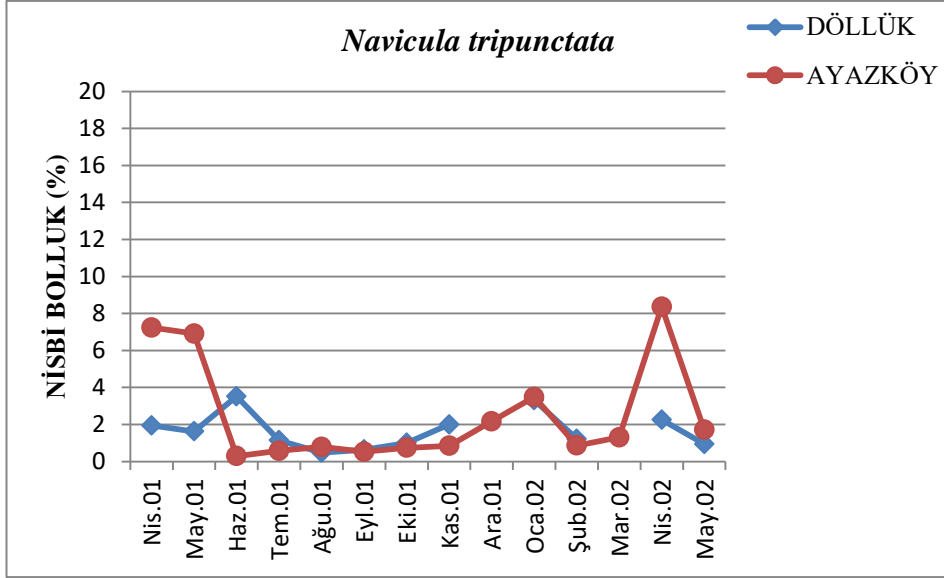
Şekil 4.11. *Navicula capitatoradiata* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Lemnicola exigua 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda nadiren mevcut, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda nadiren mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuştur. Nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda düşük bulunmuş ve en yüksek değeri Ayazköy istasyonunda % 1,62 olarak kaydedilmiştir. 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk değeri yükselmiş ve en yüksek değeri Döllük istasyonunda % 12,75 olarak kaydedilmiştir.

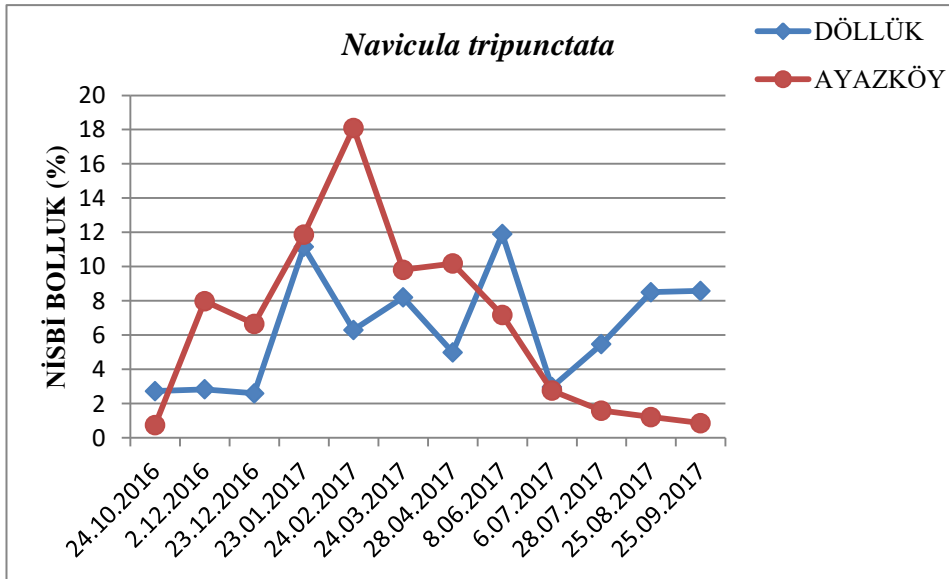
N. cryptotenella türü 2001-2002 periyodunda devamlı mevcut, 2016-2017 periyodunda ekseriya mevcut olarak tespit edilmiştir. Bu tür en önemli artışını Eylül 2001 tarihinde Döllük istasyonunda gerçekleştirmiş, bu esnada nisbi bolluk değeri % 12,16 olarak bulunmuştur. Aynı örnekleme döneminde Ayazköy istasyonunda türün ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri % 4,91 olarak Mayıs 2002 tarihinde kaydedilmiştir. Türün nisbi bolluk değerleri 2016-2017 örnekleme periyodunda daha düşük bulunmuş, % 2,5 değerinin üstünde bulunmamıştır.

N. phyllepta 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda ekseriya mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olarak tespit edilmiştir. Bu türün en yüksek nisbi bolluk değerleri her iki periyotta da yaklaşık olarak % 1,6 çıkmıştır. 2001-2002 periyodunda en yüksek değere Ayazköy istasyonunda ulaşılmışken, 2016-2017 periyodunda en yüksek değere Döllük istasyonunda ulaşılmıştır.

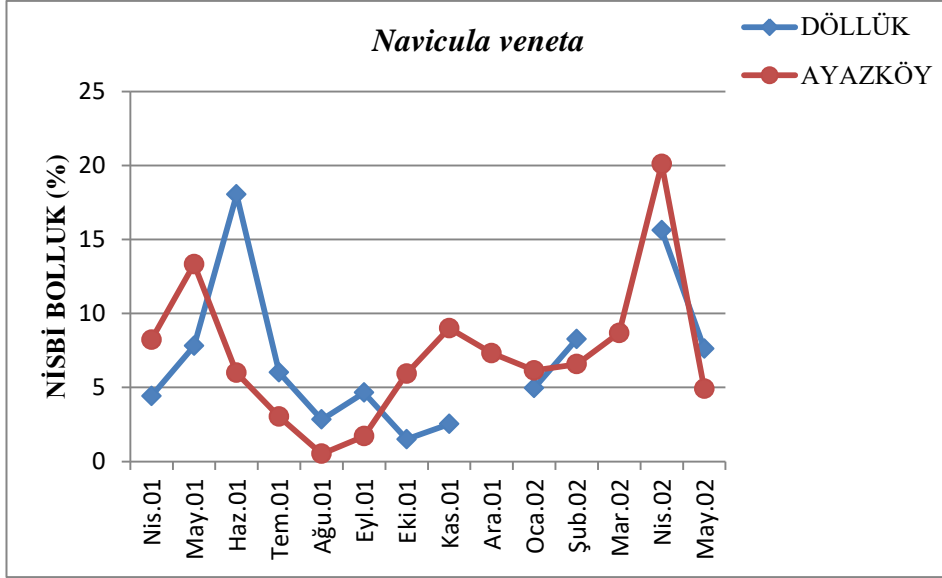
Navicula tripunctata ve *Navicula veneta* her iki periyotta da % 100 tekerrür oranına sahip olarak devamlı mevcut bulunmuşlardır. *N. tripunctata* türünün en yüksek nisbi bolluk değerleri her iki örnekleme periyodunda da Ayazköy istasyonunda kaydedilmiştir. 2001-2002 periyodunda en yüksek değer % 8,36 olarak Nisan 2002 tarihinde, 2016-2017 periyodunda en yüksek değer % 18,1 olarak Şubat 2017 tarihinde tespit edilmiştir (Şekil 4.12., Şekil 4.13.). *N. veneta* türü 2001-2002 periyodunda en önemli artışını Nisan 2002 tarihinde % 20,1 nisbi bolluk değerine ulaşarak gerçekleştirmiş, bu periyotta Döllük istasyonunda kaydedilen en yüksek nisbi bolluk değeri % 18,03 olarak Haziran 2001'de tespit edilmiştir. Türün 2016-2017 periyodunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri Mart 2017 tarihinde Döllük istasyonunda % 18,03 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14., Şekil 4.15.).



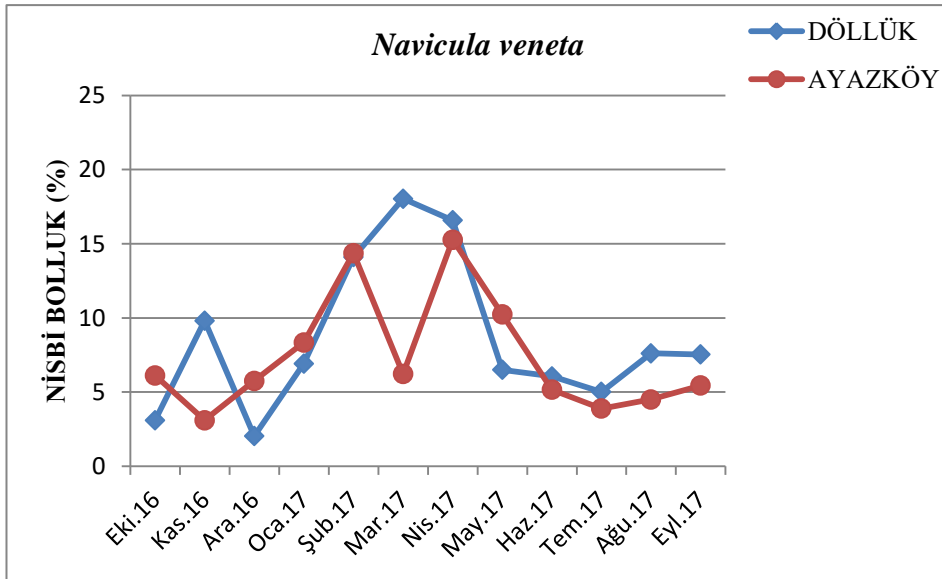
Şekil 4.12. *Navicula tripunctata* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.13. *Navicula tripunctata* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



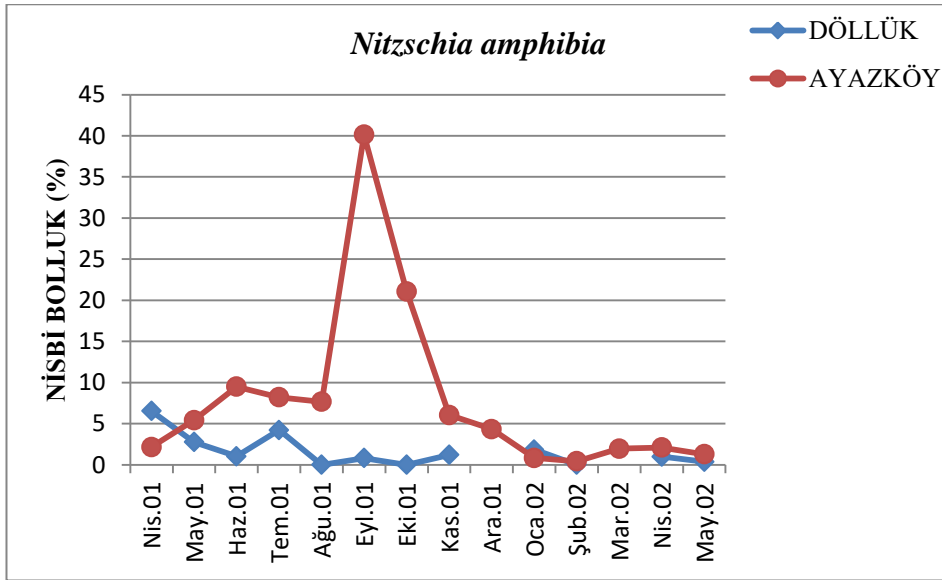
Şekil 4.14. *Navicula veneta* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



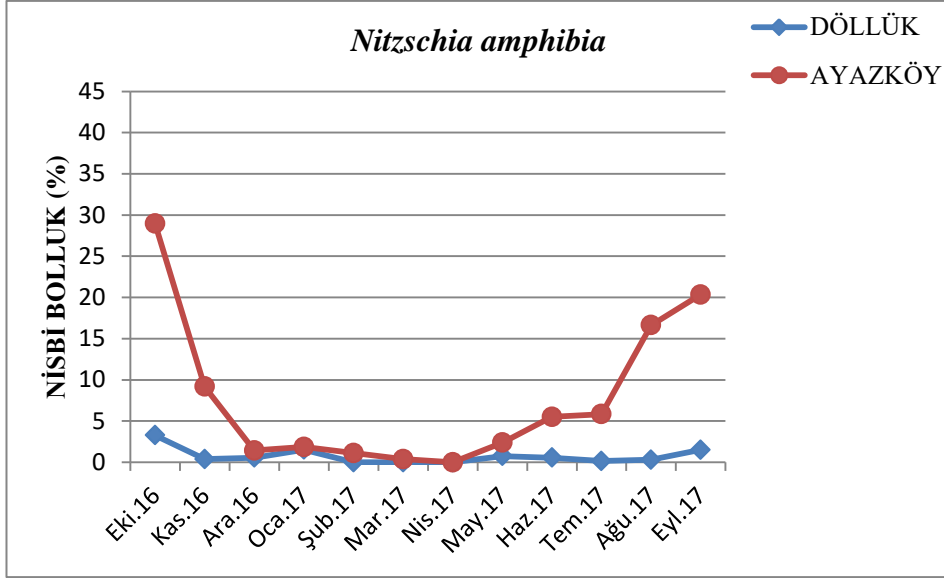
Şekil 4.15. *Navicula veneta* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Navicula viridula 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak gözlenmiştir. Bu türün nisbi bolluk değerleri düşük olup, Döllük istasyonunda en fazla % 3,62, Ayazköy istasyonunda % 3,26 değerine ulaşmıştır.

Nitzschia cinsine ait 16 takson belirlenmiştir. *N. amphibia* 2001-2002 periyodunda ve 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olmuştur. *N. amphibia* türü Eylül 2001 tarihinde Ayazköy istasyonunda önemli bir artış göstermiş, nisbi bolluk değeri % 40,13 değerine yükselmiş ve bu örneklemin en baskın türünü oluşturmuştur. 2001-2002 örnekleminde Döllük istasyonunda bu türün nisbi bolluk değeri en yüksek % 6,5 olarak bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda türün nisbi bolluk değerleri % 3'ün üstüne çıkmamıştır. Aynı periyotta Ayazköy istasyonunda çoğu ayda türün nisbi bollukları artış göstermiş ve en yüksek Ekim 2016 tarihinde % 29 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.16., Şekil 4.17.).



Şekil 4.16. *Nitzschia amphibia* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.17. *Nitzschia amphibia* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

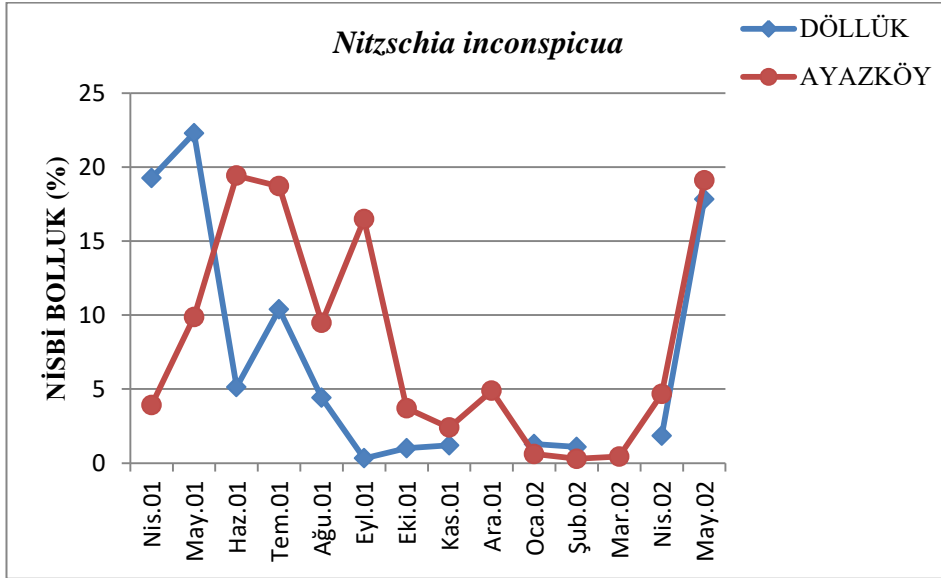
Nitzschia dissipata 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda %100 tekerrür oranına sahip olarak devamlı mevcut bulunmuş, 2016-2017 periyodunda ise ekseriya mevcut olarak tespit edilmiştir. Türün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda %7,59 olarak Ayazköy istasyonunda Kasım 2001 örneklemede kaydedilmiş, 2016-2017 periyodunda ise nisbi bolluk değerleri en fazla % 4,81 olarak Döllük istasyonunda Nisan 2017 örneklemede tespit edilmiştir.

Nitzschia fonticola 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut, 2016-2017 periyodunda ise her iki istasyonda devamlı mevcut olmuştur. *N. fonticola* türünün nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda da düşük bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda tüm örneklemede nisbi bollukları % 1 değerinin altında bulunmuş, 2016-2017 periyodunda ise % 4,71 değerinin üstüne çıkmamıştır.

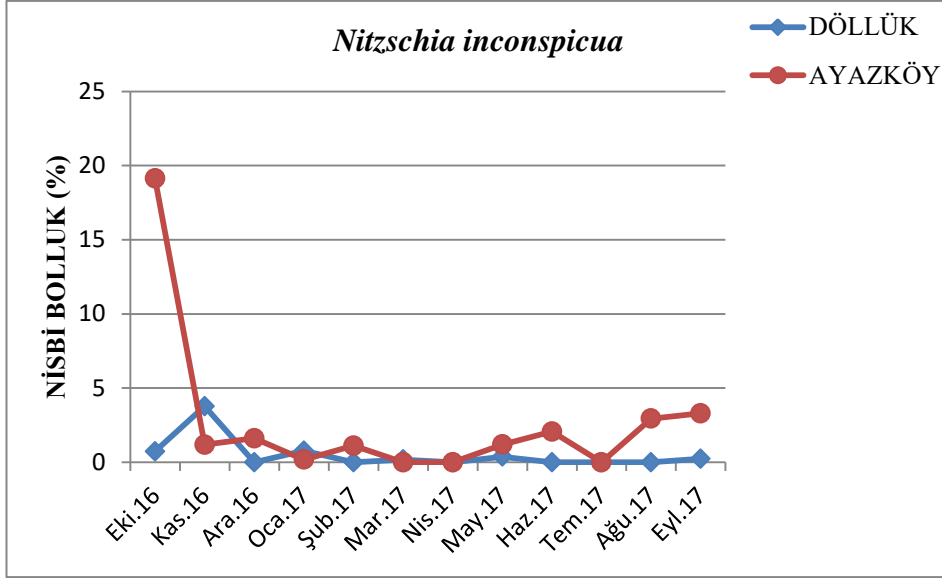
Nitzschia frustulum her iki periyotta da % 100 tekerrüre sahip olmuş ve devamlı mevcut olarak gözlemlenmiştir. Bu türün nisbi bolluk değerleri çoğu örneklemede Ayazköy istasyonunda daha yüksek bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda Mart 2002 tarihinde Ayazköy istasyonunda % 8,68 değerine ulaşan nisbi bolluk değerleri, 2016-2017 periyodunda en yüksek % 13,08 olarak Haziran 2017’de tespit edilmiştir.

Nitzschia linearis 2001-2002 örneklemeğinde Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak gözlemlenmiştir. Sadece 2001-2002 periyodunda gözlenen bu türün nisbi bolluk değeri düşük olup % 0,14 ile % 6,86 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir.

Nitzschia inconspicua 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda devamlı mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuştur. *N. inconspicua* türünün 2001-2002 periyodunda kaydedilen en yüksek nispi bolluk değeri % 22,28 olarak Döllük istasyonunda bulunmuştur. Tür 2001-2002 periyodunda daha yüksek nisbi bolluk değerlerinde kaydedilmiştir. 2016-2017 periyodunda sadece Ekim 2016 tarihinde Ayazköy istasyonunda önemli bir artış göstermiş ve bu esnada nisbi bolluk değeri % 19,13 olmuştur. Bu periyodun diğer tüm örneklemelerinde türün nisbi bolluk değerleri % 3,8'in üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.18., Şekil 4.19.).



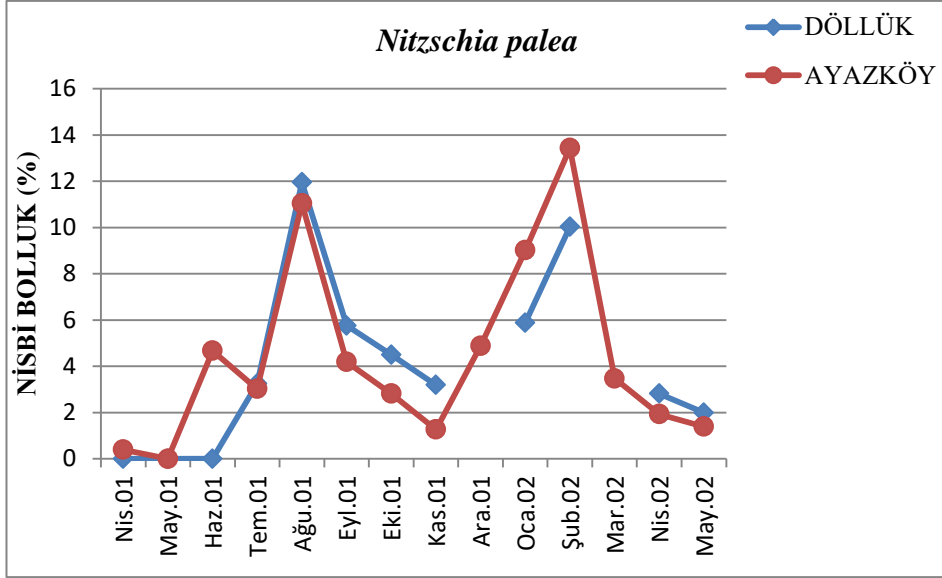
Şekil 4.18. *Nitzschia inconspicua* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



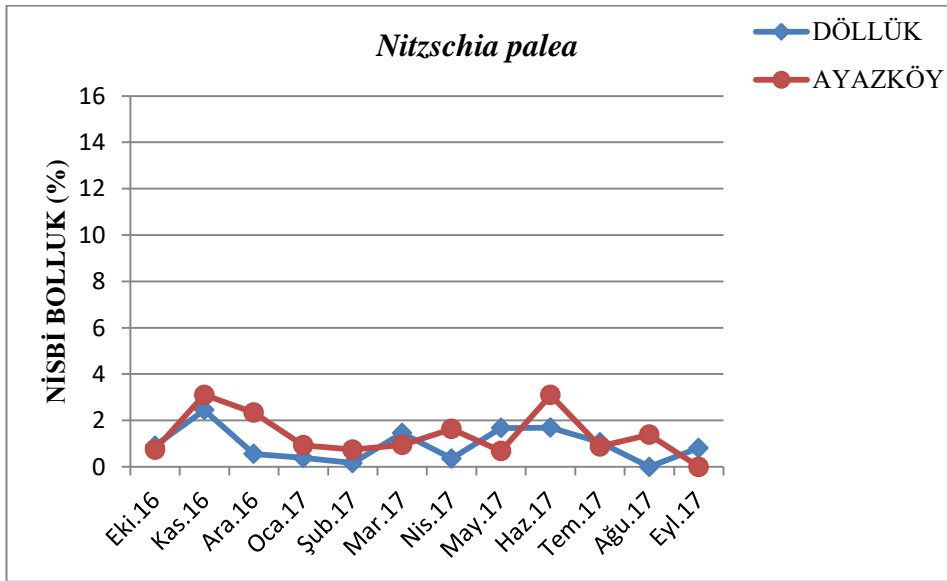
Şekil 4.19. *Nitzschia inconspicua* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Nitzschia sigmoidea 2001-2002 istasyonlarında çoğunlukla mevcut olurken, 2016-2017 Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda nadiren mevcut olmuştur. 2001-2002 periyodunda bu türün nisbi bolluk değerleri Nisan ayında Ayazköy istasyonunda ve Kasım ayında Döllük istasyonunda olmak üzere iki kez artış göstermiş, bu esnada nisbi bolluk değerleri sırasıyla % 4,89 ve % 4,25 olarak bulunmuştur. Bu periyotta türün nisbi bolluk değerleri diğer aylarda en fazla %1,84 değerini geçememiştir. 2016-2017 periyodunda ise *N. sigmoidea* türünün nisbi bollukları çok düşük bulunmuş ve en fazla % 0,38 olarak tespit edilmiştir.

Nitzschia palea türü 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda ve 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda devamlı mevcut olmuştur. Her iki periyotta en yüksek değerleri Ayazköy istasyonunda kaydedilen *N. palea* türünün 2001-2002 periyodunda en yüksek değeri % 13,43 olarak Şubat 2002 tarihinde tespit edilmiştir. 2016-2017 periyodunda *N. palea* türünün nisbi bollukları oldukça azalmış, tüm örneklemelerde % 3 değerinin altında bulunmuştur (Şekil 4.20., Şekil 4.21.).



Şekil 4.20. *Nitzschia palea* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

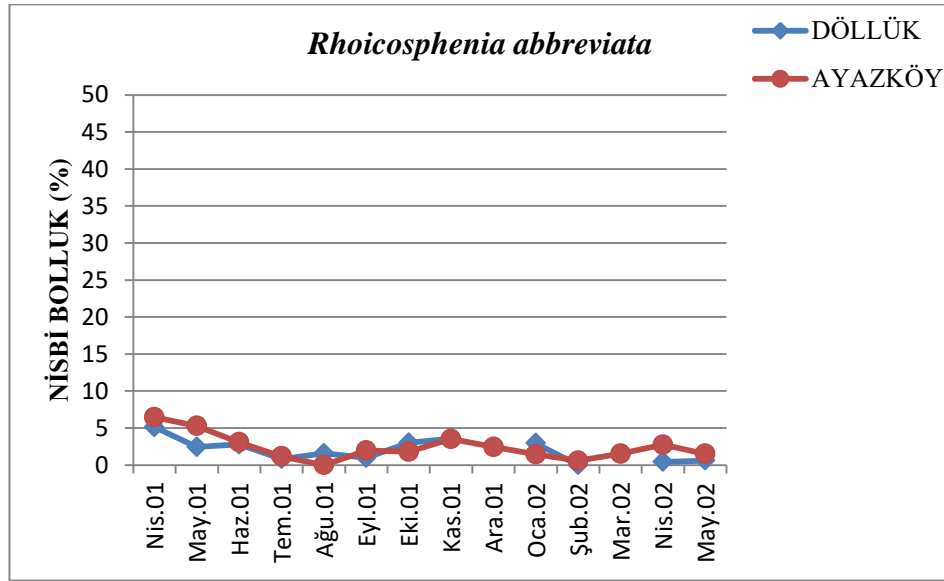


Şekil 4.21. *Nitzschia palea* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

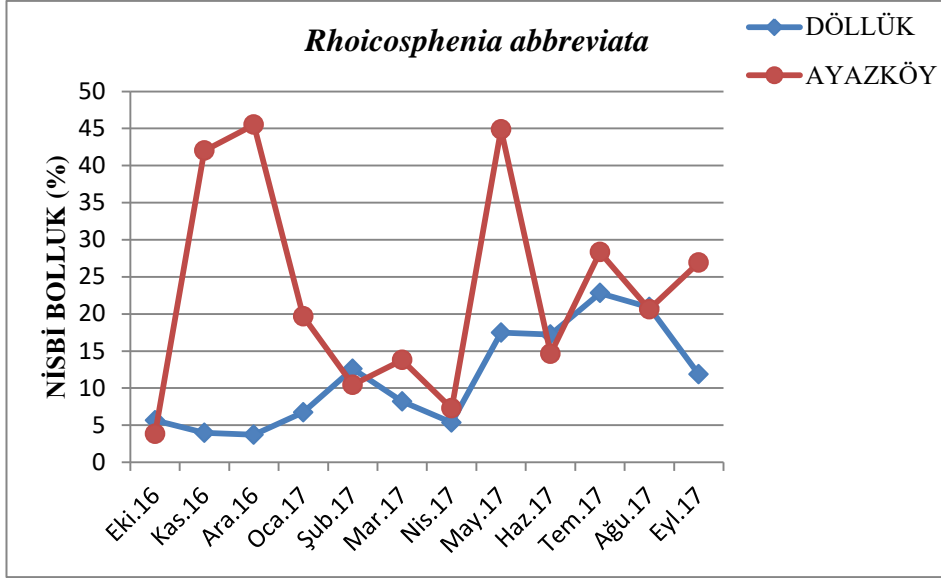
Planothidium cinsine ait tespit edilen tek takson olan *P. lanceolatum* 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda bazen mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuştur. Ancak nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda da düşük bulunmuş, 2001-

2002 periyodunda % 2,39, 2016-2017 periyodunda ise % 0,66 değerinin üstüne çıkmamıştır.

Rhoicosphenia abbreviata çalışmada tekerrür oranları ve nisbi bolluk değerleri yönünden önemli bulunan taksonlardan biridir. *R. abbreviata* türünün her iki örnekleme periyodunda tekerrür oranları % 91,67 ile % 100 arasında değişmiştir. Türün nisbi bolluk değerleri özellikle 2016-2017 periyodunda önemli sayılara ulaşmıştır. Bu periyotta ilk önemli artışı Kasım ve Aralık 2016 tarihlerinde Ayazköy istasyonunda gözlenmiş, bu esnada nisbi bolluk değerleri sırasıyla % 42 ve % 45,5 olarak bulunmuştur. Türün ikinci önemli artışı yine Ayazköy istasyonunda Mayıs 2017 tarihinde gözlenmiş, bu örneklemede toplanan organizmaların %44,9'unu *R. abbreviata* türü oluşturmuştur. 2001-2002 periyodunda *R. abbreviata* türünün nisbi bolluk değerleri oldukça düşük bulunmuş, en fazla % 6,46 nisbi bolluk değerine ulaşmıştır (Şekil 4.22., Şekil 4.23.).



Şekil 4.22. *Rhoicosphenia abbreviata* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.23. *Rhoicosphenia abbreviata* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Çalışmanın sadece 2001-2002 periyodunda gözlenen taksonlarından biri olan *Sellaphora pupula* Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuştur. *S. pupula* türü Ağustos ve Ekim 2001 tarihlerinde Ayazköy istasyonunda yoğunluğunu arttırmış, nisbi bolluk değerleri sırasıyla % 11,3 ve % 17,8 olarak bulunmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri Döllük istasyonunda çok düşük olup, en fazla % 1,3 değerinin üstüne çıkmamıştır.

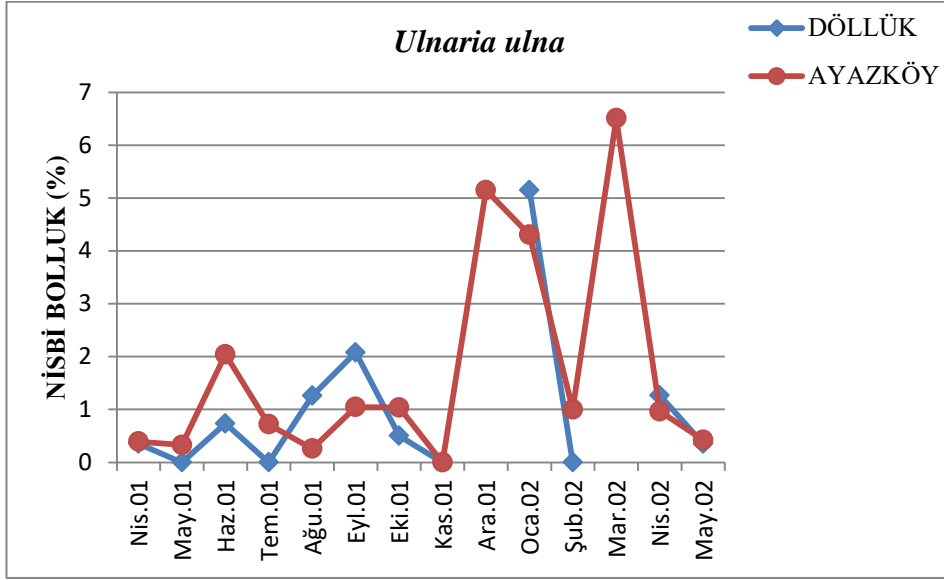
Surirella cinsine ait florada tespit edilen 3 taksondan (*S. minuta*, *S. ovalis*, *S. angusta*) biri olan *S. minuta* tekerrürleri ve nisbi bollukları yönünden *Surirella* cinsine ait tespit edilen diğer iki taksondan daha önemli bulunmuştur. Bu takson 2001-2002 periyodunda örneklenen her iki istasyonda çoğunlukla mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak gözlemlenmiştir. *S. minuta* türü Şubat 2002 tarihinde Ayazköy istasyonunda önemli bir artış göstermiş ve % 12,4 nisbi bolluk değerine ulaşmıştır. 2001-2002 periyodunun diğer tüm örneklemelerinde türün nisbi bolluk değerleri % 3,5'un altında tespit edilmiştir. 2016-2017 periyodunda ise sadece Mart 2017 tarihinde Ayazköy

istasyonunda türün nisbi bolluk değeri % 3,77 olarak bulunmuş, diğer tüm örneklemelerde genellikle %1'in altında tespit edilmiştir.

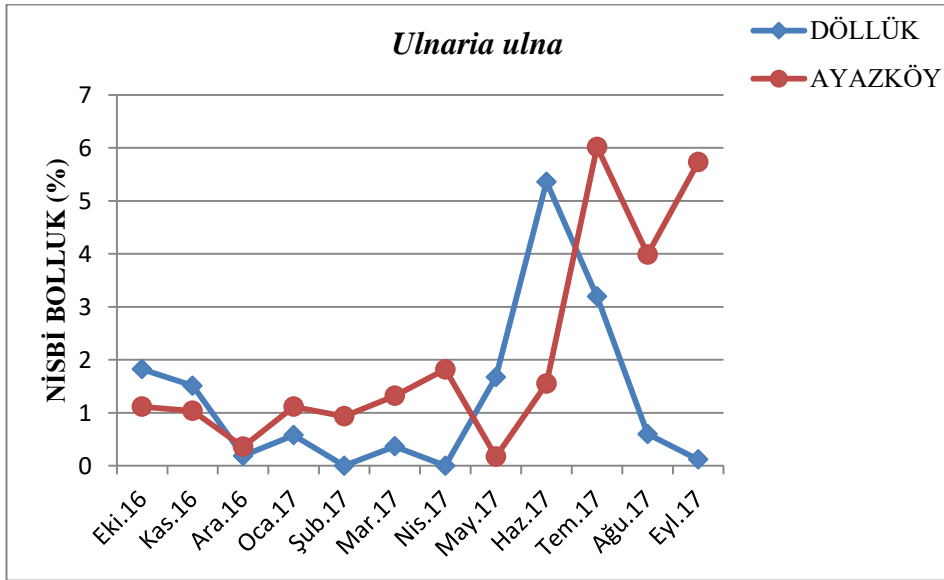
Tryblionella cinsine ait florada tespit edilen 4 taksondan (*T. angustata*, *T. apiculata*, *T. debilis*, *T. levidensis*) biri olan *Tryblionella apiculata* tekerrürleri bakımından her iki örnekleme periyodunda da önemli olmuştur. Bu tür 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut, 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda ekseriya mevcut olarak gözlemlenmiştir. Türün en yüksek nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda % 5,35 olarak Ayazköy istasyonunda Kasım 2011 tarihinde ve % 5,03 olarak Döllük istasyonunda Ağustos 2001 tarihinde kaydedilmiştir. 2016-2017 periyodunda ise nisbi bolluk değerleri düşerek en fazla % 0,73 olarak Döllük istasyonunda tespit edilmiştir.

Ulnaria cinsine ait 5 takson (*U. acus*, *U. biceps*, *U. danica*, *U. oxyrhynchus*, *U. ulna*) tespit edilmiştir. Bu taksonlardan biri olan *U. acus*'un tekerrür oranları özellikle 2016-2017 periyodunda oldukça yüksek bulunmuştur. Tür 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda da devamlı mevcut olmuş, ancak nisbi bolluk değerleri her iki istasyonda da % 3'ün altında bulunmuştur. *U. acus* türü 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda da nadiren mevcut bulunan bir tür olmuş, nisbi bolluk değerleri hiçbir örneklemede % 0,6 değerinin üstüne çıkmamıştır. *U. biceps* türü sadece 2016-2017 periyodunda gözlenen ve ekseriya mevcut bulunan bir tür olmuştur. *U. danica* türü 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olan bir türdür. Aynı periyotta Döllük istasyonunda ekseriya mevcut bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda ise her iki istasyonda da nadiren mevcut olmuştur. *U. danica* türünün nisbi bolluk değerleri her iki periyotta da % 0,09 ile % 0,76 olarak çok düşük değerlerde tespit edilmiştir. 2016-2017 periyodunda devamlı mevcut bulunan *Ulnaria* türlerinden biri *U. oxyrhynchus*'dur. 2001-2002 periyodunda bu tür Döllük istasyonunda nadiren, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olmuştur. Türün nisbi bolluğu örnekleme periyotları boyunca % 2'nin altında bulunmuştur. Çalışmada *Ulnaria* cinsine ait tespit edilen taksonlar arasında her iki periyotta da tekerrürü yüksek olan takson *Ulnaria ulna* olmuştur. *U. ulna* 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut olurken, aynı periyotta Ayazköy istasyonunda ve 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda devamlı mevcut

bulunmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda % 6,5'un, 2016-2017 periyodunda % 6'nın üzerine çıkmamıştır (Şekil 4.24., Şekil 4.25.).

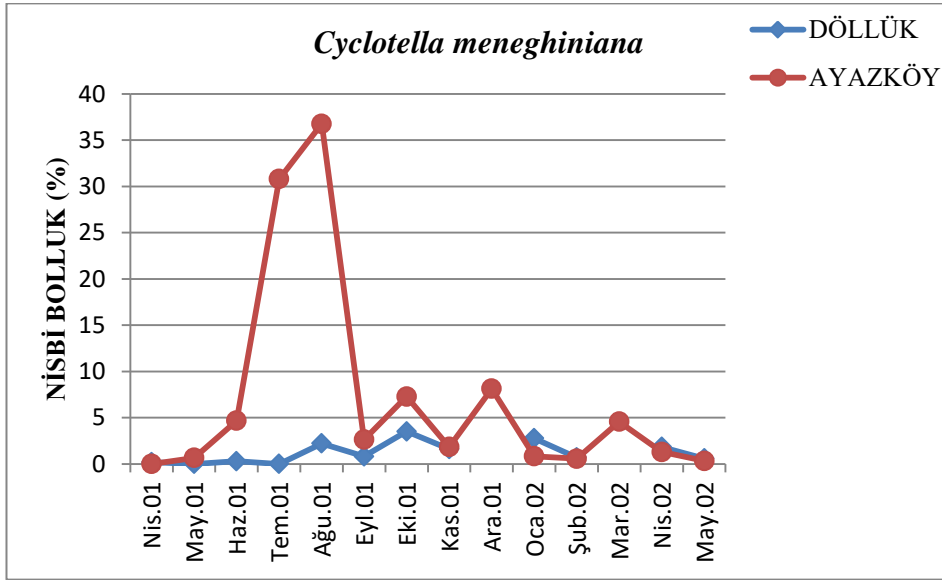


Şekil 4.24. *Ulnaria ulna* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

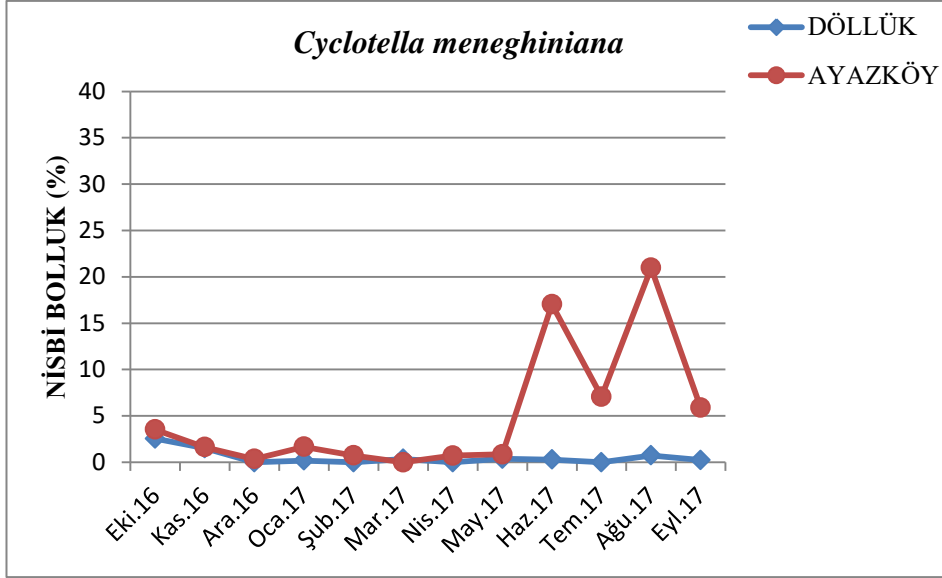


Şekil 4.25. *Ulnaria ulna* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

Mediophyceae sınıfındaki diyatomelere bakıldığında *Cyclotella* cinsine ait 3 takson (*C.iris*, *C.meneghiniana*, *C. sp*) tespit edilmiştir. Bu taksonlar içinde *C. meneghiniana* her iki örnekleme döneminde de hem yüksek tekerrüre sahip olmuş, hem de bazı aylarda yüksek nisbi bolluk değerlerine ulaşmıştır. Bu tür 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuş, aynı periyotta Ayazköy istasyonunda ve 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda devamlı mevcut bulunmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda oldukça yüksek olup Ayazköy istasyonunda Temmuz ve Ağustos örnekleme dönemlerinde sırasıyla % 30,79 ve % 36,75 değerine ulaşmıştır. Diğer örnekleme dönemlerinde türün nisbi bolluk değerleri en fazla % 8 olmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda *C. meneghiniana* türü Haziran ile Eylül 2017 tarihleri arasında Ayazköy istasyonunda nisbi bolluk değerlerinde artış göstermiştir. Bu tarihler arasında türün nisbi bolluk değerleri % 5,8 ile % 21 arasında değişmiştir. Tür en önemli artışını % 17 nisbi bolluk değeri ile Haziran 2017 tarihinde ve % 21 olarak Ağustos 2017 tarihinde Ayazköy istasyonunda gerçekleştirmiştir. Ayazköy istasyonunun diğer aylarında ve Döllük istasyonunda tüm aylarda türün nisbi bolluk değerleri %3,5'in altında bulunmuştur (Şekil 4.26., Şekil 4.27.).



Şekil 4.26. *Cyclotella meneghiniana* türünün 2001-2002 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.27. *Cyclotella meneghiniana* türünün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk (%) değerlerinin değişimi

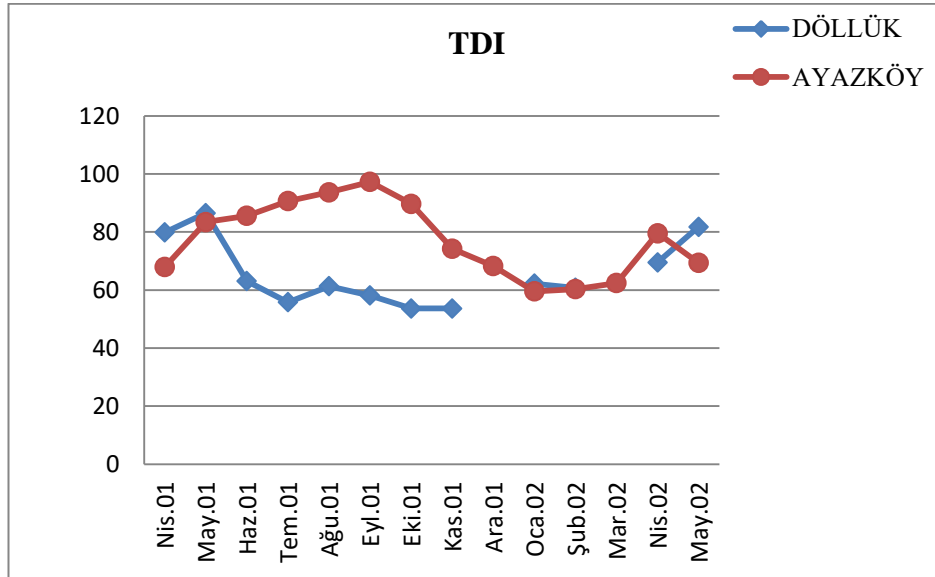
Coscinodiscophyceae sınıfından *Melosira* cinsine ait gözlenen tek tür olan *Melosira varians* 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda ekseriya mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olarak tespit edilmiştir. *M. varians* türünün nisbi bollukları 2001-2002 periyodunda oldukça düşük bulunmuş, en fazla Mart 2002 tarihinde Ayazköy istasyonunda % 2,39 değeri kaydedilmiştir. 2016-2017 periyodunda Mayıs 2017 tarihinde Döllük istasyonunda türün nisbi bolluk değeri önemli bir artış göstererek % 19,7 değerine ulaşmıştır. Aynı periyotta türün bir diğer artışı Ayazköy istasyonunda Eylül 2017 tarihinde % 7,88 olarak kaydedilmiştir. Diğer örneklemelerde nisbi bolluk değerleri % 4'ün altında bulunmuştur.

4.2.2. Trofik diyatome indeksi (TDI) sonuçları

Mustafakemalpaşa Çayı epilitik diyatomeleleri kullanılarak hesaplanan Nisan 2001 – Mayıs 2002 dönemine ait TDI indeks değerleri 53,61- 93,67 arasında değişmiş en düşük değer Ekim 2001 tarihinde 53,61 olarak Döllük istasyonunda, ikinci en düşük TDI değeri ise 53,62 olarak Kasım 2001 tarihinde Döllük istasyonunda gözlemlenmiştir. Bu örneklem periyodunda en yüksek TDI değeri Eylül 2001 tarihinde 97,24 olarak

Ayazköy istasyonunda kaydedilmiştir. Diğer aylarda ise TDI değerleri 55,77 değerinin üzerinde kaydedilmiştir (Şekil 4.28.). 2001- 2002 periyodunda örneklenen aylarda ve istasyonlarda hesaplanan TDI indeks değeri ortalama 71,38 olarak bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda kış mevsiminde en yüksek TDI değeri 68,28 olurken, yaz mevsiminde en yüksek TDI 93,67 değerine ulaşmıştır. 2001-2002 periyodunda sonbaharda en yüksek TDI değeri 97,24 olurken, ilkbaharda en yüksek TDI 81,75 değerine ulaşmıştır.

2001-2002 periyodu verilerine göre hesaplanan TDI indeks değerleri Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesinin III.-V. kalite (orta-zayıf) arasında olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.5.). Bu örnekleme periyodunda Döllük istasyonunun Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım 2001 örnekleme ile Ayazköy istasyonunun Ocak 2002 örnekleme III. sınıf; Döllük istasyonunun Haziran 2001, Ağustos 2001, Ocak, Şubat ve Nisan 2002 örnekleme ile Ayazköy istasyonunun Nisan, Kasım, Aralık 2001, Şubat, Mart ve Mayıs 2002 örnekleme IV. sınıf; bu periyotta gerçekleştirilen diğer tüm örnekleme ise V. sınıf su kalitesinde olduğu gözlenmiştir.

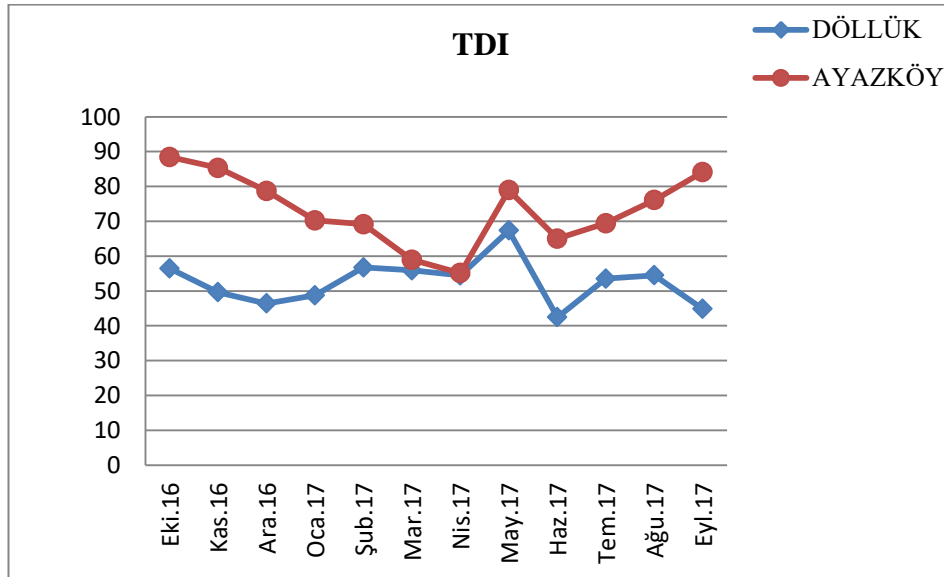


Şekil 4.28. 2001-2002 örnekleme periyoduna ait TDI sonuçları

2016-2017 örnekleme periyoduna ait TDI sonuçlarına göre en düşük değer Haziran 2017 tarihinde 42,45 olarak Döllük istasyonunda, ikinci en düşük TDI değeri ise 44,82

olarak Eylül 2017 tarihinde Döllük istasyonunda gözlemlenmiştir. Bu örnekleme periyodunda en yüksek değer Ekim 2016 tarihinde 88,47 olarak Ayazköy istasyonunda kaydedilmiştir (Şekil 4.29.). 2016- 2017 periyodunda örneklenen aylarda ve istasyonlarda hesaplanan TDI indeks değeri ortalama 62,94 olarak bulunmuştur. 2016-2017 kış mevsiminde en fazla 78,71 olan TDI değeri yaz mevsiminde 69,41 değerine düşmüştür. 2016-2017 sonbaharda en fazla 88,47 olan TDI değeri ilkbaharda 78,95 değerine düşmüştür.

2016-2017 periyodu verilerine göre TDI indeks değerleri Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesinin II.-V. kalite (iyi-zayıf) olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.6.). TDI sonuçlarına göre bu örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda Kasım, Aralık, Ocak, Haziran ve Eylül örnekleme döneminde II. sınıf; Ekim, Şubat, Mart, Nisan, Temmuz, Ağustos örnekleme döneminde III. sınıf; Mayıs örnekleme döneminde ise IV. sınıf su kalitesi gözlemlenmiştir. Ayazköy istasyonunun ise Mart ve Nisan örnekleme döneminde III. sınıf; Ocak, Şubat, Haziran ve Temmuz örnekleme döneminde IV. sınıf, diğer aylara ait örnekleme döneminde ise V. sınıf su kalitesi gözlemlenmiştir.



Şekil 4.29. 2016-2017 örnekleme periyoduna ait TDI sonuçları

2001-2002 periyodunda hesaplanan yıllık ortalama TDI değeri 71,84 olmuştur. Bu değer Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesinin yıllık ortalama TDI sonuçlarına göre IV. kalite (kötü), ötrofik seviyede olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı 2001-2002 periyoduna ait biyolojik su kalitesi değerlendirilmesi

metrik	min.	maks.	yıllık ort.	std. sapma	su kalite sınıfı (kirlilik düzeyi)
Trofik Diyatome İndeksi (TDI)	53,61	97,24	71,84	13,39	III.-V. (IV)
takson zenginliği	23	60	39	9,40	-

2016-2017 periyodunda hesaplanan yıllık ortalama TDI değeri 62,94 olmuştur. Bu değer bu örnekleme periyodunda Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesinin yıllık ortalama TDI sonuçlarına göre IV. kalite (kötü) ötrofik seviyede olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Mustafakemalpaşa Çayı 2016-2017 periyoduna ait biyolojik su kalitesi değerlendirilmesi

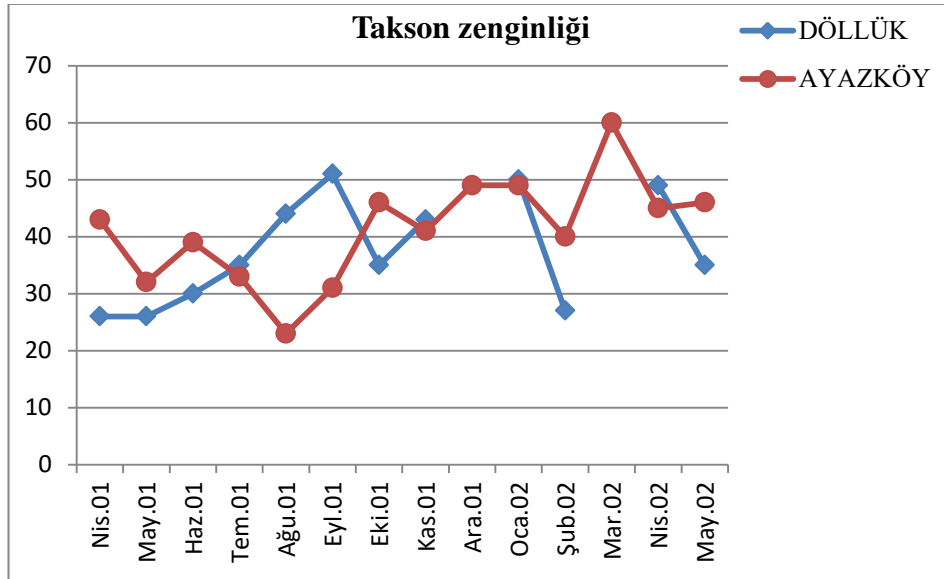
metrik	min.	max.	ort.	std. sapma	su kalite sınıfı (kirlilik düzeyi)
Trofik Diyatome İndeksi (TDI)	42,45	88,47	62,94	13,64	II.-V. (IV)
takson zenginliği	23	52	34	5,87	-

4.2.3. Diyatome takson zenginliği sonuçları

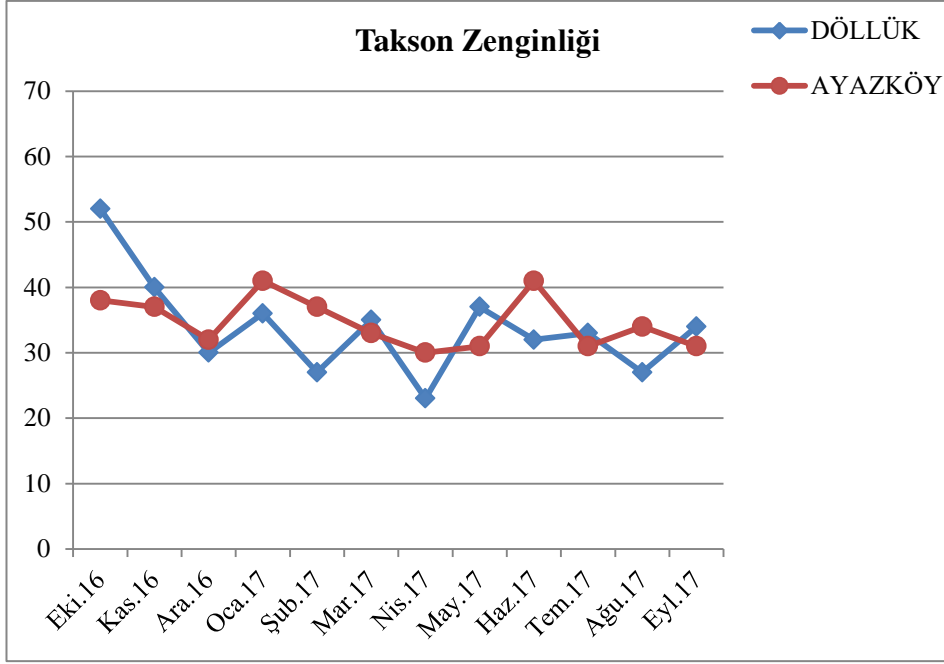
Mustafakemalpaşa Çayı'nın iki periyodunun tüm istasyonlarında toplam 105 epilitik diyatome taksonu tespit edilmiştir. 2001-2002 periyodunda çalışma dönemi boyunca her bir örneklemede kaydedilen toplam diyatome takson sayısı 23 ile 60 arasında değişmiştir. En düşük diyatome takson sayısı Ağustos 2001 tarihinde Ayazköy'de, en

yüksek diyatome takson sayısı Mart 2002 tarihinde Ayazköy’de kaydedilmiştir (Şekil 4.30.).

2001-2002 periyodunda hesaplanan yıllık ortalama takson zenginliği değeri 39 olmuştur. Çalışma boyunca takson zenginliği 23-60 değerleri arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.). Takson Zenginliği değerleri 2001-2002 periyodunda 23 – 60 arasında değişim göstermiştir. En düşük takson zenginliği değeri Ağustos 2001’ de kaydedilmiş, en yüksek takson zenginliği değeri Mart 2002’de tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük takson zenginliği değeri Ayazköy istasyonunda gözlemlenmiştir. 2001-2002 periyodunda kış mevsiminde en yüksek takson zenginliği değeri 50 takson olarak kaydedilirken yaz mevsiminde 44 taksona düşmüştür. 2001-2002 periyodunda sonbaharda en yüksek takson zenginliği değeri 51 takson olurken, ilkbaharda en yüksek takson zenginliği 60 değerine ulaşmıştır.



Şekil 4.30. 2001-2002 periyoduna ait takson zenginliği değerlerinin değişimi



Şekil 4.31. 2016-2017 periyoduna ait takson zenginliği değerlerinin değişimi

2016-2017 periyodunda her bir örneklemede kaydedilen en düşük toplam diyatome takson sayısı 23 olarak Nisan 2017’de, en yüksek diyatome takson sayısı 52 olarak Ekim 2016’da kaydedilmiştir. Bu periyotta en düşük ve en yüksek diyatome takson sayısı Döllük istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 4.31.). 2016-2017 periyodunda hesaplanan yıllık ortalama takson zenginliği değeri 34 olmuştur. Çalışma boyunca minimum takson zenginliği değeri 23, maximum takson zenginliği değeri 52 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.6.). Takson Zenginliği değerleri 2016-2017 periyodunda en yüksek 23 takson olarak Nisan 2017’de, en yüksek 52 takson olarak Ekim 2016 tarihinde Döllük istasyonlarında kaydedilmiştir. 2016-2017 periyodunda kış ve yaz mevsiminde takson zenginliği en fazla 41 takson olarak tespit edilmiştir. 2016-2017 periyodunda sonbaharda en fazla 52 olan takson zenginliği değeri ilkbaharda 37 değerine düşmüştür.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada; Mustafakemalpaşa Çayı'ndan iki farklı periyotta (Nisan 2001 - Mayıs 2002 ve Ekim 2016 - Eylül 2017) örneklenen epilitik diyatomelelerin tür kompozisyonu belirlenmiş, her iki örnekleme periyodunda takson zenginliği değerleri karşılaştırılmış, epilitik diyatomelelerin indikatör özellikleri kullanılarak hesaplanan Trofik Diyatome İndeksi sonuçlarına göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın biyolojik su kalite sınıfları ortaya konmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı yüzey suyunda ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlere ait sonuçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde (Anonim 2016) verilen limit değerler ile karşılaştırılarak su kalite sınıfları belirlenmiş, Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesinin (biyolojik ve fiziko-kimyasal) uzun dönemdeki değişimi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Mustafakemalpaşa Çayı'ndan alınan su örneklerinden ölçümü yapılan çevresel değişkenlerden bazıları pH, EC, ÇO, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P, TP ve TN'dur. Bu çevresel değişkenlerin değerleri YSKY (Anonim 2016)'ye göre değerlendirilmiş ve yıllık ortalama değerleri bu yönetmelikte yer alan "Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" tablosunda yer alan değerler ile karşılaştırılmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesinin her iki periyotta da pH, ÇO ve NO₃-N değerlerine göre I. sınıf su kalite sınıfında, EC değerine göre II. sınıf su kalite sınıfında yer aldığı görülmüştür. 2001-2002 örnekleme periyodu NH₄-N değerlerine göre I. sınıf, PO₄-P değerlerine göre III. sınıf su kalite sınıfında yer alırken, 2016-2017 örnekleme periyodunun NH₄-N ve PO₄-P değerleri bakımından II. sınıf su kalite sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. TP değerlerine göre 2001-2002 örnekleme periyodunun IV. sınıf su kalite sınıfında, 2016-2017 örnekleme periyodunun III. sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir. TN değerleri ise 2001-2002 örnekleme periyodunda II. sınıf su kalitesini işaret ederken, 2016-2017 örnekleme periyodunda çalışma bölgesinin TN değerleri açısından I. sınıf su kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. YSKY (Anonim 2016)'ye göre SiO₂, Fe, B ve As değişkenleri de değerlendirilmiştir. SiO₂ değerleri 2001-2002 periyodunda yönetmelikte izin verilen yıllık ortalama (YO) ve maksimum çevresel kalite standardı (MAK) değerinin üstünde gözlemlenirken, 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen

yıllık ortalama SiO₂ değerleri yönetmelikte izin verilen yıllık ortalama değerin altında bir değer göstermiştir. Fe iki periyotta da yönetmelikte izin verilen yıllık ortalama (36 µg/L) ve maksimum (101 µg/L) çevresel kalite standardı değerinin üstünde bir değerde gözlemlenmiştir. Çalışmada ölçülen yıllık ortalama B değerleri her iki periyotta da yönetmelikte izin verilen yıllık ortalama çevresel kalite standardı değerinin (0,707 mg/L) üstünde bir değerde gözlenirken, 2001-2002 örnekleme periyodunda yönetmelikte izin verilen maksimum çevresel kalite standardı değerinin (1,472 µg/L) altında, 2016-2017 örnekleme periyodunda ise izin verilen maksimum değerin üstünde tespit edilmiştir. As değerlerinin 2001-2002 periyodunda yönetmelikte izin verilen yıllık ortalama ve maksimum çevresel kalite standardı değerinin (53 µg/L) altında, 2016-2017 periyodunda ise bu değerlerin üstünde olduğu kaydedilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca ölçülen yıllık ortalama sıcaklık değeri 2001-2002 periyodunda 16 °C, 2016-2017 periyodunda 14,71 °C olarak bulunmuştur. Su sıcaklığı canlıların büyüme ve üreme hızı gibi önemli yaşamsal faaliyetlerini (Barlas 2002), özellikle diyatome türlerinin dağılımını etkileyen (Karacaoğlu ve Dalkıran 2017) en önemli değişkenlerden birisidir. Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen yıllık ortalama pH değeri 2001-2002 periyodunda 8,32 ve 2016-2017 periyodunda 8,35 olarak tespit edilmiştir. pH değerlerinin 8 değerine yakın veya 8'in üzerinde bulunmuş olması Mustafakemalpaşa suyunun alkali özellikte olduğunu göstermektedir. Karacaoğlu (2006), Emet Çayı havzasında yaptığı doktora tez çalışmasında, havzanın doğal yapısında bol miktarda kireçtaşı bulunması sebebiyle akarsu sert su karakteristiği göstermekte olduğundan pH'sının çoğunlukla alkali karakter gösterdiğini ifade etmiştir. Sularda ölçülen önemli değişkenlerden biri suyun elektriksel iletkenlik değeridir. Kirlilik arttıkça sudaki elektriksel iletkenlik değerleri de artmaktadır. Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri 2001-2002 periyodunda 620,11 µS/cm, 2016-2017 periyodunda 639,225 µS/cm olmuştur. YSKY (Anonim 2016)'ye göre EC değerleri değerlendirildiğinde iki periyotta da Mustafakemalpaşa Çayı'nın II. sınıf su kalite sınıfında olduğu görülmektedir. Elektriksel iletkenlik değerinin yükselmesi Çay'a karışan atık suların etkisinin olduğunu düşündürmektedir. Uluabat Gölü su kalitesini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, Mustafakemalpaşa Çayı'nın göle giriş yaptığı örnekleme istasyonlarında ölçülen pH,

alkalinite ve kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin nispeten yüksek bulunduğu ifade edilmiş, Mustafakemalpaşa Çayı'na evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarının yapıldığı bildirilmiştir (İleri ve ark. 2014). Tokatlı ve ark. (2016), Emet Çayı'nda yaptıkları su kalitesi çalışmalarında havzanın tarımsal faaliyet ve evsel atık baskısına maruz kaldığını belirlemişlerdir.

Su içerisinde yaşayan canlıların özellikle de alglerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için su içeriğinde belli oranda besin tuzları bulunması gerekmektedir. Azot ve fosfor bileşikleri önemli inorganik tuzlardandır ve ötrofikasyona sebep olmaktadır. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ değeri (534,98 $\mu\text{g/L}$), 2001-2002 periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ değerinden (2339 $\mu\text{g/L}$) düşük bulunmuş, bununla birlikte her iki örnekleme periyodu da $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerine göre I. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte yıllık ortalama $\text{NO}_2\text{-N}$ değerleri 2016-2017 örnekleme periyodunda (27,84 $\mu\text{g/L}$) yükselmiş, 2001-2002 periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerinden (18,5 $\mu\text{g/L}$) yüksek bulunmuştur. Nitrat azotu temiz sularda çok az bulunurken, nitrit temiz sularda ya hiç bulunmamakta ya da eser miktarda bulunmaktadır. $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin artışı organik kirlenme, $\text{NO}_2\text{-N}$ değerinin artışı ise lağım kirlenmesi ile ilişkilendirilmektedir (Tanyolaç 2000). Özellikle $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ değerinin artışı mevsimsel olarak yağış durumunda, yağmur sularının tarım arazilerini yıkaması sonucu ve atıksu deşarjının arttığı dönemlerde gözlemlenmiştir. Ayrıca ortamdaki bu gelişmelere bağlı olarak çözülmüş oksijen değerinin de zamanla düştüğü gözlemlenmektedir. Azotlu bileşikler nitrata dönüşümü sürecinde önemli miktarda oksijen tüketirler ve bu bileşiklerin yüksek olması sucul canlılara ve insanlara olumsuz etkiler yapmaktadır (Tepe ve ark. 2006). $\text{NH}_4\text{-N}$ yıllık ortalama değerlerine göre 2001-2002 periyodunda çalışma bölgesinin su kalitesi I. sınıf, 2016-2017 periyodunda ise II. sınıf olarak tespit edilmiştir. Temiz olarak tabir edilen bol oksijenli sularda az miktarda amonyum bulunmasına karşı organik gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların boşaltılması sonunda amonyum miktarı artmaktadır. Amonyum azotu değerlerinin zaman içerisinde yükselmesi bu bilgilerle paralellik göstermektedir. Mustafakemalpaşa Çayı çevresinde mevcut olan tarım arazilerinde yüksek oranda tarımsal faaliyetler yürütülmektedir. Tarımının yapıldığı arazide azotlu ve fosforlu gübrelerin kullanımı,

yağış sebebiyle yüzey sularının ve evsel atık suların çaya karışması azot ve fosfor yükünü arttıran en önemli unsurdur.

Canlılar için önemli besin elementlerinden biri olan fosfor, doğal ve atık sularda fosfat halinde bulunmaktadır. Genellikle alglerin gelişmesinde sınırlayıcı besindir ve sudaki birincil üretimi kontrol etmektedir (Baltacı 2000). PO_4 -P yıllık ortalama değerleri 2001-2002 periyodunda 194 $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 periyodunda 123,28 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. PO_4 -P değerlerine göre 2001-2002 örnekleme periyodunun III. sınıf su kalite sınıfında, 2016-2017 örnekleme periyodunun II. sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir. Amonyum azotu, ortofosfat, sülfat değerlerinin artışı ile çeşitliliğin azaldığı belirlenmiştir (Kalyoncu ve ark. 2008). Fosfor içeren gübrelerin üretimi son zamanlarda artmıştır ve aşırı kullanım sonucu bir şekilde toprağa, sulara özellikle yeraltı sularına karışmaktadır. Belli bir süreden sonra fosforun suda artışı ötrofikasyona neden olmaktadır. Fosfat suya kaya ve topraktan geçebildiği gibi yapay gübrelerden, evsel ve endüstriyel atıklardan da karışabilir. Bu yüzden su içerisindeki fosforun zararını en aza indirmek için tarım arazilerinin atık sularını bir merkezde toplayarak ileri arıtma yöntemleri kullanılarak arıtılması zorunludur.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda TN değerleri yıllık ortalaması 2001-2002 örnekleme periyodunda 4979,5±3180 $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 örnekleme periyodunda ise 1498,65±477,95 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama TN değerleri YSKY (Anonim 2016)'ye göre değerlendirildiğinde Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesi 2001-2002 örnekleme periyodunda II. sınıf, 2016-2017 periyodunda I. sınıf su kalite sınıfında bulunmuştur. TP değerleri yıllık ortalaması ise 2001-2002 örnekleme periyodunda 3440±4880 $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 örnekleme periyodunda 202,74±65,13 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlenmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı'nın YSKY (Anonim 2016)'ye göre 2001-2002 periyodunda IV. sınıf, 2016-2017 periyodunda III. sınıf su kalitesinde olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu değerlere göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın YSKY (Anonim 2016)'ye göre 2001-2002 periyodunda IV. sınıf, 2016-2017 periyodunda III. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir. TN ve TP yıllık ortalama değerlerinin yıllara bağlı değişimi incelendiğinde iki örnekleme periyodu arasında geçen 15 yıllık süre içinde TN ve TP değerlerinin azaldığı ortaya çıkmaktadır. Dodds ve ark. (1998), akarsuların trofik

seviyelerini belirlemede TN ve TP değerlerini kullanmışlardır. Bu araştırmacılara göre TN değerinin 700 µg/L'dan küçük olması oligotrofik karakterli, 700–1500 µg/L arasında olması mezotrofik karakterli, 1500 µg/L'den büyük olması ötrofik karakterli suları işaret etmektedir. TP değerlerine göre ise 25 µg/L'nin altında olması oligotrofik karakterli, 25-75 µg/L arasında olması mezotrofik karakterli ve 75 µg/L'den büyük olması ötrofik karakterli suları temsil etmektedir. Dodds ve ark. (1998)'nin ortaya koyduğu sınır değerlere göre değerlendirildiğinde, Mustafakemalpaşa ayı'nın TP ve TN değerlerine göre her iki periyotta da ötrofik karakterli olduğu ortaya konmuştur.

Tatlısularda silis element halinde bulunmayıp genellikle silisyum dioksit halinde bulunmaktadır (Tanyolaç 2009). Diyatomelerin hücre duvarlarının özelliği silisli yapısının olmasıdır. Hücre duvarları parçalanmaya karşı dirençlidir, diyatome frustlleri suyun geçmiş yıllardaki durumlarını incelemeye yardımcı olmaktadır. Mustafakemalpaşa ayı'nda SiO₂ yıllık ortalama değerleri 2001-2002 periyodunda 2,36 mg/L, 2016-2017 periyodunda 0,66 mg/L olarak llmştr. YSKY (Anonim 2016)'ye göre silisyumun yönetmelikte izin verilen yıllık ortalama ve maksimum çevresel kalite standardı değeri 1,830 mg/L'dir. Bu duruma göre 2001-2002 periyodunda llen SiO₂ yıllık ortalama değeri yönetmelikte verilen sınır değerin üstünde, 2016-2017 periyodunda llen değer ise sınır değerin altında bulunmuştur. İki rnekleme periyodu arasında silis değerlerinin değişimi ve 2016-2017 periyodunda silis değerlerindeki azalma havzanın jeolojik yapısı ve suyun fizikokimyasal kompozisyonu ile ilişkilendirilebilir.

Sucul organizmalarda, ağır metaller sebebiyle stres oluşmaktadır ve sonrasında biyokimyasal bozukluklar ve fizyolojik etkiler görülmektedir (Kayhan ve ark. 2009). Mustafakemalpaşa ayı alt havzasının en önemli özelliklerinden biri havzanın zengin bor kaynaklarına sahip olmasıdır. Emet ve Orhaneli ayı havzaları bölgenin ana borat minerali olan kolemanit madenciliği ile karakterize edilmektedir. Dünyadaki borat yataklarından farklı olarak, bu bölgenin kolemaniti arsenik mineralleri içermektedir (Omwene ve ark. 2019). 2001-2002 periyodunda yıllık ortalama bor değeri 0,76 mg/L olurken, arsenik değeri 50,17 µg/L'dir. 2016-2017 periyodunda ise yıllık ortalama bor değeri 9,32 mg/L, Arsenik değeri 85,55 µg/L'dir. Dalkıran ve ark. (2006),

Mustafakemalpaşa Çayı'nda yıllık ortalama 0,701 ton Bor'un taşındığını belirtmişlerdir. YSKY (Anonim 2016)'ye göre izin verilen yıllık ortalama çevresel kalite standardı değeri bor için 0,707 mg/L ve Arsenik için 53 µg/L'dir. Belirtilen yönetmeliğe göre maksimum çevresel kalite standardı ise bor için 1,472 mg/L olurken, arsenik için 53 µg/L'dir. Buna göre çalışmada ölçülen yıllık ortalama bor değeri her iki periyotta da yönetmelikte belirtilen yıllık ortalama değer üzerinde gözlemlenmiştir. 2001-2002 periyodunda bor'un yıllık ortalaması yönetmelikte verilen maksimum çevresel kalite standardı değerinin altında olurken, 2016-2017 periyodunda yönetmelikteki maksimum değer üzerinde çıkmıştır. Arsenik ise 2001-2002 periyodunda yönetmelikte belirtilen yıllık ortalama sınır değerinin altında, 2016-2017 periyodunda ise bu değer üzerinde gözlemlenmiştir. B ve As yıllık ortalama değerleri 2016-2017 periyodunda artış göstermiş, yönetmelikte belirtilen yıllık ortalama ve maksimum çevresel kalite standardı değerlerinin üstünde tespit edilmiştir. Dünyanın en önemli iki bor yatağı Orhaneli ve Emet Çayları'nın havzasında bulunmaktadır (Dalkıran 2006). Semiz (2014) yaptığı çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı'ndaki bor seviyesinin 2004 yılından sonra arttığını gözlemlenmiştir. Bu artışı Emet Çayı'ndan gelen suyun bor içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığını vurgulamıştır. Yüzey sularındaki arsenik kirliliği jeotermal su (termal su kaynakları) kaynakları sebebiyle artmaktadır (Omwene 2019). Omwene (2018), yüksek lisans tez çalışmasında Mustafakemalpaşa Çayı'nda Cr, Ni, Pb, Zn, B ve As elementlerinin değerlerinin yüksek olduğunu gözlemlenmiştir. Özellikle kömür ve krom madenciliği tesislerinin yakınında ağır metal değerlerinin yüksek oluşu dikkat çekmiştir. Ağır metal kirliliği havzanın jeolojisinden kaynaklanmış gibi görünse de dağılımlarını Tavşanlı, Tunçbilek ve Muhaciler kentsel yerleşim yerlerinde işlenmemiş atık suyu çaya boşalttıklarından dolayı olduğunu tespit etmiştir (Omwene 2018). Omwene ve ark. (2019), 2017 yılı Mart, Temmuz ve Ekim örneklemelerine ait Emet Çayı As ve B değerlerinin sırasıyla 1,88–1907 µg/L ve 0,01– 1900 mg/L arasında değiştiğini, Orhaneli Çayı'nda As ve B değerlerinin sırasıyla 5,17 -116 µg/L ve 0,01- 5,45 mg/L arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Tokatlı (2012), doktora tezinde Emet Çayı'nın havzanın jeolojik yapısında bor ve arsenik akümülyasyonlarının önemli bir etken olduğunu belirlemiştir. Özellikle Emet Çayı'na bor madenlerinin yakın oluşu hem yeraltı suları hem de direkt deşarjlar vasıtasıyla bor madenlerinin sistemi önemli ölçüde etkilediğini tespit etmiştir. Karacaoğlu (2006), Emet Çayı havzasının bor, arsenik, krom,

askıda katı madde (AKM) ve yerleşim birimlerinin kanalizasyon atıklarının etkisi altında bulunduğunu belirtmiştir. Dalkıran (2006), çalışmasında havzanın jeolojik özellikleri, havza içinde bulunan kömür ve bor madenleri, havzanın çevresinde bulunan şehir ve kasabaların bulunması sebebiyle atıkların arıtılmadan akarsuya boşaltılmasının akarsuda organik kirliliğin artmasına sebep olduğunu tespit etmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı havzasında önemli olan metallere biri de Fe'dir. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 periyodunda Fe yıllık ortalama değeri 665,2 µg/L, 2016-2017 periyodunda yıllık ortama değeri ise 793,89 µg/L olarak ölçülmüştür. YSKY (Anonim 2016)'ye göre izin verilen Fe yıllık ortalama değeri 36 µg/L ve maksimum değeri 101 µg/L olarak belirtilmiştir. Çalışmanın her iki periyodunda kaydedilen yıllık ortalama Fe değerleri yönetmelikte verilen sınır değerlerin üstünde tespit edilmiştir. Demir alglerin klorofilinin yapısına katılmadığı halde, sentezi için katalizör görevi yaptığından gelişmesinde önemli rol oynayan bir elementtir (Cirik ve Cirik 1999). Çalışma alanı havzasında önceki yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde Dalkıran (2006) Orhaneli Çayı'nda Fe derişiminin 0,03-4,71 mg/L arasında değiştiğini, Karacaoğlu (2006) ise Emet Çayı'nda Fe derişiminin 0,01-20,5 mg/l arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu değerler Mustafakemalpaşa Çayı'ndaki yüksek Fe değerlerinin Orhaneli ve Emet Çayları'ndan kaynaklandığını göstermektedir.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 periyodunda epilitik diyatome florasında 41 cinse ait 97 takson tespit edilmiştir. *Nitzschia* (15 takson), *Navicula* (10 takson), *Cymbella* ve *Gomphonema* (7'şer takson), *Cocconeis* (5 takson) ve *Ulnaria* (4 takson) cinsleri en fazla taksonla temsil edilmişlerdir. *Surirella*, *Tryblionella* ve *Cyclotella* cinsleri 3'er takson, *Amphora*, *Caloneis*, *Craticula*, *Cymbopleura*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Fragilaria*, *Rhopalodia* 2'şer taksonla temsil edilirken, florada bulunan diğer cinsler ise 1'er takson ile temsil edilmişlerdir. 2016-2017 periyodunda 31 cinse ait toplam 68 takson tespit edilmiştir. En çok takson sayısı *Nitzschia* (10 takson), *Navicula* (7 takson), *Cymbella* ve *Gomphonema* (6'şer takson), *Ulnaria* (5 takson), *Cocconeis* (4 takson) cinslerine ait olmuştur. *Amphora*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Rhopalodia*, *Tryblionella* 2'şer takson ile temsil edilmişlerdir. Florada bulunan diğer cinsler ise 1'er takson ile temsil edilmişlerdir. Her iki periyotta da bollukları ve tekerrür oranları

bakımından florada en baskın olan taksonlar *Achnantheidium minutissimum*, *Amphora ovalis*, *Amphora pediculus*, *Navicula tripunctata*, *Navicula veneta*, *Nitzschia frustulum*, *Rhoicosphenia abbreviata* olup iki istasyonda da devamlı mevcut olarak tespit edilmişlerdir. Bolluk ve tekerrür oranları bakımından önemli taksonlardan biri olan *Navicula capitatoradiata* ise sadece 2001-2002 periyodunda gözlenmiştir. Türkiye alg florasında yaygın olarak bulunan türlerden *Achnantheidium minutissimum*, *Cocconeis pediculus*, *Craticula subminuscula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula capitatoradiata*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula veneta*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia umbonata*, *Sellaphora pupula* türleri yapılan çalışmamızda da baskın olan türlerdendir ve bu çalışmada tespit edilen türlerin ülkemizin çeşitli su kaynaklarında gözlenen türler ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Gönüloğlu 2017). Karacaoğlu (2006) doktora tez çalışmasında Emet Çayı epipelik diyatome florasında *Achnanthes minutissima*, *Amphora perpusilla*, *Diatoma moniliformis* taksonlarının toplam organizma içinde önemli taksonlar olduğunu ifade etmişlerdir, adı geçen bu taksonlar Mustafakemalpaşa Çayı epilitik diyatome florasında da tespit edilmiştir. Dalkıran (2006) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında Orhaneli Çayı epilitik diyatome florasında tespit edilen *Achnanthes minutissima*, *Amphora perpusilla*, *Cyclotella iris*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia inconspicua*, *Navicula veneta* taksonlarının Mustafakemalpaşa Çayı epilitik diyatome florasında da mevcut olduğu belirlenmiştir.

Achnantheidium minutissimum florada baskın olan, önemli tekerrür ve nispi bolluk değerlerine ulaşan, devamlı mevcut bulunan önemli taksonlardan biridir. *Achnantheidium minutissimum* türünün en yüksek nisbi bolluk değerine 2001-2002 periyodunda Kasım 2001'de (% 33,25), 2016-2017 periyodunda Aralık 2016'da (% 55,66) ulaştığı görülmüştür. *Achnanthes* türleri genellikle oligosaprob bölgenin baskın organizmalarıdır (Kalyoncu 2002). *Achnantheidium minutissimum* türünün farklı kirlilik kaynaklarında (ör: zirai, endüstriyel, evsel) farklı kirlilik seviyelerini tolere edebildiği söylenmektedir (Van Dam ve ark. 1994, Köster ve Hübener 2001).

Bu türün besin tuzları ile kirlenmiş akarsularda ya düşük yoğunlukta bulunduğu ya da hiç gözlenmediği, kirlenmemiş bölgelerin önemli indikatör türlerinden olduğu, organik

ve inorganik kirliliğe karşı oldukça duyarlı türlerden biri olduğu ifade edilmektedir (Dere ve ark. 2006). Potapova ve ark. (2007), *Achnanthydium minutissimum* taksonunun nutrientler ile kirlenmiş akarsularda sadece düşük yoğunlukta bulunduğunu ya da hiç gözlenmediğini bildirmişlerdir. B-Beres ve ark. (2014) yaptıkları çalışmalarında *Achnanthydium minutissimum* taksonunun düşük besin seviyelerini gösterdiğini ve aynı özelliğin *Amphora pediculus* için de geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. *Amphora türlerinin* ötrofikasyona toleranslı olduğu (Sıvacı ve ark. 2013) ve alkali ortamda yaygın olarak bulunduğu kabul edilmektedir. *Amphora pediculus* çalışmanın her iki örnekleme periyodunda da devamlı mevcut olarak gözlemlenen, önemli tekerrür ve nisbi bolluk değerine sahip bir taksondur. *Amphora pediculus* ötrofik su ile ilişkili bir taksondur (Kelly ve Whitton 1995). Kelly ve ark (1995) yaptıkları çalışmalarının sonucunda ağır metallere zenginleştirilmiş bölgelerde *Amphora pediculus* türüne bol miktarda rastlamışlardır. Çalışmamızda *Amphora pediculus* taksonunun en yüksek nisbi bolluk değerlerine 2001-2002 periyodunda Nisan 2001’de (% 33,57), 2016-2017 periyodunda Nisan 2017 (% 10,87) tarihinde ulaştıkları gözlenmiştir. B-Beres ve ark. (2014), *Achnanthydium minutissimum* ile *Amphora pediculus* türlerinin nispi bollukları ile su akış hacmi arasında güçlü bir pozitif ilişki bulmuşlardır. Araştırmacılar çalışmalarında, her iki türün de nispi bolluklarının en yüksek olduğu aylarda, yüksek su akış hacmi ve toplam azot değerinin (TN) düşük olduğu aylarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Bu iki taksonun aylara bağlı değişimlerinin birbirlerine paralel oldukları, yağışların düştüğü yaz aylarında yoğunluklarını azalttıkları ifade edilmiştir.

İki periyotta da tekerrür oranları yüksek ve devamlı mevcut olan *Amphora ovalis* taksonunun, 2001-2002 periyodunda nisbi bolluğu % 0,43-% 2,5, 2016-2017 periyodunda % 0,3-% 3,9 aralığında çok düşük değerlerde gözlemlenmiştir. *Amphora* türleri ötrofikasyona toleranslı olarak kabul edilmektedir (Bellinger ve ark. 2006). *Amphora ovalis* Cox’a (1996) göre elektriksel iletkenliğe sahip sularda yaygın olarak bulunduğu ve az da olsa tuzlu (acı) sularda da bulunabileceği yönündedir. Stevenson ve ark. (2001) ise bu türün kirliliğe hassas türlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Çubuk (Gönülo1 1985) ve Bayindir Baraj (Gönülo1 1987) Gölü bentik alglerinden biri olan *Amphora ovalis* taksonunun alkali sularda dağılım gösteren bir diyatome olduğu belirtilmiştir.

Cocconeis placentula 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda da devamlı mevcut olarak görülürken 2016-2017 periyodunda iki istasyonda da çoğunlukla mevcut olarak gözlemlenmiştir. Fakat en yüksek nisbi bolluk değeri 2016-2017 periyodunda gözlenmiştir. Bu tür en yüksek nisbi bolluk değerine Ağustos 2017 tarihinde % 12,54 olarak Döllük istasyonunda ulaşmıştır. *Cocconeis placentula* türünün ileri derecede ötrofik sularda ve organik olarak az kirlenmiş sularda iyi geliştiği belirlenmiştir (Soininen 2002). *Cocconeis placentula* ülkemizdeki akarsuların nispeten kirlenmemiş ve ötrofik sularında yaygın olarak bulunmuştur (Gürbüz ve Kıvrak 2002, Kıvrak ve Gürbüz 2010). *Cocconeis placentula* pH'ın 7'den büyük olduğu ve düşük N:P oranının olduğu sularda gözlemlenmektedir (Kelly 2000).

Cocconeis placentula var. *euglypta* 2016-2017 periyodunda devamlı mevcut olurken, 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut ve Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak gözlemlenmiştir. Nisbi bolluk değeri ise en fazla Ağustos 2017 tarihinde % 4,48 olarak düşük bir değerde tespit edilmiştir. Yılmaz (2013) yaptığı tez çalışmasında *Cocconeis placentula* var. *euglypta* ve *Cocconeis pediculus* türlerinin özellikle sıcaklık ile pozitif ilişki gösterdiğini gözlemiştir. Kıvrak ve Gürbüz (2010) Tortum Çayı'nda yaptıkları araştırmalarında dominant diyatome türlerinden iki grup (ötrofik ve kirlenmiş) oluşturmuşlardır. I. grupta (ötrofik) *Cocconeis placentula* var. *euglypta* türü ve II. grupta (kirlenmiş) *Nitzschia palea* ve *Navicula cryptocephala* türlerinin dominant türler olduğunu belirlemişlerdir.

Cymbella affinis çalışmada önemli türlerden biridir. En yüksek nisbi bolluk (% 19,32) değerine 2016-2017 periyodunda Haziran 2017 tarihinde Döllük istasyonunda ulaşmıştır. Solak ve ark. (2009) yaptıkları araştırmalarında kireçlenmemiş ve kirlenmemiş istasyonlarda yüksek yoğunlukta *Cymbella affinis* türünün bulunduğunu belirtmişlerdir. Kireçlenmeye maruz kalıp kirlenmeye dayanıklı taksonlar arasında *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia capitellata* ve *Navicula cryptocephala* türlerinin bulunduğu belirtilmiştir. *Cymbella affinis* oksijen bakımından zengin temiz sularda baskınlık gösteren taksondur (Bingöl ve ark. 2007). Bingöl ve ark. (2007), Yukarı Porsuk Çayı'nda yaptıkları çalışmalarında *Cymbella affinis* taksonunun temiz bölgelerde baskınlık gösterdiğini ve baskınlık derecesinin artan kirliliğe bağlı

olarak düştüğünü tespit etmişlerdir. *Cymbella cistula* en yüksek nisbi bolluk değeri Mart 2017 tarihinde Döllük istasyonunda belirlenmiştir. *Cymbella cistula* türünün yüksek elektriksel iletkenliğe sahip suları tercih ettiği bildirilmiştir (Cox 1996). *Cymbella helvetica* türü için her iki istasyona bakıldığında nisbi bolluk değeri 2016-2017 periyodunda biraz daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu tür, en yüksek nisbi bolluk değeri Mart 2017 tarihinde Döllük istasyonunda ulaşmıştır. *Cymbella helvetica* türünün akarsuların oligotrofik-ötrofik bölgelerine uyumlu, yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olan sularda sıkça rastlanan yaygın bir tür olduğu belirtilmiştir (Cox 1996).

Diatoma moniliformis türünün Haziran 2017 tarihinde Döllük istasyonunda en yüksek nisbi bolluk değeri (7,9) belirlenmiştir. Epifitik olan *Diatoma moniliformis* türü yüksek elektrolit içeriğine sahip sularda gözlemlenmiştir (Cox 1996).

Gomphonema parvulum türünün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda Kasım 2001 (% 4,22) tarihinde ulaşmıştır. *Gomphonema parvulum* çoğunlukla polisaprobik koşullara tolerans gösteren bir taksondur (Lange-Bertalot 1979). Organik olarak kirlenmiş sularda bulunur (Kelly ve Whitton 1995). Medley ve Clements (1998) bu taksonu diğer diyatome taksonlarına kıyasla metallere karşı oldukça hassas bulmuşlardır. Ivorra ve ark. (2002), *Gomphonema parvulum* türü ile yaptıkları çalışmalarında metallere karşı hassas olmalarına rağmen belli bir süreden sonra adapte olarak sayılarının normale döndüğünü gözlemlemişlerdir. *Gomphonema parvulum* türünün nehirlerdeki çok çeşitli fiziksel ve kimyasal strese (genetik olarak) adapte olabilen bir tür olduğu sonucuna varmışlardır. *Gomphonema olivaceum* tekerrür oranları bakımından önemli bir türdür. 2001-2002 periyodunda sadece Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut olarak gözlemlenirken, 2001-2002 periyodu Ayazköy istasyonu ile 2016-2017 periyodu her iki istasyonda da devamlı mevcut olarak gözlemlenmiştir. Bu tür en yüksek nisbi bolluk değeri (% 6,68) Ocak 2017 tarihinde Ayazköy istasyonunda ulaşmıştır. *Gomphonema olivaceum* α - β mesosaprobik sulara toleranslıdır ve kirliliğe karşı hassas bir türdür (Lange-Bertalot 2013).

Navicula türlerinin organik madde bakımından zengin ortamlarda bulunabildiği gibi organik madde bakımından fakir ortamlarda da yaygın ve bol olarak bulunabileceği açıklanmıştır (Kıvrak ve Gürbüz 2010). *Navicula tripunctata* ve *Navicula veneta* önemli

nisbi bolluk ve tekerrür oranlarına sahip türlerdendir. Her iki periyotta ve her iki istasyonda da % 100 tekerrür oranına sahip olarak devamlı mevcut türlerin arasına yerleşmişlerdir. *Navicula tripunctata* en yüksek nisbi bolluk değerine Şubat 2017 tarihinde % 18,1 olarak ulaşmıştır. *Navicula veneta* ise her iki periyotta da nisbi bolluk değerleri yüksek olarak birbirine yakın değerlerde belirlenmiştir ve en yüksek nisbi bolluk değeri (% 20,096) Nisan 2002 tarihinde belirlenmiştir. *Navicula tripunctata*, genellikle I-II. su kalite sınıfını temsil eden organizmalardandır (Kalyoncu ve Barlas 1997). *Navicula cryptotenella*, düşük besinli temiz sulara yetişen oligotrafentlerdendir (Miho ve ark. 2004). *Navicula cryptotenella* ve *Nitzschia palea* taksonları subtropikal / tropikal tatlı sularına ve karstik sulak alanlarına özgüdür (La Hée ve Gaiser 2012).

Nitzschia cinsine ait çoğu takson acısu ve besin tuzlarınca zengin, oksijence fakir olan sulara bulunma eğilimi göstermektedir (Van Dam ve ark. 1994). *Nitzschia* cinsine ait türler içerisinde kirliliğe toleranslı birçok tür barındırmakta olup, insan etkisi yolu ile besin tuzları veya biyolojik olarak parçalanıp bozunabilen organik materyalleri alan ortamlarda çok sayıda bulunmaktadır (Hustedt 1957). Mustafakemalpaşa Çayı'nda bu cinse ait taksonlardan bolluk değeri ve tekerrürleri bakımından önemli olan *Nitzschia amphibia* türünün kirlilik yükü fazla olan Ayazköy de nisbi bolluk değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Özellikle her iki periyoda bakıldığında en yüksek nisbi bolluk değeri % 40,13 olarak Eylül 2001 tarihinde Ayazköy istasyonunda gözlenmiştir. *Nitzschia amphibia* türü yüksek fosfor varlığında yaşayan ve yüksek fosfor varlığını tespit eden indikatör bir organizmadır (McCormick ve Stevenson 1998). Çelekli ve ark. (2019), *Nitzschia amphibia* türünün yüksek trofik değerler gösteren türlerden biri olduğunu tespit etmiştir. *Nitzschia amphibia* türünün alfa-mesosaprobik suları temsil ettiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Krstić ve ark. (1999), *Nitzschia dissipata* taksonunun α - β -mesosaprobic koşullarda daha çok rastlanıldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar tarafından *Nitzschia dissipata* oldukça yaygın bir takson olup orta ve yüksek elektrolit içeren ötrofik suları tercih eden bir tür olarak tanımlanmışlardır. *Nitzschia fonticola* çok yüksek olmayan elektrolit içeriğine sahip sulara yaygındır (Cox 1996). Zebek (2014) yaptığı araştırmasında *Nitzschia frustulum* türünün bolluk artışının yağış miktarıyla yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir. Gomà ve ark. (2004) yaptığı araştırmalarında *Navicula veneta*, *Nitzschia palea* ve *Nitzschia frustulum* düşük

fosfat konsantrasyonlarına sahip ve kirliliğe karşı son derece toleranslı türlerden olduğunu tespit etmişlerdir. *Nitzschia palea* türünün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda daha yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir. 2001-2002 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değeri % 13,43 olarak (Şubat 2002) Ayazköy istasyonunda gözlenirken, 2016-2017 yılında nisbi bolluk değeri düşerek en yüksek % 3,11 olarak (Kasım 2016) Ayazköy istasyonunda gözlenmiştir. *Nitzschia palea* mezosaprobik şartlardan polisaprobik şartlara kadar hoşgörü gösterebilmektedir (Cox 1996). Kalyoncu ve ark. (2009) *Nitzschia palea* taksonunu yoğun toksik etkilere karşı toleranslı tür olarak ifade etmiş ve yaptığı analizlere göre II-III. ve III. su kalite sınıfına dahil su bölümlerinde iyi gelişim gösterdiğini belirtmiştir. *Nitzschia inconspicua* türü nisbi bolluk değerlerine göre iki periyot karşılaştırıldığında 2001-2002 periyodunda önemli ve gözle görülür derece bir fark olduğu tespit edilmiştir. 2001-2002 periyodunda her iki istasyona göre nisbi bolluk değerlerinin ortalaması % 7,69 olurken 2016-2017 periyodunda bu ortalama düşerek % 1,62 olarak gözlemlenmiştir. Bu tür en yüksek nisbi bolluk değerine (% 22,28) Mayıs 2001 tarihinde Döllük istasyonunda ulaşmıştır. *Nitzschia inconspicua* kozmopolit türlerden biri olduğu birçok araştırmacı tarafından yazılmıştır.

Çalışmada gözlenen taksonlardan biri olan *Rhoicosphenia abbreviata* iki periyotta da gözlenmiştir. Bu türün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk değerleri özellikle Ayazköy istasyonunda yüksek çıkmıştır. Aralık 2016 tarihinde Ayazköy istasyonunda en yüksek nisbi bolluk değeri % 45,5 olarak tespit edilmiştir. *Rhoicosphenia abbreviata* türünün genellikle yüksek elektriksel iletkenliğe sahip tuzlu (acı) suların epifitik florasında bulunabilen, β - α mezosaprobik (Cox 1996) koşullarda kirliliğe toleranslı bol ve yaygın olarak bulunan bir tür olduğu bildirilmiştir.

Ulnaria ulna tekerrür oranları bakımından önemli bir türdür. Sadece 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonu (çoğunlukla mevcut) hariç, 2001-2002 periyodu Ayazköy istasyonu ve 2016-2017 periyodu her iki istasyonda da devamlı mevcut olmuştur. *Ulnaria ulna* taksonunun her iki periyotta da gözlenen en yüksek nisbi bolluk değeri birbirine çok yakındır. *Ulnaria ulna*, Mart 2002 (% 6,51) ve Temmuz 2017 (% 6,02) tarihlerinde en yüksek nisbi bolluk değerlerine ulaşmışlardır. *Ulnaria ulna* türünün

organik kirliliğe toleranslı bir tür olduğu bildirilmiştir (Szczeponka ve Szulc 2009). *Ulnaria ulna* pH 7'den yüksek olan tatlısulara oldukça yaygın bir taksondur (Kelly 2000). *Ulnaria ulna*, mesotrofik sulardan ötrofik sulara kadar bulunabilen bir taksondur (Cox 1996). *Ulnaria ulna* organik kirliliğe toleranslı türlerdendir (Palmer 1969). Kavya ve Ulavi (2014), *Ulnaria ulna* türünün antropojenik kirliliği gösteren en yaygın tür olduğunu bildirmişlerdir. *Ulnaria acus* ve *Ulnaria danica* çalışma alanında önemli tekerrür oranlarına sahip iki türdür. *Ulnaria acus* 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda da devamlı mevcut olurken, *Ulnaria danica* 2016-2017 periyodunda sadece Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olmuşlardır. *Ulnaria acus*, α - β mezosaprobik koşullara toleranslı türlerden biridir. De Seve (1993) ise *Ulnaria acus* türünü oligohalobien bir takson olarak tanımlamıştır.

Melosira varians türü 2016-2017 periyodunda Mayıs 2017 tarihinde Döllük istasyonunda en yüksek nisbi bolluk değerine (% 19,70) ulaşmıştır. Kolkwitz ve Marson (1909) *Melosira varians* türünün β -mezosaprobik zonlarda, Kalyoncu (1996) akarsuyun kirli bölgelerinde, Cox (1996) ötrofik sularda baskın bir şekilde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da gözlenen *Melosira varians* türüne Murat Çayı (Tokatlı ve Dayıoğlu 2011)'nda yapılan çalışmada da rastlanmıştır.

Bu çalışmada *Cyclotella meneghiniana* türü önemli tekerrür ve nisbi bolluk değerlerine sahip bulunmuştur. Bu türün 2001-2002 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değeri % 36,75 (Ağustos 2001) olarak gözlemlenirken, 2016-2017 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değeri % 20,97 (Ağustos 2017) olarak gözlemlenmiştir. Her iki periyotta da en yüksek nisbi bolluk değerlerine Ayazköy istasyonunda ulaşılmıştır. *Cyclotella* cinsine ait türlerin kirliliğe karşı tolerans derecesi yüksek diyatomeler olduğu bildirilmiştir (Atıcı ve Ahıska 2005). Mustafakemalpaşa Çayı'nda yaptığımız örneklemelerde dominant olan *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Encyonema minutum*, *Sellaphora pupula*, *Cymatopleura solea*, *Amphora veneta*, *Amphora pediculus*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema angustatum*, *Navicula cryptocephala* ve *Nitzschia palea* taksonları Akarçay'da (Kıvrak ve ark 2012) yapılan çalışmada da dominant olarak gözlemlenmiştir.

2001-2002 yılında epilitik diyatome florasında Bacillariophyta diviziyosuna ait toplam 97 takson, 2016-2017 yılında ise Bacillariophyta diviziyosuna ait 68 epilitik diyatome taksonu bulunmuştur. Çalışmanın ilk periyodu (2001-2002) diyatome florası açısından zengin iken 2016-2017 periyodunda takson sayısında düşüş olduğu tespit edilmiştir. İki farklı örnekleme periyoduna ait diyatome florası karşılaştırıldığında ilk periyotta önemli tekerrür oranlarına sahip *Craticula cuspidata*, *Cymatopleura elliptica*, *Gomphonema angustatum*, *Meridion circulare*, *Navicula capitatoradiata*, *Nitzschia acicularis*, *Platessa salinarum* ve *Surirella angusta* türlerinin ikinci periyotta gözden kaybolduğu görülmektedir. *Navicula capitatoradiata* 2001-2002 örnekleme periyodunda her iki istasyonda da % 100 tekerrür oranına sahip olarak devamlı mevcut olmuştur. Nisbi bolluk değerleri % 0,12 ile % 20,25 arasında değişmiştir ve en yüksek nisbi bolluk değerine (% 20,25) Kasım 2001’de ulaşmıştır. Aynı tür 2016-2017 periyodunda ortadan kalktığı gözlenmiş ve 2016-2017 periyodunda bu türe rastlanmamıştır. Kirliliğe toleranslı türler arasında olduğu gözlemlenmiştir. Krstić ve ark. (1999), *Navicula capitatoradiata* türüne B-α mezosaprobik koşullarda rastlanıldığını belirtmiştir. Düşük nisbi bolluk değeri gösteren *Nitzschia acicularis*, nisbi bolluk değeri en fazla % 1,31 olarak Haziran 2001 tarihinde Ayazköy istasyonunda gözlemlenmiştir. Sadece 2001-2002 periyodunda karşılaşılan diğer türlerden *Platessa salinarum* kozmopolit bir tür olup mineral içeriği zengin sulara tespit edilmiştir (Krammer ve Lange-Bertalot 1986). *Platessa salinarum* en yüksek nisbi bolluk değerine (% 5,85) Ağustos 2001 tarihinde Ayazköy istasyonunda ulaşabilmiştir. *Craticula cuspidata* türünün çalışma boyunca ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri Eylül 2001 tarihinde (Döllük) % 1,6 olarak gözlemlenmiştir. *Craticula cuspidata* türü kirliliğe toleranslı türler arasındadır (Palmer 1969).

Surirella angusta türünün en yüksek nisbi bolluk değeri % 2,63 olarak Haziran 2001 tarihinde Ayazköy istasyonunda tespit edilmiştir. Salomoni ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada *Surirella angusta* türünü toleranslı ve geniş dağılımlı tür olarak ifade etmişlerdir. *Surirella angusta* taksonu Hancock (1973)’a göre alkalik karaktere sahip sulara görülmüştür. *Fragilaria vaucheriae* türünün en yüksek nisbi bolluk değeri Ayazköy istasyonunda % 1,77 (Nisan 2002), Döllük istasyonunda % 1,76 (Mayıs 2002) olarak birbirine yakın değerler göstermiştir. *Fragilaria vaucheriae* ötrofentik karakterli

sularda gözlemlenmektedir (Van dam ve ark. 1994). Schoeman (1976), *Fragilaria vaucheriae* ile *Surirella angusta* taksonlarının aynı kategoride yer aldığını ve iki taksonunda oksijence zengin ortamlarda bulunan oksijen indikatörü olduğunu belirtmiştir. *Gomphonema angustatum* türünün ulaşabildiği en yüksek nisbi bolluk değeri % 3,39 (Şubat 2002) olarak Döllük istasyonunda kaydedilmiştir. *Gomphonema angustatum* türü sadece tatlısu özelliği gösteren sularda bulunduğu bildirilmiştir (Krammer ve Lange-Bertalot 1986).

Meridion circulare türünün en yüksek nisbi bolluk değeri % 11,48 olarak Ocak 2002 tarihinde Ayazköy istasyonunda kaydedilmiştir. Cox (1996); *Meridion circulare* bol kalkerli ve soğuk olan sularda fazla miktarda bulunduğunu vurgulamıştır. *Meridion circulare* temiz sularda bulunan bir taksondur (Palmer 1969). *Meridion circulare* oligosaprop bölgenin baskın organizmalarındandır (Kolkwitz ve Marson 1909). Yüksek elektriksel iletkenliğe sahip sularda yaygın olarak bulunduğu bilinen (Cox 1996) *Cymatopleura elliptica* türünün Mustafakemalpaşa Çayı'nda genellikle Döllük istasyonunda gözlenmiş ve önemli nisbi bolluk (% 0,32) değerlerine ulaşamadığı tespit edilmiştir.

2016-2017 periyodunda tespit edilen ancak 2001-2002 periyodunda rastlanılmayan tek cins *Halamphora* olmuştur. *Halamphora* cinsine ait tespit edilen tek tür olan *Halamphora montana* gözlenen diğer taksonlara göre daha yüksek tekerrür oranına sahip olmuştur. Sadece Döllük istasyonunda gözlenen *Halamphora montana* türü en yüksek nisbi bolluk değerine % 0,36 olarak Ekim 2016 tarihinde ulaşmıştır. *Halamphora montana* yüksek oksijen seviyesine sahip, bentik ve alkalifil bir türdür (Sıvacı ve ark. 2013).

TDI indeksi nehirlerin trofik seviyelerini belirlemek için suların besin tuzu konsantrasyonlarına diyatome türlerinin hassasiyeti göz önünde bulundurularak geliştirilmiş, düşük değerleri düşük nutrient seviyelerini gösterirken, yüksek indeks değerlerinin ötrofik koşulları yansıttığı bir indeks türüdür (Kelly 1998). Yani TDI indeksi, diyatome türlerinin hassasiyetine ve suların besin tuzu konsantrasyonlarına dayanılarak geliştirilmiş bir indekstir (Kelly ve Whitton 1995). Mustafakemalpaşa

Çayı'nda 2001-2002 örnekleme periyodunda TDI indeksi yıllık ortalaması 71,84 olmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda TDI indeksi yıllık ortalaması 62,94 olmuştur. TDI sonuçları her iki örnekleme periyodunda da çalışma alanının IV. sınıf yani ötrofik olduğunu göstermektedir. İki örnekleme periyodunda istasyonlarda hesaplanan yıllık ortalama TDI sonuçları ayrı olarak değerlendirildiğinde iki örnekleme periyodunda da Ayazköy istasyonuna ait değerlerin daha yüksek bulunduğu ortaya çıkmıştır. Ayazköy istasyonu konumu itibariyle Çay'ın mansabında yer almakta olup, Mustafakemalpaşa ilçesi'nin evsel ve endüstriyel atıksularının etkisi altında kalmaktadır. Kimyasal analiz sonuçları besin tuzları açısından özellikle de fosfat fosforu ve toplam fosfor açısından incelendiğinde 2001-2002 örnekleme periyodunda TP'a göre IV.sınıf, fosfat fosforuna göre III.sınıf ; 2016-2017 örnekleme periyodunda TP'a göre III. sınıf, fosfat fosforuna göre II.sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Her iki örnekleme periyodu birbiriyle karşılaştırıldığında hem TDI, hem de fosfat değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. TDI indeksi taksonların fosfat hassasiyetlerine bağlı olarak akarsularda trofik seviyenin belirlenmesi için geliştirilmiş bir indekstir. TDI indeksi değerleri ile fosfat değerleri her iki örnekleme döneminde de uyumlu bulunmuştur. Bu bulgu TDI indeksinin Mustafakemalpaşa Çayı'nın biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde uygun bir indeks olduğunu göstermektedir.

2001-2002 periyodunda Mustafakemalpaşa Çayı'nın mansap bölgesinde kalan Ayazköy istasyonunun yıllık ortalama TDI değeri (77,27), Döllük istasyonunun yıllık ortalama TDI değerinden (65,51) daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Aynı durumun 2016-2017 periyodunda da gözlendiği ve Ayazköy istasyonunun (73,3), Döllük istasyonuna göre (52,58) daha yüksek yıllık ortalama TDI değerine ulaştığı belirlenmiştir. İstasyonların genel ortalamalarına bakıldığında 2001-2002 periyodunda yıllık ortalama TDI değerinin (71,39), 2016-2017 periyoduna (62,94) göre düştüğü gözlemlensede trofik seviyesinin aynı kaldığı tespit edilmiştir. Yani Mustafakemalpaşa Çayı iki farklı periyotta da ötrofik su kalitesine sahiptir. Ötrofik sularda yaygın olarak dağılım gösteren *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cocconeis placentula var. euglypta*, *Cymbella helvetica*, *Fragilaria vaucheriae*, *Melosira varians*, *Nitzschia dissipata* türleri Mustafakemalpaşa Çayı'nda önemli oranda olduğu bulunmuştur. Bu durum

Mustafakemalpaşa Çayı'nın ötrofik olduğun göstermektedir ve TDI sonuçlarını doğrulamaktadır.

Bursa ilinin önemli su kaynaklarından birini oluşturan Mustafakemalpaşa Çayı, ülkemizin önemli Ramsar alanlarından biri olan Uluabat Gölü'nü besleyen ana kaynak olması sebebiyle büyük öneme sahiptir. Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesi ve ağır metal içeriği ile ilgili önceki yıllarda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır (Semiz 2014, Omwene 2019). Bununla birlikte Mustafakemalpaşa Çayı'nda alg florasını belirlemeye yönelik önceki yıllarda yapılmış kayıtlı bir çalışma mevcut değildir. Yapılan bu tez çalışması ile Çay'ın epilitik diyatome florası ortaya konmuş, aynı zamanda epilitik diyatomelere dayalı biyolojik su kalitesi belirlenmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı'nda biyolojik su kalitesi ile ilgili olarak yapılmış literatürde yer alan tek çalışma Şentürk (2003)'e aittir. Şentürk (2003) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları'nın su kalitesi Kasım 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınan örneklerde fizikokimyasal analizler ve bentik omurgasızlar kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmasında örnekleme yaptığı istasyonlar bu tez çalışmasında da örnekleme yapılan istasyonlar olmuştur. Bentik omurgasızlara dayalı uygulanan indekslere göre su kalitesinin I.-III. arasında değiştiği, çoğunlukla I. sınıf olarak bulunduğu ifade edilmiştir.

Çalışmanın iki örnekleme periyoduna ait epilitik diyatome takson sayıları karşılaştırıldığında zamana bağlı olarak takson sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı epilitik diyatome florasında 2001-2002 örnekleme periyodunda 41 cinse ait toplam 97 takson, 2016-2017 örnekleme periyodunda 31 cinse ait toplam 68 takson tespit edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca yıllık ortalama takson zenginliği değerleri 2001-2002 periyodunda 39 takson, 2016-2017 periyodunda 34 takson olmuştur. Yüksek tür zenginliğinin yüksek biyotik bütünlüğü gösterdiği varsayılmaktadır, çünkü birçok tür habitatta mevcut koşullara adapte olmuştur. Artan kirlilik sebebiyle birçok türün stres altında kalması nedeniyle tür zenginliğinin azalması beklenmektedir. Besin tuzlarının artışıyla oluşan organik kirlilik baskın olan türlerin birey sayısını arttırmasına rağmen çeşitliliğin azalmasına sebep olmaktadır (Kalyoncu ve ark. 2008). Bununla birlikte tür zenginliği habitattaki düşük besinler, düşük ışık

veya diğerk faktörler sebebiyle de azalabilmektedir (Bahls ve ark. 1992). Buna göre çalışma yapılan iki farklı periyotta epilitik diyatome takson sayılarının zamanla düştüğü görünmektedir. Diyatome takson sayılarının zamana bağılı azalmasında çalışma alanının kirliliğe maruz kalması ve havzadaki ağır metal yükünün fazlalığının etkili olabileceğı düşünölmektedir.

Çalışma alanının dönem dönem kuruması ve dönem dönem yoğun yağışın altında kalmasından dolayı baskın olan taksonların değışken şartlara uyum sağlayabildikleri düşünölmektedir. Fakat zamanla tür azalması Çay'ın kirlilik yönünden kritik noktaya doğru gittiğini göstermektedir. Çalışmada TDI indeksi uygulanmış ve Mustafakemalpaşa Çayı'nın trofik durumunun ötrofik seviyede olduğı belirlenmiştir. TDI indeksinin su sistemlerinin trofik seviyelerinin belirlenmesinde uygun bir metrik olduğı ve biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde epilitik diyatomeilerin iyi bir indikatör organizma grubu olduğı çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur. Ayrıca çalışma sonuçları değılendirildiğinde epilitik diyatomeilerin komünite yapısına dayanarak hesaplanan TDI indeksinin Mustafakemalpaşa Çayı'nın biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmasının iyi sonuçlar verdiğı görölmüştür. Çalışmamızda belirlenen kirlilik kaynaklarının zararlarını en aza indirmek için arıtma sistemleri kullanılmalı ve tarım ilaçları kullanımı denetimleri kontrol altına alınmalıdır. Özellikle yöre halkına tarım ilaçları kullanımı ve tarım arazisinin sulanması hakkında eğitimler verilmelidir. Ayrıca Çay'ın dönemsel olarak izlenmeye devam edilmesi gerekmektedir. Önlemler alınmaması durumunda hem çevre sağılığını hem de insan sağığını tehdit eden büyük bir unsur haline gelecektir.

KAYNAKLAR

- Açıklan, S. 2006.** Sağlıklı içme suyu temini, *Su Dünyası Dergisi*, 38: 22-34.
- Anonim, 2016.** Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, Tarihi: 10.08.2016, Sayı: 29797.
- Anonim, 2000.** Water Framework Directive (WFD). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- Anonim, 1998.** Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. American Public Health Association, Washington, 1193 pp.
- Arslan, N. 2013.** Invisible face of boron pollution in fluvial ecosystem: the level in the tissues of sentinel and nectonic organisms. *AMBIO*, 42: 715-723.
- Atıcı, T., Ahıska, S. 2005.** Pollution And Algae Of Ankara Stream. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(1): 51-59.
- Atıcı, T., Tokatlı, C., Çiçek, A. 2018.** Diatoms of Seydısuyu stream basin (Turkey) and assessment of water quality by statistical and biological approaches. *Sigma J Eng & Nat Sci*, 36 (1): 271-288.
- Aysel, V., Gönüz, A., Bakan, A. N., Gezerler-Şipal, U. 1998.** Oğlananası Gölü'nün (Gaziemir, İzmir, Türkiye) Alg Florası. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, Samsun.
- Bahls, L. R., Burkantıs, R., Tralles, S. 1992.** Benchmark biology of Montana reference streams. Department of Health and Environmental Science, Water Quality Bureau, Helena, Montana.
- Baltacı, F. 2000.** Su Analiz Metotları. T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, 335 s.
- Barlas, M. 1995.** Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri, 14-16 Haziran 1995, Erzurum.
- Barlas, M. 2002.** Su Kalitesi Tayin Yöntemleri. Yüksek Lisans Ders Notları, Muğla, 37 s.
- Barlas, M., Mumcu, F., Dirican, S., Solak, C.N. 2001.** Sarıçay (Muğla-Milas)'da yaşayan epilitik diatomların su kalitesine bağlı olarak incelenmesi. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Kitabı, 5-8 Ekim 2001, Muğla Üniversitesi, Muğla.
- B-Beres, V., Török, P., Kokai, Z., Krasznai, T. E., Tothmeresz, B., Bacsı, I. 2014.** Ecological diatom guilds are useful but not sensitive enough as indicators of extremely changing water regimes. *Hydrobiologia*, 738: 191-204.

Bellinger, B. J., Cocquyt, C. O., Reilly, C. M. 2006. Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. *Hydrobiologia*, 573: 75–87.

Beygirci, H. 2017. Piliç yetiştirme tesisi kapasite artışı, Bursa ili, Mustafakemalpaşa ilçesi, Ormankadı mahallesi, Malalçakları mevki. MİM ÇEVRE, ÇED Başvuru Dosyası, Bursa.

Biswas, A.K., 1997. Water resources, McGraw-Hill, USA, 736 pp.

Bingöl, N. A., Özyurt, M. S., Dayıoğlu, H., Solak C. N., Leblebici, S. 2006. Porsuk nehri (kütahya) diyatomelerine bağlı saprobi indeksinin belirlenmesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran, Kuşadası-Aydın.

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

Cirik, Ş., Cirik, S., 1999. Su bitkileri (Deniz bitkilerinin biyolojisi ekolojisi yetiştirme teknikleri). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 188 s.

Cox, E. J. 1996. Identification of Freshwater Diatoms From Live Material. Chapman & Hall, London, 158 pp.

Çelekli, A., Toudjani, A. A., Gümüş, E. Y., Kayhan, S., Lekesiz H. Ö., Çetın, T. 2019. Determination of trophic weight and indicator values of diatoms in Turkish running waters for water quality assessment. *Turkish Journal of Botany*, 43: 90-101.

Çiçek, N. L. ve Ertan, Ö. O. 2012. Köprüçay Nehri epilitik alg çeşitliliğinin bazı fizikokimyasal değişkenlerle ilişkisi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1): 22-41.

Çiçek, N., L. Ertan, Ö., O. 2015. Köprüçay Nehri su kalitesinin epilitik diyatomlarla belirlenmesi (Antalya). *Su Ürünleri Dergisi (EgeJFAS)*, 32(2): 65-78.

Dalkıran, N. 2006. Orhaneli Çayı'nın epilitik diyatomeleleri ile bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi yoluyla kirlilik düzeyinin saptanması. *Doktora Tezi*, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Şentürk, E. 2008. Orhaneli Çayı'nın kirlilik düzeyinin diyatomelelere dayandırılarak saptanması. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi Özet Kitapçığı, 23-27 Haziran, Trabzon.

De Sève, M. A., 1993. Diatom bloom in the tidal freshwater zone of a turbid and shallow estuary, Rupert Bay (James Bay, Canada). *Hydrobiologia*, 269(1): 225-233.

Demir, A. O., Aksoy, E., Torunlu, T., 1998. The environmental problems and solution suggestions of Lake Uluabat. T.C. Bursa Büyükşehir, Yerel Gündem 21 Genel Sekreterliği, Uluabat Çalışma Grubu, Türkiye.

Dere, Ş., Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Elmacı, A., Dülger, B., Şentürk, E. 2006. Relationships Among Epipellic Diatom Taxa, Bacterial Abundances And Water Quality İn A Highly Polluted Stram Catchment, *Environmental Monitoring And Assessment*, 112: 1-22.

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.

Dodds, W. K., Jones, J. R., Welch, E. B. 1998. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Res.*, 32 (5): 1455–1462.

Ellenberg, H., Arndt, U., Bretthauer, R., Ruthsatz, B., Steubing, L., 1991. Biological monitoring; signals from the environment. Friaedr, Viewegand Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, 318 pp.

Girgin, S., Kazancı, N. 1994. Researches on Inland Waters of Turkey I: Evaluation of water quality of Ankara Stream using physicochemical and biological parameters, Özyurt Printinghouse, Ankara, 184 pp.

Gomà, J., Ortíz, R., Cambra, J., Ector, L. 2004. Water Quality Evaluation In Catalanian Mediterranean Rivers Using Epilithic Diatoms As Bioindicators. *Diatoms Indices Water Quality Monitoring Mediterranean Rivers, Vie Milieu*, 54 (2-3) : 81-90.

Gönülol, A. 1985. Çubuk-I baraj Gölü Algleri Üzerinde Araştırmalar II. Kıyı Bölgesi Alglerinin Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*, A2 (9)2: 253-268.

Gönülol, A. 1987. Studies on the Benthic Algae of Bayındır Dam Lak. *Doğa, Turkish Journal of Botany*, 11(1): 38-55.

Gönülol, A. 2017. Turkishalgae Electronic Publication, Samsun, Turkey. [http://turkiyealgleri.omu.edu.tr.](http://turkiyealgleri.omu.edu.tr;); searched on (Erişim Tarih: 07 June 2019).

Guiry, M. D., Guiry, G. M. 2019. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on (Erişim Tarihi: 28.06.2019).

Gürbüz, H., Kivrak, E. 2002. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 23 (3): 239-46.

Hancock, F. D. 1973. The ecology of the diatoms of the Klip River, Southern Transvaal. *Hydrobiologia*, 42(2-3): 243-284.

Hill, B. H., 2000. Use of periphyton assemblage data as an index of integrity. *Journal of the North American Benthological Society*, 19: 50–67.

Hustedt, F. 1957. Die Diatomeenflora des Flusssystemes der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Bremen: Abhandlungen Naturwissenschaftlichen Verein*, 34(3): 81–440.

Hustedt, F., 1930. Bacillariophyta (diatomeae). Heft: 10 a pascher die susswasser flora mitteleuropas, Gustav Fischer, Germany, 468 pp.

Ivorra, N., Barranguet, C., Jonker, M., Kraak, M. H. S., Admiraal, W. 2002. Metal-induced tolerance in the freshwater microbenthic diatom *Gomphonema parvulum*. *Environmental Pollution*, 116: 147–157.

İleri, S., Karaer, F., Katip, A., Onur, S. 2014. Sığ göllerde su kalitesi değerlendirmesi, Uluabat Gölü örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1): 47-57.

Kalaycı, S., Kahya, E. 1998. Susurluk Havzası nehirlerinde su kalitesi trendlerinin belirlenmesi. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 22: 503 - 514.

Kalyoncu, H. 1996. Isparta Çayı Algleri Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta.

Kalyoncu, H. 2002. Aksu Çayının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Yönden İncelenmesi. *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta.

Kalyoncu, H. 2006. Isparta Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diyatomelere Göre Belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1(1-2): 14-25.

Kalyoncu, H., Barlas, M. 1997. Isparta Deresi'nde yoğun olarak belirlenen epilitik diatomların su kalitesine bağlı olarak mevsimsel gelişimleri. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.

Kalyoncu, H., Barlas, M. 1997. Su Kalitesine Bağlı Olarak Isparta Deresi'nde Tespit Edilen İstasyonlarda Yoğun Olarak Belirlenen Epilitik Diyatomların Mevsimsel Gelişimleri. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.

Kalyoncu, H., Barlas, M. 2006. Aksu Çayının su kalitesinin fizikokimyasal ve biyolojik yönden belirlenmesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran 2006, Kuşadası-Aydın.

Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan Ö.O. 2009b. Aksu Çayı'nın Su Kalitesinin Biotik İndekslere (Diyatomlara ve Omurgasızlara Göre) ve Fizikokimyasal Parametrelere Göre İncelenmesi, Organizmaların Su Kalitesi İle İlişkileri. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Dergisi*, 2(1):14-25.

Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O. Ö., Gülboy, H., 2004. Ağlasun Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilistik algelere göre belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2(12): 7-14.

Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö. O. 2009. Aksu Çayı'nın su kalitesinin biotik indekslere (diatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi. Organizmaların Su Kalitesi ile İlişkileri. *Tübav Bilim Dergisi*, 2(1): 14-25.

Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O. Ö., Gülboy, H. 2004. Ağlasun Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilistik algelere göre belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi*, 2 (12): 7-14.

Kalyoncu, H., Barlas, M., Yorulmaz, B. 2008. Aksu Çayı (Isparta-Antalya) epilistik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal yapısı arasındaki ilişki. *Ekoloji*, 17(66): 15-22.

Kalyoncu, H., Çiçek, N.L., Akköz, C., Yorulmaz, B. 2009a. Comparative performance of diatom indices in aquatic pollution assessment. *African Journal of Agricultural Research*, 4(10): 1032-1040.

Kalyoncu, H., Dayıoğlu, H., Kılıç, F. 2016. Using Diatoms in Water Quality Assessment in the Andık Stream (Isparta-Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(12): 5237-5244.

Kalyoncu, H., Şerbetçi, B. 2013. Applicability of Diatom-Based Water Quality Assessment Indices in Darı Stream. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, 7(6): 386-394.

Karacaoğlu, D. 2006. Emet Çayı'nın epipelik diatomeleri ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

Karacaoğlu, D., Dalkıran, N. 2017. Epilithic diatom assemblages and their relationships with environmental variables in the Nilüfer Stream Basin. *Environ. Monit. Assess.*, 189:227.

Kavya, S., Ulavi, S. 2014. Bacillariophyceae as Ecological Indicators of water Quality in Two lakes of Mysore. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 4(1):1-11.

Kayhan, F. E., Muşlu, M. N., Koç, N. D. 2009. Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Yarattığı Stres Ve Biyolojik Yanıtlar. *Journal of Fisheries Sciences*, 3(2): 153-162.

Kazancı, N. 2008. Limnolojide gelişmeler. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 25(4): 365-369.

- Kelly, M. 2000.** Identification of Common Benthic Diatoms in Rivers. *Field Studies*, 9: 583-700.
- Kelly, M. G. 1998.** Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers, *Water Research*, 32(1),236-242.
- Kelly, M. G., Adams, C., Graves, A. C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E. B., Murray-Bligh, J., Pritchard S., Wilkins. C. 2001.** The trophic diatom index: a user's manual, revised edition. R&D Technical Report E2/TR2, Environment Agency, Bristol.
- Kelly, M. G., Penny, C. J., Whitton, B. A. 1995.** Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiologia*, 302(3): 179–188.
- Kelly, M. G., Whitton, B. A. 1995.** The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7: 433-444.
- Kıvrak, E., Gürbüz, H. 2010.** Tortum Çayı'nın (Erzurum) epipelik diyatome ve bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilişkisi. *Çevre Koruma Dergisi, Ekoloji*, 19(74): 102-109.
- Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. 2012.** Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(021003): 27-38.
- Klee, O. 1991.** Angewandte Hydrobiologie.- G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart-New York, 272 pp.
- Kocataş, A. 1994.** Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi, Bornova/İzmir, 564 s.
- Kolkwitz, R., Marsson, M. 1909.** Ökologie der Tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von der Biologische Gewässerbeurteilung. *Int. Rev. Hydrobiol*, 2: 125-152.
- Köster, D., Hübener, T. 2001.** Application of Diatom Indices in a Planted Ditch Constructed for Tertiary Sewage Treatment in Schwaan, Germany. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol*, 86: 241–252.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991a.** Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 576 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1997b.** Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, HeidelbergBerlin, 611 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1986.** Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (Eds.) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York, 1-876 pp.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 437 pp.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1997a. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin, 875 pp.

Krstić, S., Levkov, Z., Stojanovski, P. 1999. Saprobiological characteristics of diatoms microflora in river ecosystems in the Republic of Macedonia as a parameter for determination of the intensity of anthropogenic influence: Use of Algae for Monitoring Rivers III. Ed.: Prygiel, J., Whitton, B. A., Bukowska, J., Douai, pp: 145-153.

La Hée, J. M., Gaiser, E. E. 2012. Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in the Everglades and three tropical karstic wetlands. *The Society for Freshwater Science*, 31(1): 205-221.

Lange-Bertalot H. 2013. Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Koeltz Sci. Books, Germany, 908 pp.

Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64: 285–304.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 1980. Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. Esslingen/Neckar, Bechtle-Druck, 16 pp.

Lirika, K., Alma, I., Magdalena, C., Dashnor, K. 2013. Ohrid Gölü'ndeki su kalitesinin değerlendirilmesinde diatome ve makrofit endekslerinin kullanılması. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(2): 393-400.

Lowe, R. L., Pan, Y. 1996. Benthic Algal Communities as Biological Monitors: Algal Ecology Freshwaters Benthic Ecosystems, Ed.: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., Lowe, R. L., Academic Press, San Diago, pp: 705-739.

Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. N., Karaca, S. A. 2017. Seasonal and spatial variation of epilithic algal community in batlama stream (Giresun, Turkey). *Hittite Journal of Science and Engineering*, 4(1): 39-44.

McCormick, P. V., Stevenson, R. J. 1998. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the florida everglades. *J Phycol*, 34 (5): 726–733.

Medley, C. N., Clements, W. H. 1998. Responses of diatom communities to heavy metals in streams: the influence of longitudinal variation. *Ecological Applications*, 8: 631–644.

Miho, A., Tase, D., Lange-Bertalot, H. 2004. Overview on diatoms from Ohrid Lake. Proceedings of BALWOIS (Water Observation and Information System for Balkan Countries), 25-29 May 2004, FY Republic of Macedonia.

Morkoyunlu, Y. A., Gönülol, A. 2016. Evaluations of epilithic diatoms and biotic index in Sakarya River, Turkey. *Pak. J. Bot.*, 48(5): 2153-2158.

Omwene, P. I. 2018. Mustafakemalpaşa Çayı Su Ve Sediment Kalitesinin İstatistik Teknikleri Ve Coğrafik Bilgi Sistemi Analizleri Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze.

Omwene, P. I., Öncel, M. S., Çelen, M., Kobya, M. 2019. Influence of arsenic and boron on the water quality index in mining stressed catchments of Emet and Orhaneli streams (Turkey). *Environ Monit Assess*, 191: 199.

Pala (Toprak), G., Çağlar, M. 2008. Peri Çayı (Tunceli/Türkiye) Epilitik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4): 557-562.

Palmer, C. M. 1969. A Composite Rating of Algae Tolerating Organic Pollution. *Journal of Phycology and International Journal of Algal Research*, 5 (1): 76- 82.

Patrick, R. C., Reimer, W. 1966. The diatoms of the United States, Volume I. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, USA. 688 pp.

Patrick, R. C., Reimer, W. 1975. The diatoms of the United States, Volume II. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, USA. 213 pp.

Potapova, M. G., Charles, D. F., Ponader, K. C., Winter, D. M. 2004. Quantifying species indicator values for trophic diatom indices: comparison of approaches. *Hydrobiologia*, 517: 25–41.

Prygiel, J., Coste, M. 1993. The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. *Hydrobiologia*, 269/270: 343-349.

Rott, E., Van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Pfister, P., Binder, N., Ortler, K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wasserwirtschaftskataster, Wien, 248 pp.

Round, F. E., Crawford, R. M., Mann, D. G. 1990. The diatoms. biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp.

Sabancı, F. Ç., Koray, T. 2011. İzmir körfezi'nde 2008-2010 yılları arasında diyatomele tür kompozisyonu ve tür çeşitliliğinin mevsimsel değişimi. *Ege J Fish Aqua Sci (Su Ürünleri Dergisi)*, 28(2): 53-58.

Salomoni, S. E., Rocha, O., Callegaro, V. L., Lobo, E. A. 2006. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataı River. *Hydrobiologia*, 559: 233–246.

Schoeman, F. R. 1976. Diatom Indicator Groups In The Assessment Of Water Quality In The Jukskeı-Crocodile River System (Transvaal, Republic Of South Africa). *Journal of the Limnological Society of Southern Africa*, 2(1): 21-24.

Semiz, G. D. 2014. Sulama suyu açısından bor ieriğinin değerlendirilmesi: Uluabat Gölünü besleyen Orhaneli, Emet Ve Mustafakemalpaşa ayları. *Tekirdađ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 11(1): 98-105.

Sıvacı, E. R., Dere, ř. 2007. Melendiz ay’ nın (Aksaray-Ihlara) Epilitik Diyatome Florasının Mevsimsel Değişimi ve Su Akışının Toplam Organizmaya Etkisi. *evre ve Ekoloji Dergisi*, 16 (64): 29-36.

Sıvacı, R. A., Barinova, S., Solak, C. N., obanoğlu, K. 2013. Ecological assessment of Great Lota Lake (Turkey) on the base of diatom communities. *African Journal of Biotechnology*, 12 (5): 453-464.

Sladeczek, V. 1973. System of Water Quality from the Biological point of View. *Archiv für Hydrobiologie (Arch. Hydrobiol)*, 7(1):218.

Soininen, J. 2004. Benthic diatom community structure in boreal streams. *Ph.D. Thesis*, Faculty of Biosciences, University of Helsinki, Finland.

Soininen, J., 2002. Responses of epilithic diatom communities to environmental gradients in some Finnish Rivers. *International Review of Hydrobiology*, 87: 11- 24.

Solak, C. N. 2011. The application of diatom indices in the upper Porsuk Creek. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 31-36.

Solak, C. N., Àcs, É. 2011. Water quality monitoring in european and turkish rivers using diatoms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 329-337.

Solak, C. N., Àcs, É., Dayiođlu, H. 2009. The application of diatom indices in Felent Creek (Porsuk-Kütahya). *Diatomededlingen*, 33: 107 -109.

Solak, C. N., Barinova, S., Acs, E., Dayığlu, H. 2012. Diversity an ecology of diatoms from Felent Creek (Sakarya river basin) Turkey. *Turkish Journal of Botany (TUBITAK)*, 36: 191-203.

Sömek, H., Balık, S. 2009. Karagöl’ün (Dağ Gölü, İzmir-Türkiye) alg florası ve çevresel koşullarının mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26(2), 121-28.

Steinberg, C., Schiefele, S., 1988. Biological indication of trophy and pollution of running waters. *Z. Wasser-Abwasser-Frosch*, Germany, 234 pp.

Stevenson, R., Janl, P. V., McCormick, R., Frydenborg, R. 2001. Using algae to assess environmental conditions in wetlands. 1Dept. of Zoology, Michigan State University. 2The Nature Conservancy, Klamath Falls, OR. 3 Florida Dept.of Environmental Protection, Talahassee.

Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D., Barlas, M. 2006. Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) bazı fiziko-kimyasal ve biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) özelliklerinin incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3): 328-333.

Szczepocka, E., Szulc, B. 2009. The use of benthic diatoms in estimating water quality of variously polluted rivers. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38(1): 17–26.

Şentürk, E. 2003. Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarının Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

Tanyolaç, J. 2000. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 237 s.

Tanyolaç, J. 2009. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 294 s.

Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) bazı fizikokimyasal özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 155-161.

Tokatlı, C. 2012. Emet Çayı Su, Sediment Ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması. *Doktora tezi*, Dumlupınar Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kütahya.

Tokatlı, C. 2012. Sucul sistemlerin izlenmesinde bazı diyatome indekslerinin kullanılması: Gürleyik Çayı örneği (Eskişehir). *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (29): 21-28.

Tokatlı, C., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Köse, E., Dayıoğlu, H. 2014. Statistical approaches to evaluat the aquatic ecosystem qualities of a significant mining area: Emet Stream Basin (Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 71: 2185-2197.

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

Tokatlı, C., Köse, E., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Dayıoğlu, H. 2016. Emet Çayı su kalitesinin mevsimsel değişimi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21(2): 9-23.

Ünlü, M. İ., Bilen, M., Gürü, M. 2011. Kütahya-Emet bölgesi yeraltı sularında bor ve arsenik kirliliğinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(4): 753-760.

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(1): 117-133.

Whitton, B. A., Rott, E., Friedrich, G., 1991. Use of algae for monitoring rivers. Proceedings of the International Symposium, Universität Innsbruck, Institut für Botanik, Germany, 193 pp.

Whitton, B. A., Rott, E. 1996. Use of algae for monitoring rivers II. Proceedings International Symposium, 17-19 September 1995, Universität Innsbruck, Institut Für Botanik, Austria, 196 pp.

Yılmaz, Ö. 2013. Elekçi Deresi (FATSA, ORDU)'nin fizikokimyasal özellikleri ve epilimnetik alg florasının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ordu.

Zębek, E. 2014. Succession Of Periphyton And Phytoplankton Assemblages In Years With Varying Amounts Of Precipitation In A Shallow Urban Lake (Lake Jeziorak Mały, Poland). *Ekologia (Bratislava)*, 33(3): 259–273.

Zelinka, M., Marvan, P., 1961. Zur präzisierung der biologischen klassifikation der reinheit fließender gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57: 389- 407.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Dilara MESTİK
Doğum Yeri ve Tarihi : Yeşilyurt / K.K.T.C. 16.02.1991
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Nilüfer Fatih Lisesi (2005-2009)
Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi (2010-2015)
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2015-)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : Dilaratas.16@gmail.com

Yayımları :