

**EPIPELİK DİYATOMELERİN MUSTAFAKEMALPAŞA
ÇAYI'NIN (BURSA) İKİ FARKLI DÖNEMDEKİ
BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILMASI**

Güllü KARABAYIRLI



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EPIPELİK DİYATOMELERİN MUSTAFAKEMALPAŞA ÇAYI'NIN (BURSA)
İKİ FARKLI DÖNEMDEKİ BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILMASI**

Güllü KARABAYIRLI
0000-0001-9667-3581

Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Güllü KARABAYIRLI tarafından hazırlanan "Epipelik Diyatomelerin Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) İki Farklı Dönemdeki Biyolojik Su Kalitesinin Değerlendirilmesinde Kullanılması" 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



İmza

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

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

11.11.2019

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



Güllü KARABAYIRLI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EPİPELİK DİYATOMELERİN MUSTAFAKEMALPAŞA ÇAYI'NIN (BURSA) İKİ FARKLI DÖNEMDEKİ BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILMASI

Güllü KARABAYIRLI

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU

Bu çalışmada Bursa ilinin önemli su kaynaklarından biri olan Mustafakemalpaşa Çayı'nın epipelik diyatome kompozisyonunun belirlenmesi, epipelik diyatomelerin indikatör özelliklerinden yararlanılarak çalışma alanının biyolojik su kalitesinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nın epipelik diyatomeleri Ekim 2016-Eylül 2017 tarihleri arasında iki istasyondan aylık olarak alınan örneklerde incelenmiştir. Çalışma verileri aynı çalışma bölgesinden ve aynı istasyonlardan Nisan 2001 – Mayıs 2002 tarihleri arasında aylık olarak elde edilen veriler ile karşılaştırılmış, örnekleme periyotları arasında epipelik diyatome kompozisyonunun karşılaştırılması yapılmıştır. Nisan 2001-Mayıs 2002 örnekleme periyodunda 100 epipelik diyatome taksonu belirlenirken, Ekim 2016-Eylül 2017 örnekleme periyodunda takson sayısı 63 olarak belirlenmiştir. Her iki örneklemede nisbi bollukları yüksek bulunan taksonlar *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *Cymbella affinis* Kützing, *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M. Williams, *Diatoma vulgare* Bory, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Melosira varians* C. Agardh, *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory, *Navicula veneta* Kützing, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot ve *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère olarak tespit edilmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen bazı çevresel değişkenler kullanılarak Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre su kalite sınıfları belirlenmiştir. Çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı'nın biyolojik su kalitesini belirlemeye yönelik olarak Trofik Diyatome İndeksi uygulanmıştır. Trofik Diyatome İndeksi sonucuna göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki çalışma periyodunda ötrofik seviyede olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: biyolojik su kalitesi, epipelik diyatomeler, Mustafakemalpaşa Çayı, Trofik Diyatome İndeksi

2019, ix + 92 Sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

USE OF EPIPELIC DIATOMS FOR ASSESSMENT OF BIOLOGICAL WATER QUALITY IN TWO DIFFERENT PERIODS OF MUSTAFAKEMALPAŞA STREAM (BURSA)

Güllü KARABAYIRLI

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

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Didem KARACAOĞLU

In this study, it was aimed to determine the epipellic diatom composition of Mustafakemalpaşa Stream, which is one of the important water resources of Bursa province, and to determine the biological water quality of the study area by using the indicator properties of epipellic diatoms. The epipellic diatoms of Mustafakemalpaşa Stream were examined on a monthly basis from two stations between October 2016 and September 2017. 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, and the epipellic diatom composition was compared between the sampling periods. While 100 epipellic diatom taxa were determined in the sampling period of April 2001-May 2002, the number of taxa was 63 in the sampling period of October 2016-September 2017. In both periods, *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *Cymbella affinis* Kützing, *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M.Williams, *Diatoma vulgare* Bory, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Melosira varians* C.Agardh, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *Navicula veneta* Kützing, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow, *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot and *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère are the most important taxa in terms of their relative abundance.

Water quality classes were determined according to the Surface Water Quality Regulation by using some environmental variables measured in Mustafakemalpaşa Stream. In order to determine biological water quality of Mustafakemalpaşa Stream, Trophic Diatom Index was applied. According to the results of the Trophic Diatom Index, Mustafakemalpaşa Stream was found to be eutrophic in both study periods.

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

2019, ix + 92 pages.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı gerçekleştirmemde tüm yardımını, yakın ilgisini ve tecrübesini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Didem KARACAOĞLU'na (Bursa Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü) içten teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerinden ve bilgilerinden dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Şükran DERE ve Doç. Dr. Nurhayat DALKIRAN'a,

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında yardımını ve desteğini gördüğüm, arazi çalışmalarını birlikte gerçekleştirdiğim sevgili arkadaşım Dilara Mestik'e,

Tüm eğitim-öğretim hayatımda ve tezimi tamamlama sürecimde yardımlarını ve sonsuz maddi ve manevi desteğini her koşulda bıkmadan sağlayan değerli aileme ve her daim motive eden sevgili arkadaşlarım Tuğba Saygı ve Merve Özkan'a sonsuz teşekkür ederim.

Güllü KARABAYIRLI
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	5
2.1. Bentik Diyatomeler İle İlgili Olarak Ülkemizde Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2. Çalışma Bölgesinde Yapılmış Su Kalitesi İle İlgili Önceki Çalışmalar.....	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	5
3.1. Materyal.....	16
3.1.1 Çalışma alanının tanımı ve örnek alma istasyonları.....	16
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler.....	19
3.2.2. Epipelik diyatomelerin toplanması, sayımı ve teşhisi.....	20
3.2.3. Trofik diyatome indeksi (TDI)	21
4. BULGULAR.....	23
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular.....	23
4.2. Biyolojik Bulgular.....	28
4.2.1. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomeleri ve mevsimsel değişimi.....	28
4.2.2. Trofik diyatome indeksi (TDI) sonuçları.....	64
4.2.3. Takson zenginliği sonuçları.....	67
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	92

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Al	Alüminyum
NH ₄ -N:	Amonyum Azotu
As	Arsenik
AKM	Askıda Katı Madde
N	Azot
HCO ₃	Bikarbonat
n	Birey Sayısı
B	Bor
Fe ³⁺	Demir
F	Flor
PO ₄ -P	Fosfat Fosforu
P	Fosfor
g	Gram
p	İstatistiksel Anlamlılık
Ca ²⁺	Kalsiyum
CO ₃ ²⁻	Karbonat
r	Korelasyon Katsayısı
Cr	Krom
L	Litre
Mg ²⁺	Magnezyum
Mn	Mangan
µm	Mikrometre
mg	Miligram
ml	Mililitre
Ni	Nikel
NO ₂ -N	Nitrit Azotu
NO ₃ ⁻ -N	Nitrat Azotu
O	Oksijen
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
Si	Silis
SiO ₂	Silisyum Oksit
T	Sıcaklık
CN	Siyanür
Na+	Sodyum
SO ₄ ²⁻	Sülfat
%	Yüzde Oranı

Kısaltmalar	Açıklama
BBI	Belçika Biyotik İndeksi
BDI	Biyolojik Diyatome İndeksi
BDI	Biyolojik Diyatome İndeksi
BMWP	Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DESCY	Descy İndeksi
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel İletkenlik
DI-CH	İsviçre Diatom İndeksi
CWQI	Kanada Su Kalitesi İndeks Modeli
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
Max	Maksimum
Min	Minimum
Ort.	Ortalama
EPI-D	Ötrofikasyon-Kirlilik İndeksi
IDP	Pampean Diyatome İndeksi
SID	Rott Sabrobite İndeksi
SI	Saprobik İndeksi
SLA	Sládecěk İndeksi,
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
TBI	Trent Biyotik İndeks
TDI	Trofik Diyatome Diyatome İndeksi
TI	Trofik İndeks
YSKY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Çalışma alanının haritası.....	17
Şekil 3.2. Döllük 1.istasyon genel görünümü	18
Şekil 3.3. Ayazköy 2.istasyon genel görünümü	18
Şekil 4.1. <i>Achnanthydium minutissimum</i> 'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri.....	36
Şekil 4.2. <i>Achnanthydium minutissimum</i> 'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri.....	37
Şekil 4.3. <i>Amphora ovalis</i> 'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	38
Şekil 4.4. <i>Amphora ovalis</i> 'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	38
Şekil 4.5. <i>Amphora pediculus</i> 'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	39
Şekil 4.6. <i>Amphora pediculus</i> 'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	39
Şekil 4.7. <i>Cocconeis pediculus</i> 'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	41
Şekil 4.8. <i>Cocconeis pediculus</i> 'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	41
Şekil 4.9. <i>Cocconeis placentula</i> 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	42
Şekil 4.10. <i>Cocconeis placentula</i> 'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	42
Şekil 4.11. <i>Cymatopleura solea</i> 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	43
Şekil 4.12. <i>Cymatopleura solea</i> 'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	44
Şekil 4.13. <i>Cymbella affinis</i> 'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	45
Şekil 4.14. <i>Cymbella affinis</i> 'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	46
Şekil 4.15. <i>Diatoma moniliformis</i> 'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	47
Şekil 4.16. <i>Diatoma moniliformis</i> 'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	47
Şekil 4.17. <i>Diatoma vulgaris</i> 'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	48
Şekil 4.18. <i>Gomphonema olivaceum</i> 'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	49
Şekil 4.19. <i>Gomphonema olivaceum</i> 'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	49
Şekil 4.20. <i>Navicula capitatoradiata</i> 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	50
Şekil 4.21. <i>Navicula tripunctata</i> 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	51

	Sayfa
Şekil 4.22. <i>Navicula tripunctata</i> 'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	51
Şekil 4.23. <i>Navicula veneta</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	52
Şekil 4.24. <i>Navicula veneta</i> 'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	52
Şekil 4.25. <i>Nitzschia amphibia</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	54
Şekil 4.26. <i>Nitzschia amphibia</i> 'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	54
Şekil 4.27. <i>Nitzschia frustulum</i> 'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	55
Şekil 4.28. <i>Nitzschia frustulum</i> 'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	55
Şekil 4.29. <i>Nitzschia palea</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	56
Şekil 4.30. <i>Nitzschia palea</i> 'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	56
Şekil 4.31. <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	58
Şekil 4.32. <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> 'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	58
Şekil 4.33. <i>Sellaphora pupula</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	59
Şekil 4.34. <i>Tryblionella apiculata</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	60
Şekil 4.35. <i>Tryblionella apiculata</i> 'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	61
Şekil 4.36. <i>Ulnaria ulna</i> 'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	62
Şekil 4.37. <i>Ulnaria ulna</i> 'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	62
Şekil 4.38. <i>Cyclotella meneghiniana</i> 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	63
Şekil 4.39. <i>Cyclotella meneghiniana</i> 'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	63
Şekil 4.40. <i>Melosira varians</i> 'ın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	64
Şekil 4.41. <i>Melosira varians</i> 'ın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri	64
Şekil 4.42. 2001-2002 periyoduna ait Trofik Diyatome İndeksi sonuçları	66
Şekil 4.43. 2016-2017 periyoduna ait Trofik Diyatome İndeksi sonuçları	67
Şekil 4.44. 2001-2002 periyoduna ait takson zenginliği sonuçları	69
Şekil 4.45. 2016-2017 periyoduna ait takson zenginliği sonuçları	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 örnekleme periyodunda ölçülen su analizi sonuçları ve bu değerlerin YSKY (2016) yönetmeliğine göre değerlendirilmesi.....	24
Çizelge 4.2. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen su analizi sonuçları ve bu değerlerin YSKY (2016) yönetmeliğine göre değerlendirilmesi	25
Çizelge 4.3. 2001-2002 ve 2016-2017 örnekleme periyodunun t testi ile karşılaştırılması	28
Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin takson listesi ve var yok datası.....	29
Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin tekerrür oranları.....	32
Çizelge 4.6. Mustafakemalpaşa Çayı'nın Trofik Diyatome İndeksi ve Takson Zenginliği sonuçlarının değerlendirilmesi	68

1. GİRİŞ

Su bütün canlı grupları için önemli bir yaşam kaynağıdır. Yeryüzündeki toplam suyun % 98'i okyanuslar, tortul kayaçlar ve buzullarda bulunmaktadır. Tüm canlılar için yaşamsal önem taşıyan su kaynakları, sonsuz değildir aksine günümüz olanakları ile kullanılabilir su miktarı oldukça sınırlanmaktadır (Kuleli 1989, Kocataş 1994).

Algler, sucul ekosistemlerdeki besin ağının temelinde yer alır ve ekolojik dengenin oluşmasına önemli katkılar sunmaktadırlar. Algler su ortamında primer üretici canlılardır. Yapılarındaki pigmentleri sayesinde karbondioksit ve suyu ışığın etkisi ile karbonhidratlara çevirirler, böylece su ortamındaki besin değerinin ve çözülmüş oksijen oranının artmasını sağlarlar. Sonuçta kendi gelişimlerini sağlayarak besin zincirinin ilk halkasını oluşturan primer üreticilerdir. Bu şekilde üretime olan katkıları ve üst basamaktaki canlılarla olan ilişkileri açısından önem taşımaktadırlar. Algler su içerisinde bentik (bağımlı) veya fitoplankton (serbest) olarak yaşamaktadır. Bağımlı algler bitki üzerinde (epifitik), taş ve sert yüzeyler üzerinde (epilitik), hayvanların üzerinde (epizoik), sediment ve kum üzerinde (epipelik) olarak yaşamlarını devam ettirirler. Algler, hem tatlı su hem de denizlerde organik maddenin temel yapıcılarıdır ve besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Atmosferdeki oksijenin % 70-90'ı alglerin yapmış olduğu fotosentezden sağlanır. Bu sayede sucul ortamın çözülmüş oksijen ve besin değerleri artmaktadır (Altuner ve Pabuçcu 1994).

Diyatomeler biyolojik, ekolojik ve ekonomik yönden büyük öneme sahip, her türlü sucul ortamda yaşayabilen fotosentetik alglerdir. Diyatomeleleri diğer alg gruplarından ayıran en önemli özelliği hücre çeperlerinde silisyum bulunmasıdır. Silisli hücre çeperleri sayesinde uzun süre şekilleri bozulmadan kalabilmektedirler. Sudaki silis değerlerinin artması diyatomelelerin de artmasına neden olmaktadır (Çetin ve Taş 2012). Diyatomelelerin sucul ortamdaki çevresel şartların değişmesine toplu olarak tepki göstermeleri ve çok sayıdaki türünün tolerans aralığının farklı olmasından dolayı su kalitesini değerlendirmek için öncelikle kullanılan bir organizma grubu olduğu ifade edilmiştir (Kelly ve Whitton 1995). Su kalitesinin belirlenmesinde sucul canlılar; bakteriler, algler, diyatomeleler, makrobentik omurgasızlar ve balıklar kullanılmaktadır. Bununla birlikte diyatomeleler

çevresel değişimlere çok hızlı bir şekilde cevap verdiklerinden dolayı su kalitesini belirleme çalışmalarında kullanılan en önemli organizma grubu olmuştur (Triest ve ark. 2001). Diyatomeler yaşam alanlarının spesifik oluşundan, farklı ekolojik koşullara uyum sağlayabilme özelliklerinden ve iç sularda yoğun buldukları için ekolojide önemli yere sahiptir. Tatlı su diyatome toplulukları üzerine kirliliğin etkisini görmek için ilk çalışmalar yaklaşık 60 yıl önce ortaya çıkmıştır (Rimet 2012). Sucul ekosistemlerin en önemli organizmalarından olan diyatomeler su kalitesini izleme çalışmalarında genellikle kullanılan önemli indikatör organizma gruplarından birisidir. Diyatomeler, birçok çevre parametresine doğrudan ve hızla cevap veren organizmalar olduğu için ekosistemde önemli bir yere sahiptirler (Morkoyunlu ve Gönüloğ 2016).

Özellikle kimyasal maddelerin konsantrasyonlarının birkaç saatte dikkati çekecek şekilde deęiştđi akarsularda; su kalitesinin izlenmesinde biyolojik indikatörlerin daha güvenilir olduğu birçok yazar tarafından ifade edilmiştir (Prygiel ve Coste 1993). Su kalitesinin hızlı deęiştđi akarsularda, su kalitesinin tayininde akarsuyun doğal yapısına katılmasından dolayı biyolojik indikatörlerin kullanımının çok yararlı olduğu görölmüştür (Soininen 2002). Su kirliliğinin, ortamda yaşayan canlıları doğrudan doğruya etkilediği göz önüne alınırsa, kirliliğin çevre kalitesinde yarattđı düşüşü belirleme de biyolojik kökenli bir sorundur. Fakat su kirliliğini belirlemeyle ilgili çalışmalarda fiziksel ve kimyasal verileri toplamakla yetinilmektedir. Uzun bir dönemde su kalitesindeki değişimleri belirlemek için ek bir yöntem gereksinim duyulur. Bu da biyolojik yöntemdir (Kazancı ve ark. 1997). Ülkemizde de, son yıllarda biyolojik su kalitesi tayin yöntemlerinin kullanımı oldukça gelişmektedir. Eski yıllarda su kalitesi belirleme çalışmalarında yalnızca fiziksel ve kimyasal analizlerden yararlanılırken günümüzde biyolojik analiz yöntemlerinin daha az masraflı oluşu ve çalışmalarda hızlı sonuca ulaşılması dolayısıyla daha çok tercih edilen ölçüm yöntemi olmuştur.

Özellikle diyatomelerin kullanıldığı indeks çeşitleri günümüzde daha fazla geliştirilmiş olup bunlardan bazıları; Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi, Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi (EPI-D), Specific Polluosensitivity Index, Biological Diatom Index, Generic Diatom Index - GDI ve Trophic Diatom Index – TDI olarak bilinmektedir. Sabrobi İndeksi ve Trofik Diyatome İndeksi son yıllarda ülkemiz akarsularında çalışmalar yapan birçok

araştırmacı tarafından uygulanmaktadır (Barlas ve ark. 2001, Gürbüz ve Kıvrak 2002, Bingöl ve ark. 2006, iek ve Ertan 2015). Günümüzde biyolojik olarak su kalitesinin belirlenmesinde bentik alglerin ve diyatomelerin indikatör özellikleri kullanılarak birçok metrik geliştirilmiştir. Akarsu su kalite çalışmalarında en çok uygulanan TDI indeksi son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu indeks Kelly ve Whitton (1995) tarafından ilk kez İngiltere'nin akarsu ve nehirlerinde uygulanmaya başlanmıştır. Ülkemizde çeşitli akarsuların biyolojik su kalitelerinin belirlenmesinde TDI indeksi kullanılmıştır (Gürbüz ve Kıvrak 2002, Kalyoncu ve ark. 2009, Tokatlı 2012).

Su kirliliğinin giderek artması, ülkeleri önlemler almaya zorlamıştır. Avrupa Birliği su kirliliğini azaltmak ve suyun sürdürülebilir kullanımını sağlamak için 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı 'Su ereve Direktifi'ni yürürlüğe koymuştur (Anonim 2000). Su ereve Direktifi, Avrupa Birliği'nin en kapsamlı su mevzuatıdır. Bu direktifte Avrupa Birliği yesi ülkelerde ve aday ülkelerde suyun sürdürülebilir kullanımının sağlanması için belirli hedefler ortaya konmuştur. Temel hedef, tüm su kütlelerinin 2015 yılına kadar en azından "iyi kalite su" seviyesine getirilmesidir (Anonim 2000).

Çalışma alanını oluşturan Mustafakemalpaşa ayı; Orhaneli ve Emet ay'larının birleşmesiyle oluşmaktadır. Orhaneli ve Emet ayları'nın su kalitesi Mustafakemalpaşa ayı'nı doğrudan etkilemektedir. Mustafakemalpaşa ayı aynı zamanda ülkemizin önemli Ramsar alanlarından biri olan Uluabat Gölü'nü besleyen ana kaynaktır. Bu özelliklerinden dolayı Mustafakemalpaşa ayı'nın su kalitesini belirlemeye yönelik çalışmalar önem taşımaktadır. Bu çalışmada epipelik diyatomelerin indikatör özelliklerinden yararlanılarak Trofik Diyatome İndeksi'nin (TDI) uygulanmasıyla çalışma alanının biyolojik su kalitesinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçla Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında Mustafakemalpaşa ayı üzerinde belirlenen iki örnekleme noktasından (Döllük ve Ayazköy) toplanan epipelik diyatomelerin tür kompozisyonu ortaya konmuş ve nisbi bolluk değerleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda suyun bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerinin ölçümü yapılarak Mustafakemalpaşa ayı'nın fizikokimyasal özelliklerine göre de su kalitesi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim 2016) göre değerlendirilerek belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmada Nisan 2001 – Mayıs 2002 tarihleri arasında çalışma bölgesinin aynı

istasyonlarından toplanan epipelik diyatomelerin tür kompozisyonları ve nisbi bolluk değerleri de ortaya konulmuş ve TDI indeksi uygulanmıştır. Bu kapsamda Mustafakemalpaşa Çayı'nda iki farklı örnekleme döneminde tespit edilen epipelik diyatome tür çeşitliliğinin karşılaştırılması ve diyatomelerin kullanıldığı TDI indeksi ile biyolojik su kalitesinin belirlenmesi sağlanarak, su kalitesinin uzun dönemdeki değişiminin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Bentik Diyatomeleler İle İlgili Olarak Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

Diyatomeleler sucul ekosistemlerin su kalitelerinin biyolojik olarak izlenmesinde yaygın olarak kullanılan önemli organizma gruplarından biridir. Günümüzde diyatomelelerin kuvvetli indikatör olma özelliklerinden yararlanılarak su kaynaklarının su kalitelerini belirlemede diyatomelelerin kullanıldığı çeşitli indeksler geliştirilmiştir. Ülkemiz akarsularının su kalitelerinin izlenmesinde biyolojik yöntemlerin kullanılması ile ilgili ilk çalışmalar Girgin ve Kazancı (1994) tarafından gerçekleştirilmiştir. Girgin ve Kazancı (1994) çalışmalarında, Ankara Çayı'nın su kalitesini fiziko-kimyasal parametrelerle ve taban büyük omurgasızların kullanımına dayalı biyolojik indeksler kullanarak değerlendirmişlerdir. Ülkemizde, son yıllarda biyolojik su kalitesi tayin yöntemlerinin kullanıldığı, limnolojik çalışmalarda bir artışın varlığı dikkati çekmektedir. Diyatomele indekslerinin kullanımına dayalı biyolojik indekslerin akarsuların su kalitelerinin izlenmesinde kullanılması ile ilgili çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Ülkemizde akarsu bentik diyatomele floralarının belirlendiği, bentik diyatomelelerin su kalitesi çalışmalarında kullanıldıkları çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2004), Ağlasun Deresi üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında Nisan 1995-Mart 1996 tarihlerinde belirledikleri 3 istasyondan epilitik alg örneklemeleri yapmışlardır. Çalışma sonucunda toplamda 75 takson elde edilmiştir. Fizikokimyasal parametrelere göre su kalite tayini yapılmış ve Saprobi İndeksi uygulamışlar ve fizikokimyasal verilere göre bu indeksin yarım su kalitesi basamağı sapma gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Solak ve ark. (2005), Akçay'da yapmış oldukları çalışmada epilitik diyatomeleleri incelemişler ve toplamda 75 takson elde etmişlerdir. Buldukları taksonları baskınlık durumuna göre % 10'dan fazla olduğunda dominant, % 5-10 arasında ise mevcut olarak tanımlamışlardır. Florada *Achnanthes minutissima*, *Cymbella affinis* türlerinin dominant, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Diatomele vulgare*, *Meridion circulare*

var. *constricta*, *Synedra ulna*, *Navicula exigua* türlerinin ise mevcut olduğunu tespit etmişlerdir.

Atıcı ve Ahıska (2005), araştırmalarında Ankara ayı'nda kirliliğe adapte olmuş epipelon, epifiton, epilimon, plankton türlerini örneklemişlerdir. Çalışma sonucunda Bacillariophyta'ya ait 86, Chlorophyta'ya ait 31, Cyanophyta'ya ait 25, Euglenophyta'ya ait 9 takson tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca suyun bazı fizikokimyasal parametreleri ile türlerin bollukları ve mevcudiyetleri ilişkilendirilmiştir.

Dere ve ark. (2006), Temmuz 1997 - Haziran 1998 tarihleri arasında Nilüfer ayı'nda belirledikleri 6 istasyonda epipelik diyatome türlerini, bakterileri ve bazı fizikokimyasal değişkenleri çalışmışlardır. İstasyonlarda mevsimsel olarak değişiklik olduğunu ve kirlilik seviyesinin yazın en yüksek noktaya ulaştığını belirtmişlerdir.

Kalyoncu (2006), çalışmasında 1995-1996 ve 2000-2001 tarihleri arasında iki farklı periyotta Isparta Deresi'nin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ve epilitik diyatomelere göre su kalite değişimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda 1995-1996 periyodunda epilitik diyatomelere ait 44 takson, 2000-2001 periyodunda ise 43 takson tespit etmiştir. İki periyod arasında akarsuda kirliliğin Saprobi İndeks'e göre yarım basamak negatif yönde değiştiği sonucuna varmıştır.

Sıvacı ve Dere (2006), Melendiz ayı'ndan seçilen 5 istasyonda Nisan 1992 ve Şubat 1994 tarihleri arasında epipelik diyatomeleri mevsimsel değişimlere göre incelemiştir. Epipelik diyatomelerin çoğunluğunu *Nitzschia*, *Navicula*, *Gomphonema* ve *Cymbella* türlerinin oluşturduğunu gözlemlemiştir.

Tepe ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada Mayıs 2003'te 12 ay boyunca İskenderun Körfezi'ne dökülen Hasan ayı'nın su kalitesi özelliklerini belirlemek için araştırma yapmışlardır. alışmalarında su kalitesi parametrelerinden çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), toplam alkalinite ve sertlik, tuzluluk, amonyak, nitrat, nitrit, sodyum, potasyum, silisyum ve askıda katı madde değerlerine göre suyun kalite durumunu tespit etmişlerdir.

Bingöl ve ark. (2007), Aralık 2004 - Ağustos 2005 tarihleri arasında yapmış oldukları araştırmada Yukarı Porsuk Çayı'nda belirledikleri 3 istasyondan epilitik diyatomeleleri incelemişlerdir. Çalışmalarında *Nitzschia*, *Navicula* ve *Cymbella* üyelerinin baskın olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca seçilen istasyonlar arasında epilitik diyatomelelerin farklılık gösterdiğini açıklamışlardır.

Sıvacı ve Dere (2007), Melendiz Çayı'nda epilitik diyatome yoğunluğunun mevsimlere göre değişimi ve akarsuyun hızına bağlı toplam organizmanın değişimini araştırmışlardır. Mayıs ayında akışın artmasına bağlı olarak birey sayısının azaldığı, Haziran ayında ise akıntı hızının azalmasıyla birey sayısının arttığı gözlemlenmiştir. *Cymbella ventricosa*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Navicula tripunctata*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea* ve *Nitzschia amphibia* türlerinin Melendiz Çayı epilitik diyatome florasının baskın türleri olarak buldukları ifade edilmiştir.

Çetin (2008), Göksu Çayı'ndaki bentik diyatomeleleri bir yıl boyunca incelemiştir. Toplam 69 taksonun varlığını teşhis etmiştir. *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia* ve *Gomphonema* cinslerini tür çeşitliliği fazla olan ve florada sayısal olarak baskın türlerinin bulunduğu taksonlar olarak açıklamıştır.

Kalyoncu ve ark. (2008), Aksu Çayı'nda belirledikleri 6 istasyondan epilitik alg çeşitliliğinin su kalitesine paralel olarak değişiklik gösterdiğini teşhis etmişlerdir. Elde edilen sonuca göre alg çeşitliliğinde en fazla etkisi olan değişkenin BOI₅ olduğunu belirlemişlerdir. *Achnanthes lanceolata*, *Nitzschia palea*, *Cocconeis pediculus*, *Navicula gracilis*, *Diatoma vulgare* türlerini yoğun olarak bulmuşlardır.

Sıvacı ve ark. (2008), Sarıkum Lagünü'nün bentik alglerini belirlemek için Ekim 2004 ile Temmuz 2005 tarihleri arasında çalışma yapmışlardır. Bentik alg florasında, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta ve Cyanophyta divizyonlarına ait toplam 76 takson elde etmişlerdir. Bentik floranın tür kompozisyonunda bulunan en önemli taksonları *Rhopalodia gibba* ve *Cocconeis placentula* var. *euglypta* olarak teşhis etmişlerdir.

Toprak Pala ve Çağlar (2008), Peri Çayı (Tunceli)'nda 1 yıl boyunca epilitik diyatomeleleri incelemişlerdir. Çalışmalarında toplam 36 tür teşhis etmişler ve *Cymbella* sp., *Gomphonema* sp. ve *Fragilaria* sp.'nin popülasyon büyüklüğünde önemli olan diyatome toplulukları olduğunu açıklamışlardır.

Kalyoncu ve ark. (2009), çalışmalarında Mayıs 2002-Nisan 2003 tarihleri arasında Türkiye'nin güneyinde belirledikleri 6 bölgeden epilitik diyatomeleleri kullanarak su kalitesini tespit etmişlerdir. 32 cinse ait toplamda 110 takson belirlemişler. İsviçre Diatom İndeksi (DI-CH), Trofik İndeks (TI) ve Saprobik İndeksi (SI)'ini çalışmalarında uygulamışlardır. Bu sonuca göre fizikokimyasal değişkenlerin DI-CH ve TI indekslerinin, SI'dan daha güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Kalyoncu ve ark. (2009), Aksu Çayı'nda yaptıkları çalışmalarında diyatome, makrozoobentik omurgasız, balık ve sucul vejetasyona ait toplamda 200 takson tespit etmişlerdir. Çalışmalarında bentik omurgasızların kullanıldığı 6 ve diyatomelelerin kullanıldığı 7 indeks uygulanmış, bu indeksler ilk kez karşılaştırılmıştır. Baskın olan diyatome taksonlarının su kalite değişimlerinin iyi bir şekilde yansıttığını ifade etmişlerdir.

Mumcu ve ark. (2009), Dipsiz ve Çine Çayları'nda Ağustos 2000 ve Temmuz 2001 tarihlerinde belirledikleri 5 istasyondan epilitik algler üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda takson yoğunluğu en fazla olan *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Cymbella* ve *Navicula* cinslerini tespit etmişlerdir.

Çiçek ve ark. (2010), Darıören Deresi ve Isparta Çayı epilitik alglerinin mevsimsel dağılımlarını incelemişlerdir. Çalışmalarında su kalitesi parametrelerinden çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, Ca^{+2} , Mg^{+2} , toplam sertlik, tuzluluk, amonyak, nitrat, nitrit, BOD_5 değerlerini araştırmışlardır. Sonuç olarak Bacillariophyta üyelerinin baskın olduğunu, Cyanophyta, Chlorophyta ve Euglenophyta üyelerinin çok az türle temsil edildiğini açıklamışlardır.

Kıvrak ve Gürbüz (2010), Tortum Çayı'nda (Erzurum) belirlenen 4 istasyondan epipelik diyatome florasının bazı fizikokimyasal özelliklerle ilişkisini inceleyip toplam 113 takson kaydetmişlerdir. *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Nitzschia palea* ve *Navicula cryptocephala* türlerinin baskın olduğunu açıklamışlardır. Florada baskın olan türlerin mevcudiyeti ve su analizleri sonuçlarına göre Çay'ın organik maddelerle kirlendiğini ifade etmişlerdir.

Solak (2011), çalışmasında Yukarı Porsuk Çayı'nın epilitik diyatomeelerini aylık olarak (Aralık 2004-Ağustos 2005) üç istasyondan toplanan örneklerde incelemiş ve toplamda 57 takson teşhis etmiştir. Su kalitesini belirlemek için EPI-D-Ötrofikasyon-Kirlilik İndeksi, SLA- Sládecěk İndeksi, TDI-Trofik Diyatome İndeksi ve DESCY-Descy İndekslerini uygulamıştır. Belirlenen istasyonlar arasında indeks değerlerinin farklılık gösterdiğini ifade etmiştir.

Tokatlı ve Dayıoğlu (2011), çalışmalarında Eylül 2007 – Nisan 2008 tarihlerinde Murat Çayı (Kütahya)'ndan belirledikleri 5 örnekleme bölgesinden epilitik diyatome florasını incelemiş ve toplamda 75 takson elde etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre *Cymbella affinis*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Diatoma moniliformis*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema truncatum* ve *Nitzschia palea* taksonlarını dominant olarak teşhis etmişlerdir. Çalışma sonucunda pennat diyatomeelerin sentrik diyatomeelerden daha yoğun bulunduğunu açıklamışlardır.

Çiçek ve Ertan (2012), çalışmalarında Köprüçay Nehri epilitik alglerinin çeşitliliği ile fizikokimyasal özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çeşitliliğin belirlenmesinde Margalef, Shannon-Weiner ve Simpson çeşitlilik indekslerini kullanmışlardır. Spearman korelasyon analizini ise fizikokimyasal değişkenler ile alg çeşitliliği arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanmışlardır.

Fakıoğlu ve ark. (2012), Pulur Çayı'nda epifitik ve epilitik diyatome florasını incelemek üzere yapmış oldukları çalışmalarında *Diatoma vulgaris* türünün nisbi yoğunluğunun tespit edilen diğer tüm türlerin yarısına yakınına yakınına oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Florada baskın olan diğer taksonların ise *Navicula cryptocephala*, *Cymbella affinis*, *Aulacoseria*

granulata, *Nitzschia sigmoidea* ve *Gomphonema olivaceum* olduğunu açıklamışlardır. Çalışma sonucunda pennat diyatomelerin sentrik diyatomaomelere göre daha yoğun olduğunu belirtmişlerdir.

Kıvrak ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada Mart-Aralık 2008 tarihlerinde Akarçay'ın bentik diyatomeleri ve bazı fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Çayın başlangıç bölgesinde *Cyclotella meneghiniana*, *Cocconeis placentula*, *Cymatopleura solea*, *Gomphonema parvulum* türlerini yoğun olarak teşhis etmişlerdir. Çayın alt kısmında ise *Nitzschia palea* türünün baskın olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca Akarçay'ın su kalitesini tayin etmek amacıyla EPI-D, SID, TDI ve IDP indekslerini kullanılmışlardır. Bu indekslere göre çayın başlangıç kısımlarıyla ve son kısmı arasında su kalite sınıfının değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Öterler ve ark. (2012), Sazlıdere Deresi'nin alg florasını ve mevsimsel değişimini belirlemek amacıyla çalışma alanı üzerinde belirledikleri 4 istasyondan fitoplankton, epipelik ve epifitik alg örnekleme yapmışlar, çalışma bölgesinin alg florasında Bacillariophyta (33), Chlorophyta (10), Euglenophyta (7) ve Cyanophyta (3) divizyonlarına ait toplam 53 takson belirlemişlerdir. Çalışmada aynı zamanda bazı fizikokimyasal parametrelerin ölçümleri yapılmış, çalışma sonucunda Sazlıdere Deresi'nin fizikokimyasal değerlerine göre su kalitesinin III. ve IV. sınıf kalitede olduğunu tespit etmişlerdir.

Solak ve ark. (2012), Felent Çayı'nda yaptıkları çalışmada topladıkları 41 epilitik diyatome örneğini incelemişler ve toplam 117 takson teşhis etmişlerdir. *Nitzschia*'nın en baskın tür olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmalarında Sládeček indeksi uygulamışlar ve Çay'ın trofik durumunun oligo ile betamesosaprobic seviye arasında olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca kış döneminde tür zenginliğinin daha yoğun olduğunu ifade etmişlerdir.

Tokatlı (2012), çalışmasında Gürleyik Çayı Yukarı Havzası'ndan ilkbahar mevsiminde toplanan epipelik diyatomeleri kullanarak Trofik Diyatome İndeksi (TDI) ve Biyolojik Diyatome İndeksi (BDI) uygulamıştır. Çalışma alanında 45 tür teşhis etmiş, Çay'ın BDI

indeksine göre mezotrofik, TDI indeksine göre ise mezo-ötrofik seviyede olduğunu açıklamıştır.

Çiçek ve Ertan (2015), Köprüçay Nehri'nden 7 farklı istasyonda Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında alınan aylık örneklerle epilitik diyatomelerinin ve akarsuyun fizikokimyasal özellikleri ile mevsimsel dağılımlarını incelemiştir. Köprüçay Nehri'nde Bacillariophyta'dan 119 epilitik diyatome taksonu tespit etmişlerdir. En çok tür sayısına sahip takson olarak *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Gomphonema* olarak tespit etmişlerdir. *Achnanthydium minutissimum*, *Cymbella affinis*, *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *Ulnaria ulna* türlerini sürekli olarak gözlemlemişlerdir. En çok tür sayısını *Nitzschia* taksonundan elde etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında Köprüçay Nehri su kalitesinin diyatomelere göre belirlenmek için Saprobi İndeksi (SI) ve Trofik Diyatome İndeksi (TDI) uygulamışlardır.

Taş ve ark. (2015), Aşağı Melet Irmağı'nda yapmış oldukları araştırmada epipelik diyatomeleri incelemiştir. 2012 yılı Mart-Kasım aylarında her ay periyodik olarak yapılan incelemede toplam 56 takson teşhis etmişlerdir. Çalışma sonucunda *Nitzschia sigmoidea*, *Diatoma vulgare*, *Navicula gregaria*, *Melosira varians* ve *Navicula tripunctata* türleri yaygın olarak bulunmuştur. Melet Irmağı'nın aşağı havzası II-III. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Taş ve Yılmaz (2015), çalışmalarında Cimil Deresi'nin epilitik alglerinin indikatör özelliklerinden yararlanarak derenin ekolojik durumunu açıklamışlardır. Kasım-2010 ve Ağustos-2011 tarihlerinde 4 örnekleme noktasından 5 sınıfa ait toplam 113 takson teşhis etmişlerdir. Cimil Deresi'nde yaygın ve baskın bulunan diyatome türlerinin *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Cocconeis pediculus*, *Cymbella affinis*, *Gomphonema truncatum*, *Gomphonema parvulum*, *Encyonema minutum*, *Hannaea arcus*, *Navicula salinarum*, *Navicula menisculus* ve *Nitzschia palea* olduğunu gözlemlemişlerdir.

Atıcı ve ark. (2016), Seydisuyu Nehri Havzası'nın silis içermeyen algleri incelenmiş ve algal floraları açısından araştırılarak istasyonların sınıflandırılması için elde edilen

biyolojik verilere Kümeleme Analizi uygulamışlardır. Bu çalışmada epilitik, epipelik ve epifitik alg florasını mevsimsel olarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Kümeleme Analizi'ne göre, istatistiksel olarak 5 küme teşhis etmişlerdir.

Atıcı ve Udoh (2016), Adrasan Deresi'nde epilitik, epifitik, epipelik ve planktonik alglerin kirlilik indikatör özelliği olan türleri incelemişlerdir. Adrasan Deresi'nde toplam 115 takson tespit edilmiştir.

Maraşlıoğlu ve ark. (2016), Tersakan Çayı (Samsun-Amasya) epilitik alglerini kullanarak suyun bazı fizikokimyasal parametrelerini kullanmışlar, çalışmada Bacillariophyta üyelerinin hâkim olduğunu açıklamışlardır. *Cyclotella meneghiniana*, *Melosira varians*, *Diatome vulgaris*, *Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *Gomphonema olivaceum*, *Navicula cincta*, *N. cryptocephala*, *N. rhynchocephala*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Nitzschia palea* taksonlarını baskın olarak bulunmuştur.

Morkoyunlu Yüce ve Gönüloğlu (2016), Sakarya Nehri'nde Ekim 2009 - Eylül 2010 tarihleri arasında epilitik diyatome çeşitliliğini incelemişlerdir. *Navicula radiosa*, *Gomphonema olivaceum*, *Craticula cuspidata*, *Nitzschia recta* ve *Rhoicosphaenia abbreviata* türlerinin ise yaygın olarak görüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında İsviçre Diatom İndeksi (DI-CH), Trofik İndeks (TI) ve Saprobik İndeks (SI) indekslerini uygulamışlar ve nehrin su kalite sınıfını belirlemişlerdir.

Ateş ve Ertan (2017), çalışmalarında Pınargözü Kaynağı üzerinden seçilen 3 istasyondan Aralık 2013-Kasım 2014 tarihlerinde aylık örneklemelemlerle alınan kaynak suyunun fizikokimyasal özellikleriyle epilitik diyatome türlerinin dağılımını ve gelişimini araştırmışlardır. Toplam 97 alg taksonu tespit etmişlerdir. Bacillariophyta'nın takson ve birey sayısı bakımından daha baskın olduğu görülmüştür. Pınargözü Kaynağı suyunu epilitik alglere göre az kirlenmiş olarak saptamışlardır.

Maraşlıoğlu ve ark. (2017), Batlama Çayı epilitik algleri üzerine yaptıkları çalışmalarında Bacillariophyta'dan 80, Euglenophyta'dan 3, Cyanobacteria'dan 3, Charophyta'dan 2 ve Chlorophyta'dan 2 olmak üzere toplam 90 takson tespit etmişlerdir. *Encyonema*

minutum, *Ulnaria ulna*, *Cocconeis placentula* ve *Navicula cryptocephala* türlerinin çalışma boyunca dört istasyonun tüm örnekleri arasında en bol bulunan taksonlar olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada ölçülen klorofil-a değerlerine ve epilitik diyatomeleler kullanılarak hesaplanan TDI ve BDI değerlerine göre Batlama Çayı'nın mezotrofik seviyede olduğu ve ayrıca hesaplanan kirlilik indeksi değerlerine göre Batlama Çayı'nın tüm istasyonlarının orta derecede kirli olduğu açıklanmıştır.

Morkoyunlu ve ark (2017), Aliğa Dere, Bostancı Dere, İstanbul Dere ve Orta Dere epilitik alg florasını incelemişlerdir. Araştırmaları sonucunda Aliğa deresinde 10, Bostancı deresinde 14, İstanbul deresinde 22 ve Orta deresinde 12 takson belirlemişlerdir. *Cymbella affinis*, *Cocconeis pediculus*, *Ulnaria ulna* taksonlarını yoğunluğu bol olan türler olarak tespit etmişlerdir.

2.2. Çalışma Bölgesinde Yapılmış Su Kalitesi İle İlgili Önceki Çalışmalar

Çalışma alanını oluşturan Mustafakemalpaşa Çayı ve havzasında su kalitesini belirlemeye yönelik önceki yıllarda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Yapılan önceki çalışmalar da çoğunlukla Çay'daki fizikokimyasal su kalitesini belirlemeye yönelik olmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı; Orhaneli ve Emet Çayları'nın birleşmesinden meydana geldiğinden, Orhaneli ve Emet Çayları'nın jeolojik yapısı ve bu Çay'larda oluşan kirlilik doğrudan Mustafakemalpaşa Çayı'nı etkilemektedir. Bu nedenle her üç Çay'da önceki yıllarda yapılmış su kalitesi çalışmalarından bazıları aşağıda sunulmuştur.

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

Dalkıran (2006), Orhaneli Çayı'nda yaptığı doktora tez çalışmasında Nisan 2001 – Mayıs 2002 tarihleri arasında 6 istasyondan aylık olarak bentik omurgasız ve epilitik diyatome

örneklerini toplamış ve Orhaneli Çayı'nın kirlilik seviyesini tespit etmiştir. Çalışmasında bentik omurgasızların ve epilitik diyatomelerin kullanıldığı metrikleri uygulayıp çayın kirlilik düzeyini belirlemiştir.

Karacaoğlu (2006), Emet Çayı'nda yaptığı doktora tez çalışmasında bentik omurgasızlar ve epipelik diyatomelerin kullanıldığı metrikleri uygulayarak Emet Çayı'nın kirlilik düzeyini belirlemiştir. Bu sonuca göre istatistik olarak Çay'da organik kirlenmenin önemli olmadığı ancak inorganik kirlenmenin daha önemli olduğunu açıklamıştır.

Ünlü ve ark (2011), 2010 yılında Kütahya'nın Emet ilçesinde bulunan çeşitli yeraltı sularından aylık olarak aldıkları su örneklerinde bor ve arsenik değerlerini analiz etmişlerdir. Aylara göre sulardaki yıllık arsenik ve bor kirlilik dağılımlarını kirletici kaynakların etkilerini göz önüne alarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre örneklenen noktalarda ölçülen bor ve arsenik değerlerinin mevsimlere bağlı olarak değiştiği, bu değerlerin bazı örneklemeelerde Türk Standartlarında izin verilen değeri aştığı ifade edilmiştir.

Arslan (2013), yaptığı çalışmada Orhaneli ve Emet Çayları'nın abiyotik (su - sediment) ve bazı biyotik elementlerindeki (bazı omurgasız türleri ve bir balık türü) bor seviyelerini araştırmış ve besin zincirindeki sıralarını göstermiştir. Mevcut çalışma sonuçları her iki akarsuda sudaki bor seviyelerinin hem Türk Standartları sınır değerlerinden, hem de uluslararası standartlarda verilen sınır değerlerden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Her iki akarsu sedimanında belirlenen bor seviyelerinin 18,05 ile 36,7 mg/L arasında değişmekte olduğunu belirtmiştir.

Semiz (2014), Emet, Orhaneli ve Mustafakemalpaşa Çayları'nda sulama suyu açısından bor içeriğini değerlendirmek için bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda Orhaneli Çayı'nın bor içeriği bakımından güvenli olduğunu, ancak Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları'nın 2004 yılından sonra bor içeriğinin arttığını bu yüzden hem insan hem de hayvan sağlığına zarar verebilecek durumda olduğunu açıklamıştır.

Tokatlı ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada Emet Çayı havzasında belirlenen 8 istasyondan mevsimsel olarak su, sediment ve balık örnekleri toplanmıştır. Harmancık krom madenlerinin havzaya olan etkilerini ortaya koymak amacıyla suda bazı limnolojik parametrelerin ölçümü yapılmış, ayrıca su, sediment ve balık dokularında Cr, Ca, Mg, Ni, ve Mn düzeyleri belirlenmiştir. Veriler çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Üç balık türünün kas dokularındaki krom miktarının Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nde verilen 0,15 mg/L sınır değerinden çok daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir. Emet Çayı havzasının Harmancık krom madenlerinin baskısı altında olduğu, maden işletmelerinin havzadaki sucul yaşam ve halk sağlığı için önemli risk faktörü oluşturduğu ifade edilmiştir.

Tokatlı ve ark. (2016), Emet Çayı havzası üzerinde belirledikleri 8 istasyondan mevsimsel olarak su örnekleri almışlar ve bazı limnolojik parametleri kullanarak su kalitesinin mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda havzanın organik kirliliğinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Omwene (2018) tarafından yapılan “Mustafakemalpaşa Çayı Su ve Sediment Kalitesinin İstatistik Teknikleri ve Coğrafik Bilgi Sistemi Analizleri Kullanılarak Değerlendirilmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasında çalışma bölgesinden toplanan su ve sediment örnekleri, ayrıca Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen hidrolojik ve su kalitesi verileri değerlendirilmiştir.

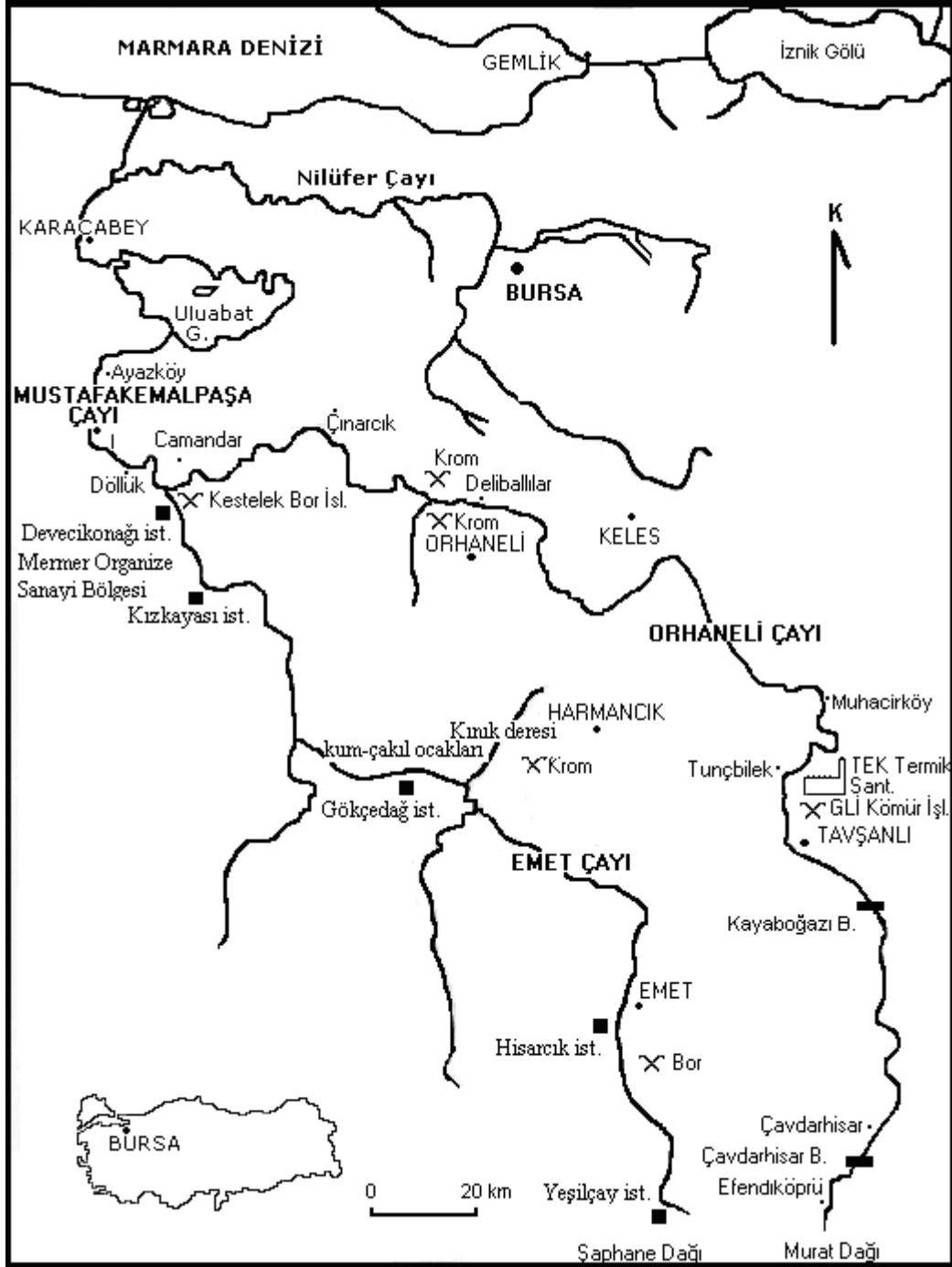
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve örnek alma istasyonları

Çalışma alanını oluşturan Mustafakemalpaşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çay'larının birleşmesinden meydana gelmiş olup Susurluk Havzası içinde bulunan önemli bir su kaynağıdır. Mustafakemalpaşa Çayı'nın kollarından birini oluşturan Orhaneli Çayı, Kütahya İli'nin Çavdarhisar Beldesi'nde Murat Dağı'nın kuzey yamaçlarından doğmakta ve yaklaşık 285 km akış yolu kat etmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı'nın diğer kolunu oluşturan Emet Çayı ise Kütahya ili Gediz İlçesi'nde Şaphane Dağı'nda 1100 m'de doğmakta ve yaklaşık 180 km aktıktan sonra Orhaneli Çayı ile birleşmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı Orhaneli ve Emet Çayları'nın Çamandar Köyü'nde birleşmeleri ile meydana gelmekte ve buradan 40 km sonra güneybatıdan Uluabat Gölü'ne dökülmektedir (Dalkıran 2006). Mustafakemalpaşa Çayı Uluabat Gölü'nü besleyen en önemli su kaynağı olması bakımından da büyük önem taşımaktadır. Uluabat Gölü alt havzası Susurluk Havzası'nın alt havzalarından biridir. Çalışma alanının haritası Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde iki istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlar Çayı'nın membasından mansabına doğru sırasıyla Döllük ve Ayazköy istasyonlarıdır. Döllük istasyonu $39^{\circ} 57' 38.10''$ N – $28^{\circ} 30' 57.48''$ E koordinatlarındadır. Mustafakemalpaşa ilçesinin merkezine yakın olarak bulunan Döllük istasyonu Mustafakemalpaşa Çayı'nın membasında bulunmaktadır. Ayazköy istasyonu ise $40^{\circ} 6' 0.35''$ N – $28^{\circ} 28' 43.75''$ E koordinatlarında olup Mustafakemalpaşa Çayı'nın mansabında yer almaktadır. İstasyonların genel görünüşleri Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanının haritası



Şekil 3.2. Döllük 1.istasyon genel görünümü



Şekil 3.3. Ayazköy 2.istasyon genel görünümü

3.2. Yöntem

3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler

Mustafakemalpaşa Çayı'nda belirlenen iki istasyondan (Döllük ve Ayazköy) Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak su örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizi yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, pH ve çözülmüş oksijen arazide örnek alma esnasında ölçülmüş, ölçümler Lovibond marka multi prob kullanılarak yapılmıştır. Karbonat, bikarbonat, toplam sertlik, askıda katı madde, silisyumdioksit, fosfat fosforu, toplam fosfor ve toplam azot analizleri Bursa Uludağ Üniversitesi Limnoloji Araştırma Laboratuvarı'nda standart yöntemlere göre (Anonim 1998) gerçekleştirilmiştir. Amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, sülfat analizleri için TETRA marka İyon Kromatografi cihazı; demir, bor, arsenik analizleri için Perkin Elmer marka ICP-MS cihazı kullanılmış, adı geçen analizler BUSKİ İçme Suyu Laboratuvarında standart yöntemlere göre (Anonim 1998) yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında Mustafakemalpaşa Çayı'nın Döllük ve Ayazköy istasyonlarından aylık olarak alınmış su örneklerinde yapılmış su analizi sonuçları da, eski ve yeni periyot arasında su kalitesinin karşılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. 2001-2002 yılları arasında yapılan bu arazi çalışması Nurhayat Dalkıran ve Didem Karacaoğlu tarafından gerçekleştirilmiştir. Su sıcaklığı, pH, EC ölçümleri arazi esnasında arazi tipi cihazlar ile gerçekleştirilmiş, ÇO analizi de yine arazi esnasında Winkler metodu ile yapılmıştır. Su analizleri DSİ I. Bölge Müdürlüğü Çevre Laboratuvarı'nda ve Bursa Uludağ Üniversitesi Limnoloji Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmış, analizler titrasyon ve spektrofotometrik metotlarla standart yöntemlere göre (Anonim 1998) gerçekleştirilmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen bazı fizikokimyasal değişkenlerin su kalite sınıfları Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nca yayınlanmış olan 'Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY)'ne göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre değerlendirilmiştir (Anonim 2016).

Çalışmada ölçümü yapılan su analizi sonuçlarına t-testi uygulanmıştır. t-testi SPSS 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2. Epipelik diyatome örneklerinin toplanması, tayini ve sayısı

Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatome örnekleri, Ekim 2016 - Eylül 2017 tarihleri arasında çalışma alanı üzerinde belirlenen iki istasyondan (Döllük ve Ayazköy) aylık olarak toplanan çamur örneklerinde ortaya konmuştur. Belirlenen istasyonlarda sedimanın yüzeyinden pipet yardımıyla 50 ml'lik cam şişelere çamur örnekleri alınmıştır. Aynı gün içinde labotaruvara getirilen çamur örneklerinden 10 ml'lik kısmına %4'lük formaldehit çözeltisi konularak tespit edilmiştir. Numunenin 20 ml'lik kısmına "Soğuk Asit Permanganat Yöntemi" uygulanarak organik materyalden uzaklaştırılmış ve diyatome früstülleri elde edilerek teşhisi gerçekleştirilmiştir (Kelly ve ark. 2001).

Bu tez çalışmasında ayrıca Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında Mustafakemalpaşa Çayı'nın Döllük ve Ayazköy istasyonlarında aylık olarak gerçekleştirilmiş arazi çalışması esnasında toplanan epipelik diyatome örnekleri de kullanılmıştır. Böylece eski ve yeni periyot arasında epipelik diyatome florasının karşılaştırılması da yapılmıştır. 2001-2002 yılları arasında yapılan bu arazi çalışması Nurhayat Dalkıran ve Didem Karacaoğlu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmacılar kendi doktora tez çalışmaları esnasında Orhaneli ve Emet Çay'larında arazi çalışması yaparlarken, Mustafakemalpaşa Çayı'ndan da örnekleme yapmışlardır (Dalkıran 2006, Karacaoğlu 2006). Ancak adı geçen araştırmacılar tarafından toplanan epipelik diyatome örnekleri bu zamana kadar değerlendirilmemiştir. Örneklerin alındığı dönemde epipelik diyatome örneklerinin organik materyalden uzaklaştırılması ve diyatome früstüllerinin elde edilmesi sağlanmış, bu amaçla örnekler derişik nitrik asit-sülfirik asit ile kaynatılarak muamele edilmişlerdir. Bu yöntem ile örnekler uzun yıllar bozulmadan muhafaza edilmişlerdir.

Asitle muamele edilen ve saf su ile asitten uzaklaştırılan örnekten homojen karışım elde edilerek mikro pipet yardımıyla 0,05 ml hacimde alınarak lam üzerine damlatılarak kurutulmuş ve entellan kullanılarak daimi preperat haline getirilmiştir. Her örnek için üç daimi preperat hazırlanmış, her preperattan örneğin yoğunluğuna göre 300-600 diyatome

kabuğu olacak şekilde sayım yapılmıştır. Epipelik diyatomelerin tür teşhislerinde farklı kaynaklardan yararlanılmış, bu kaynaklar Hustedt (1930), Patrick ve Reimer (1966, 1975), Round ve ark. (1990) ve Krammer ve Lange-Bertalot (1991a, 1991b, 1997a, 1997b) olmuştur. Epipelik diyatome türlerinin teşhisi NIKON marka mikroskopta 10x100'lük büyütmede gerçekleştirilmiştir. Diyatomelerin güncel isimleri <http://www.algaebase.org> sitesinden kontrol edilmiştir (Guiry ve Guiry 2019).

Çalışmada her iki periyotta da her bir örneklemede kaydedilen taksonlara ait nisbi bolluk değerleri hesaplanmıştır. Epipelik diyatomelerin nisbi bollukları, her taksonun o örneklemede sayılan toplam organizma sayısına oranının yüz ile çarpılması ile bulunmuştur. Takson zenginliği her bir örneklemede kaydedilen diyatome takson sayısını ifade eder. Kirliliğin artmasıyla birçok tür stres koşullarında bulunacağı için takson sayısının azalması beklenir. Çalışmada her bir örnekleme için diyatome takson zenginliği değerleri belirlenmiştir. Ayrıca çalışmanın her iki örnekleme periyodunda tespit edilen epipelik diyatomelerin nispi frekansları (tekerrür oranları, sıklık ya da % oranları) da hesaplanmıştır.

3.2.3. Trofik diyatome indeksi (TDI)

Kelly ve Whitton adlı araştırmacılar ilk kez 1995 yılında organik kirliliğin yoğun olduğu yerlerde, ötrofikasyonun etkilerini diğer etkilerden ayırmak zor olduğu için TDI İndeksini geliştirmişlerdir. Epipelik diyatomelerin kirliliğe gösterdikleri tolerans Trofik Diyatome İndeksi (TDI) ile belirlenmiştir. Zelinka ve Marvan (1961)'ın ağırlıklı ortalama eşitliği temeline dayanmakta olan TDI aşağıdaki formüllere göre hesaplanmaktadır;

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

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

WMS değeri taksonların "ağırlıklı ortalama hassasiyetini" göstermektedir. WMS değeri 1 ve 5 arasında değişmektedir. 1 çok düşük nutrient konsantrasyonuna sahip bölgeler için, 5 çok yüksek nutrient konsantrasyonuna sahip bölgeler için kullanılmaktadır. WMS değerinin hesaplanmasında kullanılan formülde A_j değeri örnekteki j türüne ait valvelerin

bolluğu veya oranını; S_j değeri j türünün kirlilik hassasiyetini (1-5 arasında değişmektedir); V_j değeri ise türlerin indikatör değerini (1-3 arasında değişmektedir) göstermektedir. Türlerin hassasiyet değerleri (s) ; 1 ise çok düşük nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler, 2 ise düşük nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler, 3 ise orta derecede nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler, 4 ise yüksek nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler, 5 ise çok yüksek nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler olarak belirlenmiştir.

WMS değerinin 0 ile 100 arasında bir skalada ifade edilmesi ile TDI değeri hesaplanmaktadır. Hesaplanan TDI değeri 35 in altında ise I. sınıf yüksek kalitede ve oligotrofik seviyede, TDI değeri 35 ile 50 arasında olan sular II. sınıf iyi kalitede ve oligo-mezotrofik seviyede, 50-60 olan TDI değeri III. sınıf orta kalitede ve mezotrofik seviyede, 60 ile 75 arasında olan TDI değeri IV. sınıf kötü kalitede ve ötrofik seviyede, TDI değeri 75 in üzerinde olan sular V. sınıf zayıf kalitede ve hipertrofik seviyede olduğu belirlenmektedir (Kelly ve Whitton 1995).

4. BULGULAR

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Mustafakemalpaşa Çayı'nda iki farklı örnekleme periyodunda (2001-2002 ve 2016-2017) ölçülen fizikokimyasal değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ile bu değerlerin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim 2016)'nde karşılık gelen su kalite sınıfları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir. Su kalite sınıfları fizikokimyasal ölçüm sonuçlarının yıllık ortalama değerlerine göre belirlenmiştir.

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 $8,35\pm 0,15$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki örnekleme periyodunda pH değerlerine bakılarak YSKY (Anonim 2016)'ye göre I.sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

Yıllık ortalama EC değerleri 2001-2002 periyodunda $620,11\pm 122,67$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2016-2017 periyodunda ise $639,225\pm 154,28$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. YSKY (Anonim 2016)'ye göre yıllık ortalama EC değerleri Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki örnekleme periyodunda II. sınıf su kalite sınıfı içinde olduğunu göstermektedir.

Çalışma dönemi boyunca 2001-2002 periyodunda ölçülen ÇO değerlerinin yıllık ortalaması $11,04\pm 3,09$ mg/L olarak, 2016-2017 periyodunda ise $9,64\pm 2,68$ mg/L olarak bulunmuştur. YSKY (Anonim 2016)'ye göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki örnekleme periyodunda yıllık ortalama ÇO değerlerine göre I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

2001-2002 periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri 117 ± 210 $\mu\text{g}/\text{L}$, 2016-2017 periyodunda ölçülen yıllık ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri ise $202,77\pm 285,75$ $\mu\text{g}/\text{L}$ olarak kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016)'ye göre yıllık ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerine göre 2001-2002 periyodunun I. sınıf, 2016-2017 periyodunun ise II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 örnekleme periyodunda ölçülen su analizi sonuçları ve bu değerlerin YSKY (Anonim 2016) yönetmeliğine göre değerlendirilmesi

Değişken	min.- maks. (yıllık ort.±St.Sapma)	YSKY (Anonim 2016)'ya göre su kalite sınıfı
T (°C)	6,5-28,7 (16±7,29)	-
pH	7,72-8,9 (8,32±0,23)	I.sınıf
EC (µS/cm)	385-820 (620,11±122,67)	II.sınıf
ÇO (mg/L)	6,1-23,88 (11,04±3,09)	I.sınıf
HCO ₃ (mg/L)	102-318,57 (186,74±52,64)	-
CO ₃ (mg/L)	0-99,2 (22,77±27,43)	-
TH (F°)	141-446 (297,36±72,05)	-
NH ₄ -N (µg/L)	0,7-740 (117±210)	I.sınıf
NO ₂ -N (µg/L)	3-112 (18,5±23)	-
NO ₃ -N (µg/L)	140-10050 (2339±2390)	I.sınıf
PO ₄ -P (µg/L)	0-858 (194±230)	III.sınıf
SO ₄ (mg/L)	46-229,5 (110,82±50,64)	-
SiO ₂ (mg/L)	0,77-3,53 (2,36±0,84)	MAK üstünde YO üstünde
TP (µg/L)	455,2-19690 (3440±4880)	IV.sınıf
TN (µg/L)	2525-12800 (4979,5±3180)	II.sınıf
AKM (mg/L)	6-446 (93,65±126,36)	-
Fe (µg/L)	32-4550 (665,2±1123,54)	MAK üstünde YO üstünde
B (mg/L)	0,019-2,66 (0,76±0,74)	MAK altında YO üstünde
As (µg/L)	5-110 (50,17±33,53)	YO altında

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

Çizelge 4.2. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen su analizleri sonuçları ve bu değerlerin YSKY (Anonim 2016) yönetmeliğine göre değerlendirilmesi

Değişken	min.- maks. (yıllık ort.±St.Sapma)	YSKY (Anonim 2016)'ya göre su kalite sınıfı
T (°C)	5,67-24,5 (14,71±6,37)	-
pH	8,02-8,66 (8,35±0,15)	I.sınıf
EC (µS/cm)	340-845 (639,225±154,28)	II.sınıf
ÇO (mg/L)	4,1-15,2 (9,64±2,68)	I.sınıf
HCO ₃ (mg/L)	94,55-408,7 (210,91±101,83)	-
CO ₃ (mg/L)	9,6-91,2 (30,7±18,04)	-
TH (F°)	10-37,6 (21,16±8,45)	-
NH ₄ -N (µg/L)	13,64-1116,28 (202,77±285,75)	II.sınıf
NO ₂ -N (µg/L)	3,04-93,13 (27,84±31,25)	-
NO ₃ -N (µg/L)	197,67-1176,07 (534,98±242,02)	I.sınıf
PO ₄ -P (µg/L)	51,54-267,61 (123,28±60,73)	II.sınıf
SO ₄ (mg/L)	33,41-149,04 (93,88±35,97)	-
SiO ₂ (mg/L)	0,43-1,12 (0,66±0,15)	YO altında
TP (µg/L)	117,60-355,17 (202,74±65,13)	III.sınıf
TN (µg/L)	702,55-2605,85 (1498,65±477,95)	I.sınıf
AKM (mg/L)	0,3-141,8 (19,14±30,91)	-
Fe (µg/L)	146,61-2865,14 (793,89±873,98)	MAK üstünde YO üstünde
B (mg/L)	1,31-20,86 (9,32±6,32)	MAK üstünde YO üstünde
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

NO₃-N değerlerinin 2001-2002 periyodunda yıllık ortalaması 2339±2390 µg/L, 2016-2017 periyodunda 534,98±242,02 µg/L olarak bulunmuştur. Bu değerler Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki örnekleme periyodunda YSKY (Anonim 2016)'ye göre I.sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 periyodunda ölçülen PO₄-P değerlerinin yıllık ortalaması 194±230 µg/L, 2016-2017 periyodunda ölçülen PO₄-P değerlerinin yıllık ortalaması 123,28±60,73 µg/L olarak kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016)'ye göre bu değerler Mustafakemalpaşa Çayı'nın 2001-2002 periyodunda III. sınıf su kalitesinde, 2016-2017 periyodunda ise II. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın 2001-2002 periyodunda ölçülen yıllık ortalama SiO₂ değerlerinin (2,36±0,84 mg/l) YSKY (Anonim 2016)'nde izin verilen yıllık ortalamanın ve maksimum çevresel kalite standartı değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. 2016-2017 periyoduna ait yıllık ortalama SiO₂ değerlerinin ise (0,66±0,15 mg/l) YSKY (Anonim 2016)'nde izin verilen yıllık ortalama çevresel kalite standartı değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

TP değerlerinin 2001-2002 örneklemesinde ölçülen yıllık ortalaması 3440±4880 µg/L olarak bulunmuştur. YSKY (Anonim 2016)'ye göre bu değerler çalışma alanının IV. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir. 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama TP değeri ise 202,74±65,13 µg/L olarak kaydedilmiş ve bu değerlere göre Çay'ın III. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

2001-2002 periyodunda ölçülen TN değeri yıllık ortalaması 4979,5±3180 µg/L olarak bulunmuştur. Bu değerler YSKY (Anonim 2016)'ye göre Çay'ın II. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir. 2016-2017 periyodunda ölçülen yıllık ortalama TN değerleri 1498,65±477,95 µg/L olup bu değerler YSKY (Anonim 2016)'ye göre I. sınıf kalitesini işaret etmektedir.

Fe değerlerinin 2001-2002 örneklemesinde ölçülen yıllık ortalama değerleri 665,2±1123,54 µg/L, 2016-2017 periyodunda ölçülen yıllık ortalama değerleri ise 793,89±873,98 µg/L olmuştur. Bu değerlere göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki

periyodunda da YSKY (Anonim 2016)'nde izin verilen yıllık ortalamanın ve yıllık maksimum çevresel kalite standartının üzerinde olduğu belirlenmiştir.

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)'nde izin verilen yıllık ortalama değer üzerinde bulunmuş ancak bu yönetmelikte izin verilen yıllık maksimum değer altında tespit edilmiştir. 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama bor derişimleri ise YSKY (Anonim 2016)'da izin verilen yıllık ortalamanın ve yıllık maksimum değer üzerinde bulunmuştur.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen yıllık ortalama As değeri 2001-2002 örnekleme periyodunda $50,17 \pm 33,53$ µg/L olup bu değerlere göre YSKY (Anonim 2016)'nde izin verilen yıllık ortalama değer üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir. 2016-2017 periyodunda ise yıllık ortalama Arsenik değeri $85,55 \pm 47,71$ µg/L olarak bulunmuş, YSKY (Anonim 2016)'nde izin verilen yıllık ortalamanın ve yıllık maksimum çevresel kalite standartının üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada ölçülen çevresel değişkenlerin istasyonlar arasında ve farklı iki örnekleme periyodunda anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için t-testi uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan t-testi sonuçlarına göre 2001-2002 periyodunda ölçülen çevresel değişkenler Döllük ve Ayazköy istasyonları arasında anlamlı farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). 2016-2017 periyodunda ölçülen çevresel değişkenlerden PO_4-P ($t = -4,097$; $p: 0,001$), TP ($t = -3,260$; $p: 0,004$), NO_2-N ($t = -3,120$; $p: 0,007$), NH_4-N ($t = -3,691$; $p: 0,004$) istasyonlar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Ölçülen çevresel değişkenlerden SiO_2 , AKM, TH, TP, TN, NO_3-N , B ve As ise çalışmanın iki farklı örnekleme periyodu arasında anlamlı farklılık göstermişlerdir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. 2001-2002 ve 2016-2017 örnekleme periyodunun t testi ile karşılaştırılması

<i>t</i> -testi	<i>t</i>	<i>p</i>
SiO ₂	10,064	0,000
AKM	2,574	0,018
TH	3,9	0,000
TP	2,437	0,029
TN	3,444	0,007
NO ₃ -N	3,963	0,000
B	6,580	0,000
As	2,708	0,01

4.2. Biyolojik Bulgular

4.2.1. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomeleleri ve mevsimsel değişimi

Mustafakemalpaşa Çayı'nda iki farklı örnekleme periyodunda (Nisan 2001 – Mayıs 2002 ve Ekim 2016 - Eylül 2017) yapılan incelemeler sonucunda çalışma bölgesinin epipelik diyatome florası ortaya konmuştur. 2001-2002 periyodunda yapılan 14 aylık örneklemede Bacillariophyta divizyonundan 40 cinse ait toplam 100 takson tespit edilmiş olup, bu taksonlardan 97'si Bacillariophyceae, 2'si Mediophyceae ve 1'i Coscinodiscophyceae sınıfına ait bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda yapılan 12 aylık örneklemede ise Bacillariophyta divizyonundan 31 cinse ait toplam 63 takson tespit edilmiş, bu taksonlardan 61'i Bacillariophyceae sınıfına, 1'er takson ise Mediophyceae ve Coscinodiscophyceae sınıflarına ait bulunmuştur. 2001-2002 örnekleme periyodunda epipelik diyatomelelerden 40 cins belirlenmiş, çalışmada tespit edilen taksonlar sırasıyla en fazla *Nitzschia* (16 takson), *Navicula* (9 takson), *Cymbella* (8 takson), *Gomphonema* ve *Surirella* (5'er takson), *Caloneis*, *Cocconeis*, *Tryblionella* ve *Ulnaria* (4'er takson) cinslerine ait bulunmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda ise epipelik diyatomelelerden 31 cins belirlenmiş, en çok takson sayısı *Nitzschia* (8 takson), *Ulnaria* (6 takson), *Cymbella* ve *Gomphonema* (5'er takson), *Navicula* (4 takson) cinslerine ait

olmuştur. Takson listesi Çizelge 4.4’de, çalışmada tespit edilen epipelik diyatomelerin tekerrür oranları ise Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin takson listesi ve var yok datası

Örnekleme periyodu	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>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	+	-
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	+	+
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> var <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	+	+
<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann C	+	-
<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</i> sp.	+	+
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	+	-
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	+	-
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M. Williams	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler	-	+
<i>Encyonema cespitosum</i> Kützing	+	-

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin takson listesi ve var yok datası (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002	2016-2017
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	+	+
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	+	+
<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing	+	+
<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 angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	-
<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>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	-	+
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	+	+
<i>Iconella spiralis</i> (Kützing) E.C.Ruck & T.Nakov	+	-
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory) Ruck & Nakov	+	-
<i>Lemnicola exigua</i> (Grunow) Kulikovskiy, Witkowski & Plinski	-	+
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	+	-
<i>Navicula antonii</i> U.Rumrich	+	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	+	-
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	-
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+	+
<i>Navicula phyllepta</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	+	-

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin takson listesi ve var yok datası (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002	2016-2017
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	+	+
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	+	+
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	+	+
<i>Nitzschia incurva</i> var. <i>lorenziana</i> R.Ross	+	-
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	+	-
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	+	+
<i>Nitzschia obtusa</i> W.Smith	+	-
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	+	+
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	+	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	+	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	+	+
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	+	-
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Placoneis elginensis</i> (W.Gregory) E.J.Cox	+	-
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	+	+
<i>Platessa salinarum</i> (Grunow) Lange-Bertalot	+	-
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) E.Morales	+	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+	+
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Müller	+	+
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) DGMann	+	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	+	-
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	+	-
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	+	-
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	+	-
<i>Surirella amphioxys</i> W.Smith	+	-
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	+	+
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing	+	+
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	+	-
<i>Surirella angusta</i> Kützing	+	+
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	+	+
<i>Tryblionella hantzschiana</i> Grunow	+	-
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	+	-
<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelletan	+	-
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	+	+

Çizelge 4.4. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin takson listesi ve var yok datası (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002	2016-2017
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	+	+
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg)	-	+
<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	+	+
Class: Coscinodiscophyceae		
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	+	+

Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin tekerrür oranları

Örnekleme periyodu	2001-2002		2016-2017	
	Döllük	Ayazköy	Döllük	Ayazköy
Örnek alma istasyonları				
Alınan örnek sayısı	14	14	12	12
<i>Achnanthes minutissimum</i> (Kützing) Czarniecki	100	78,571	75	91,667
<i>Amphiptera pellucida</i> (Kützing) Kützing	0	0	25	8,3333
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	100	64,286	91,667	58,333
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	92,857	78,571	91,667	83,333
<i>Caloneis amphibaena</i> (Bory) Cleve	50	7,142	8,3333	0
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	7,1429	0	0	0
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve	7,1429	7,142	0	0
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	21,429	0	0	0
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	0	7,142	16,667	8,3333
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	100	71,429	91,667	100
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	78,571	50	75	91,667
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	21,429	21,429	16,667	0
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	0	7,1429	50	25
<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann C	0	7,1429	0	0
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Héribaud-Joseph	35,714	35,714	0	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	57,143	71,429	91,667	91,667
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	42,857	28,571	0	8,3333
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	64,286	78,571	50	83,333
<i>Cymbella affiniformis</i> Krammer	14,286	0	0	0
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	92,857	57,143	83,333	91,667
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	21,429	14,286	58,333	58,333
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	0	7,1429	0	0
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	7,1429	0	58,333	33,333
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh	42,857	7,1429	58,333	8,3333
<i>Cymbella</i> sp.	7,1429	7,1429	25	8,3333
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	28,571	7,1429	0	0
<i>Cymboplectura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	7,1429	0	0	0
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	85,714	71,429	83,333	66,667
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	78,571	85,714	83,333	58,333
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler	0	0	25	25

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

Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin tekerrür oranları (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002		2016-2017	
	Döllük	Ayazköy	Döllük	Ayazköy
Örnek alma istasyonları				
Alınan örnek sayısı	14	14	12	12
<i>Encyonema cespitosum</i> Kützing	14,286	21,429	0	0
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	0	7,1429	16,667	0
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	28,571	14,286	8,3333	8,3333
<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing	0	14,286	16,667	8,3333
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	7,1429	14,286	8,3333	0
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G.Mann	57,143	57,143	0	0
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	42,857	28,571	16,667	0
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	21,429	28,571	0	0
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	28,571	21,429	0	0
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	14,286	21,429	0	0
<i>Gomphonema calcareum</i> Cleve	28,571	21,429	91,667	75
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0	0	16,667	33,333
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Homemann) Brébisson	78,571	78,571	75	75
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	50	71,429	25	50
<i>Gomphonema</i> sp.	0	7,1429	0	0
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	0	0	8,3333	0
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	71,429	57,143	50	41,667
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	21,429	21,429	33,333	8,3333
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	14,286	7,1429	0	8,3333
<i>Iconella spiralis</i> (Kützing) E.C.Ruck & T.Nakov	0	7,1429	0	0
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory) Ruck & Nakov	35,714	14,286	0	0
<i>Lemnicola exigua</i> (Grunow) Kulikovskiy, Witkowski & Plinski	0	0	33,333	66,667
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	7,1429	0	16,667	16,667
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	92,857	57,143	83,333	91,667
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	21,429	14,286	0	0
<i>Navicula antonii</i> U.Rumrich	7,1429	7,1429	0	0
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	85,714	92,857	0	0
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	7,1429	0	0	0
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	71,429	57,143	16,667	8,3333
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	21,429	14,286	50	33,333

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

Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin tekerrür oranları (devamı)

Örnekleme periyodu	2001-2002		2016-2017	
	Döllük	Ayazköy	Döllük	Ayazköy
Alınan örnek sayısı	14	14	12	12
<i>Navicula schroeteri</i> F.Meister	14,286	14,286	0	0
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	85,714	64,286	91,667	91,667
<i>Navicula veneta</i> Kützing	50	57,143	91,667	100
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	50	21,429	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	28,571	14,286	0	0
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	57,143	78,571	66,667	83,333
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	28,571	21,429	0	0
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	71,429	71,429	50	50
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	7,1429	14,286	33,333	41,667
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	85,714	92,857	83,333	91,667
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	85,714	85,714	25	66,667
<i>Nitzschia incurva</i> var. <i>lorenziana</i> R.Ross	14,286	0	0	0
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	14,286	14,286	0	0
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	50	42,857	75	50
<i>Nitzschia obtusa</i> W.Smith	0	7,1429	0	0
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	78,571	64,286	33,333	50
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	21,429	21,429	0	0
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	42,857	14,286	0	0
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	71,429	35,714	75	66,667
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	14,286	7,1429	0	0
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	78,571	28,571	66,667	58,333
<i>Placoneis elginensis</i> (W.Gregory) E.J.Cox	7,1429	7,1429	0	0
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	57,143	57,143	50	41,667
<i>Platessa salinarum</i> (Grunow) Lange-Bertalot	71,429	78,571	0	0
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) E.Morales	0	14,286	0	0
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	100	71,429	83,333	100
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Müller	35,714	7,1429	16,667	0
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) DGMann	42,857	64,286	0	0
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	71,429	71,429	0	0
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	0	7,1429	0	0
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	0	7,1429	0	0

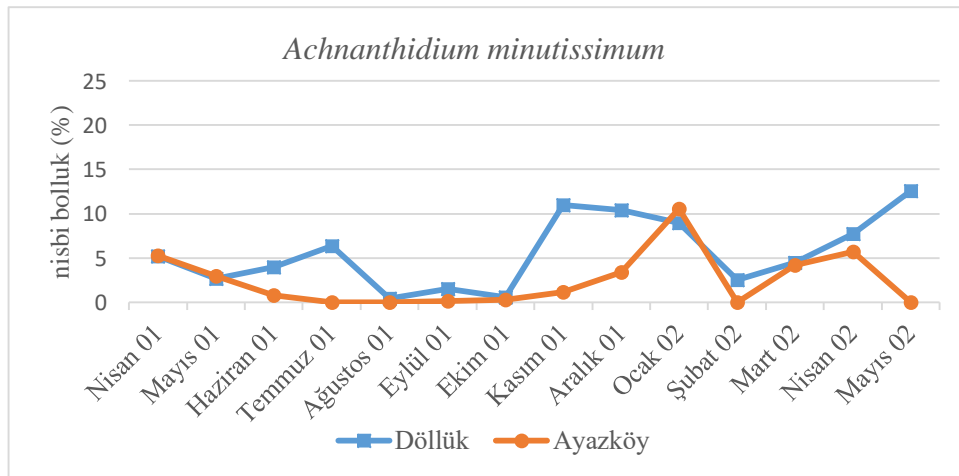
(% 100-81 Devamlı mevcut, %80-61 Çoğunlukla mevcut, %60-41 Ekseriya mevcut, %40-21 Bazan mevcut, %20-1 Nadiren mevcut)

Çizelge 4.5. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatomelerinin tekerrür oranları (devamı)

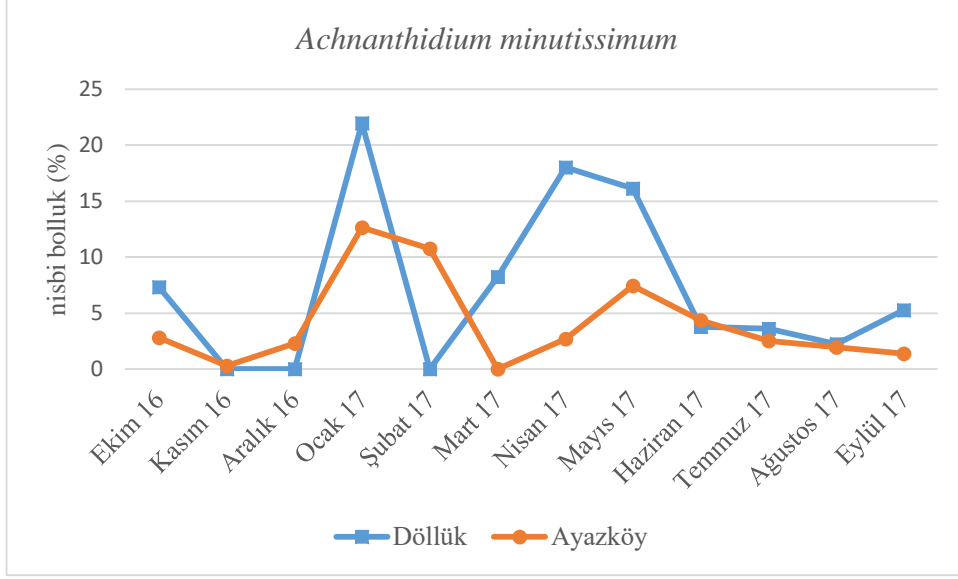
Örnekleme periyodu	2001-2002		2016-2017	
	Döllük	Ayazköy	Döllük	Ayazköy
Alınan örnek sayısı	14	14	12	12
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	7,1429	7,1429	0	0
<i>Surirella amphioxys</i> W.Smith	14,286	0	0	0
<i>Surirella angusta</i> Kützing	71,429	64,286	58,333	41,667
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	0	7,1429	33,333	58,333
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing	64,286	57,143	8,3333	0
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	7,1429	7,1429	0	0
<i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory	100	71,429	58,333	58,333
<i>Tryblionella hantzschiana</i> Grunow	28,571	14,286	0	0
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	35,714	21,429	0	0
<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelletan	7,1429	0	0	0
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	21,429	7,1429	33,333	33,333

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

Epipelik diyatome florasında tekerrür oranları ve nisbi bolluk değerleri bakımından önemli bulunan taksonlardan biri *Achnantheidium minutissimum*'dur. Bu türün her iki örnekleme periyodunda tekerrür oranları % 75 ile % 100 arasında değişmiştir. 2016-2017 periyodunda % 22'lere ulaşan nisbi bolluk değeri, 2001-2002 periyodunda en fazla % 12,5 olarak kaydedilmiştir. Bu takson her iki örnekleme periyodunda da en yüksek nisbi bolluk değerine Döllük istasyonunda ulaşmıştır (Şekil 4.1, Şekil 4.2).

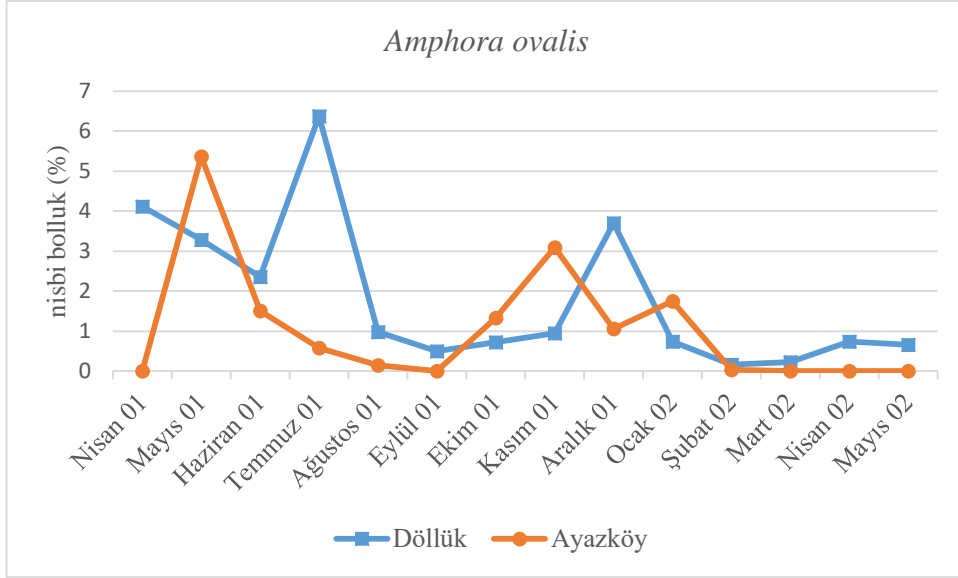


Şekil 4.1. *Achnantheidium minutissimum*'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

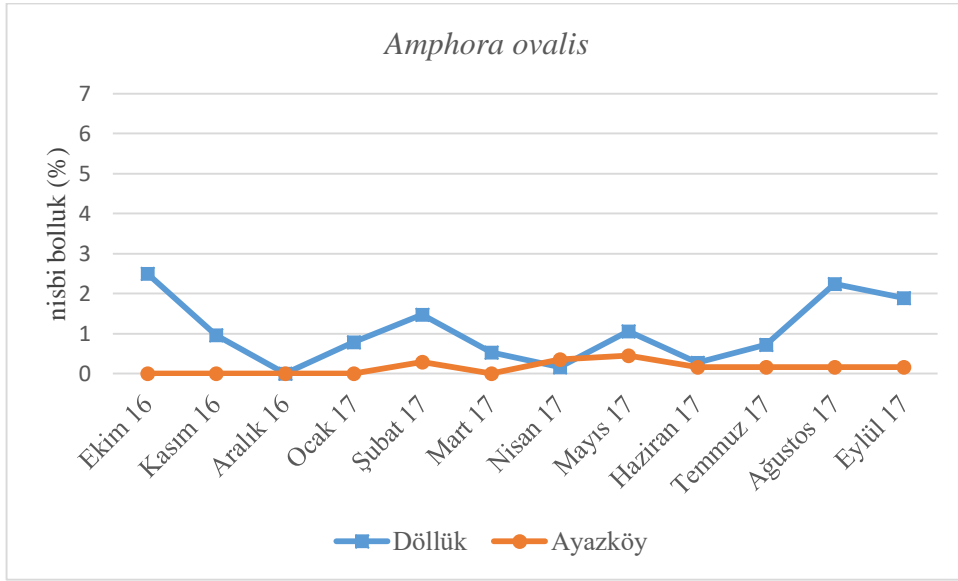


Şekil 4.2. *Achnanthidium minutissimum*'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

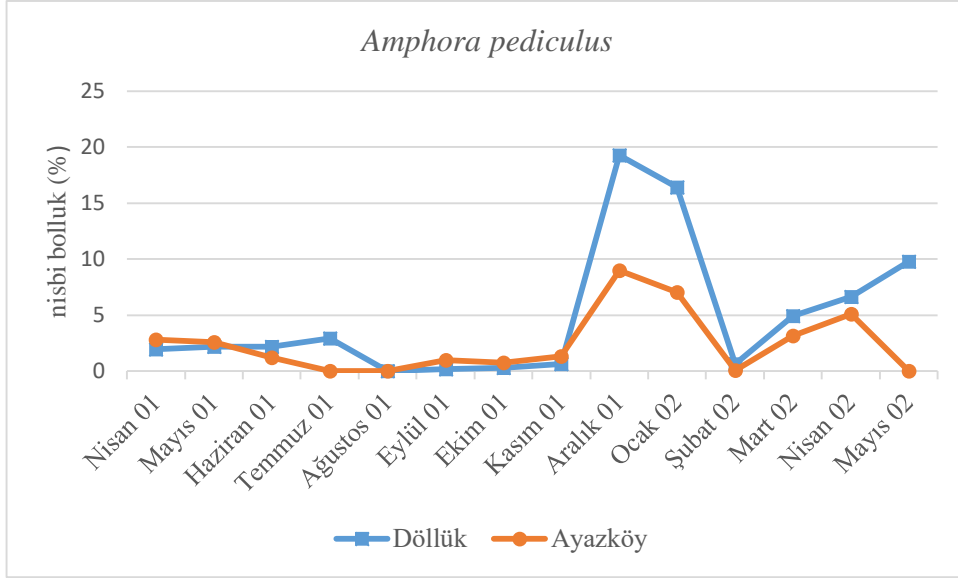
Amphora cinsine ait 2 takson tespit edilmiştir. *Amphora ovalis* türü her iki örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda devamlı mevcut bulunmuştur. Bu tür Ayazköy istasyonunda 2001-2002 periyodunda çoğunlukla mevcut iken, 2016-2017 periyodunda ekseriya mevcut olmuştur. Türün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda % 6,4 olarak Döllük istasyonunda kaydedilmiş, 2016-2017 periyodunda ise nisbi bolluk değerleri düşerek en fazla % 2.5 olarak Döllük istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 4.3., Şekil 4.4). *Amphora pediculus* türü 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut iken, diğer tüm örnekleme periyodlarında devamlı mevcut bulunmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda oldukça yüksek olup Döllük istasyonunda Aralık ve Ocak örnekleme periyodlarında sırasıyla % 19,3 ve % 16,4 değerine ulaşmıştır. Aynı türün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk değerleri önemli ölçüde azalmış, en yüksek nisbi bolluk değeri % 4,2 değerinin üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.5., Şekil 4.6.).



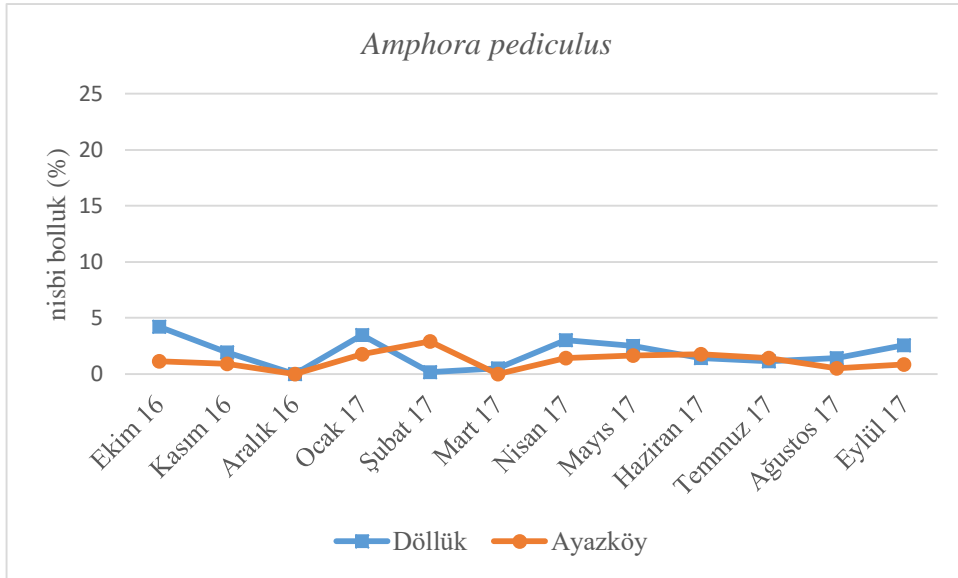
Şekil 4.3. *Amphora ovalis*'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.4. *Amphora ovalis*'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.5. *Amphora pediculus*'ün 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



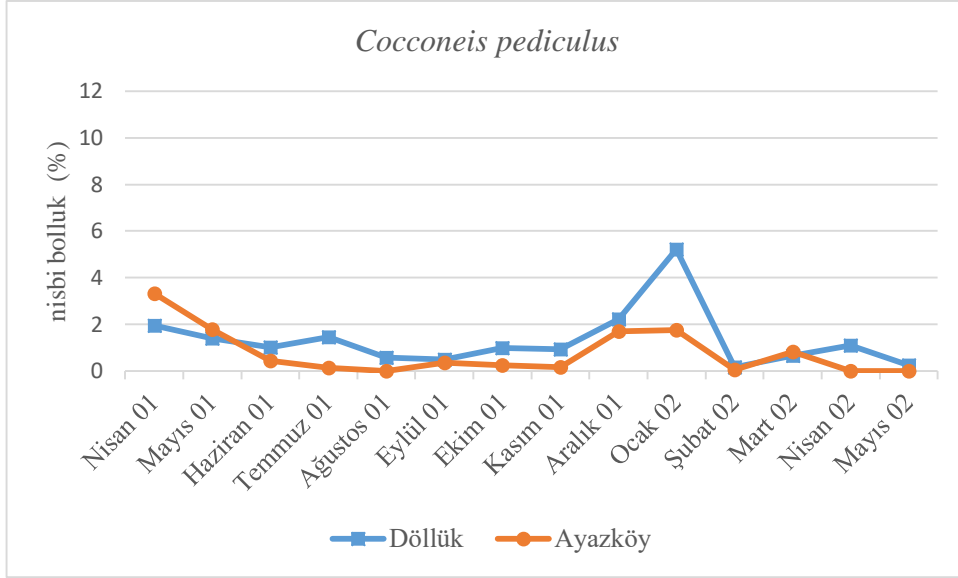
Şekil 4.6. *Amphora pediculus*'ün 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Caloneis cinsine ait tespit edilen 4 taksondan (*Caloneis amphisbaena*, *Caloneis bacillum*, *Caloneis permagna*, *Caloneis silicula*) her iki örnekleme periyodunda kaydedilen tek tür *Caloneis amphisbaena* olmuştur. Bu tür 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda nadiren mevcut bulunmuş, 2016-2017 periyodunda ise sadece Döllük istasyonunda kaydedilmiş ve nadiren mevcut olmuştur.

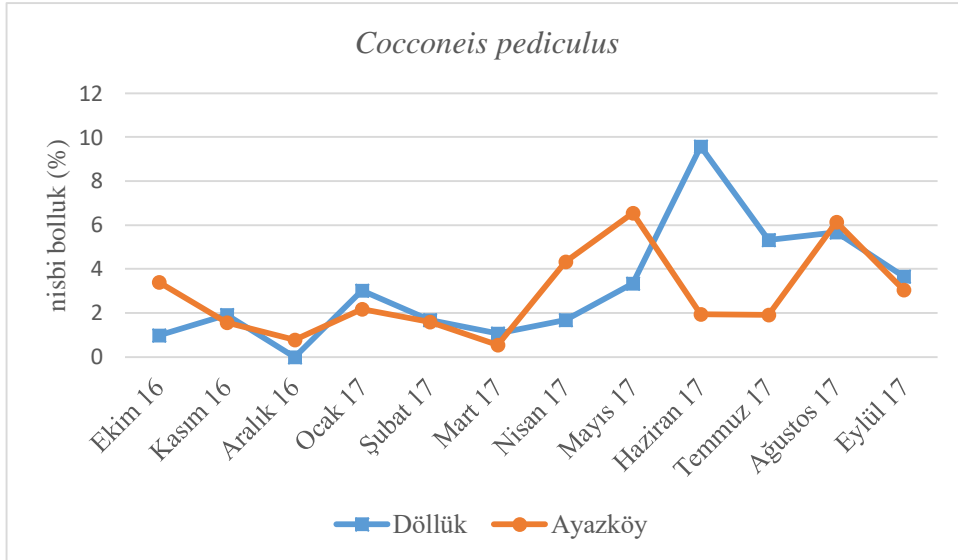
Türün nisbi bolluk değerleri hiçbir örneklemede %1'in üstüne çıkmamıştır. Sadece 2001-2002 periyodunda tespit edilen taksonlardan *Caloneis bacillum* ve *Caloneis permagna* nadiren mevcut, *Caloneis silicula* ise bazen mevcut olarak kaydedilmiş, bu taksonlar da nisbi bollukları yönünden önemli bulunmamışlardır.

Cocconeis cinsine ait dört takson belirlenmiştir. *Cocconeis pediculus* türü her iki örnekleme periyodunda yüksek tekerrür oranlarına sahip bulunmuştur. Bu tür sadece 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuş, diğer örnekleme periyodlarında devamlı mevcut bulunmuştur. Ancak nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda da düşük bulunmuş, 2001-2002 periyodunda % 5,2, 2016-2017 periyodunda ise % 9,5 değerinin üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.7., Şekil 4.8.).

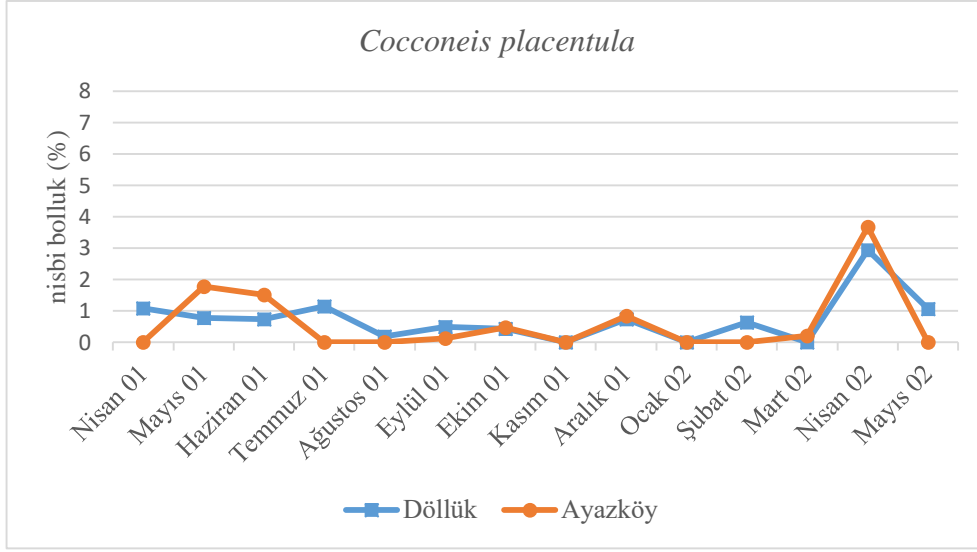
Cocconeis placentula türü Döllük istasyonunda her iki örnekleme periyodunda çoğunlukla mevcut iken, Ayazköy istasyonunda 2001-2002 periyodunda ekseriya mevcut, 2016-2017 periyodunda devamlı mevcut olmuştur. Bu türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda en fazla %3,7 olarak bulunmuşken, 2016-2017 periyodunda en fazla % 6,8 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.9., Şekil 4.10.). *Cocconeis placentula* var. *euglypta* 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda bazen mevcut, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda nadiren mevcut olmuştur. *Cocconeis lineata* türü kaydedildiği tüm istasyonlarda nadiren mevcut bulunmuştur. Her iki taksonun nisbi bolluk değerleri çalışma boyunca en fazla %3'ün üstüne çıkmamıştır.



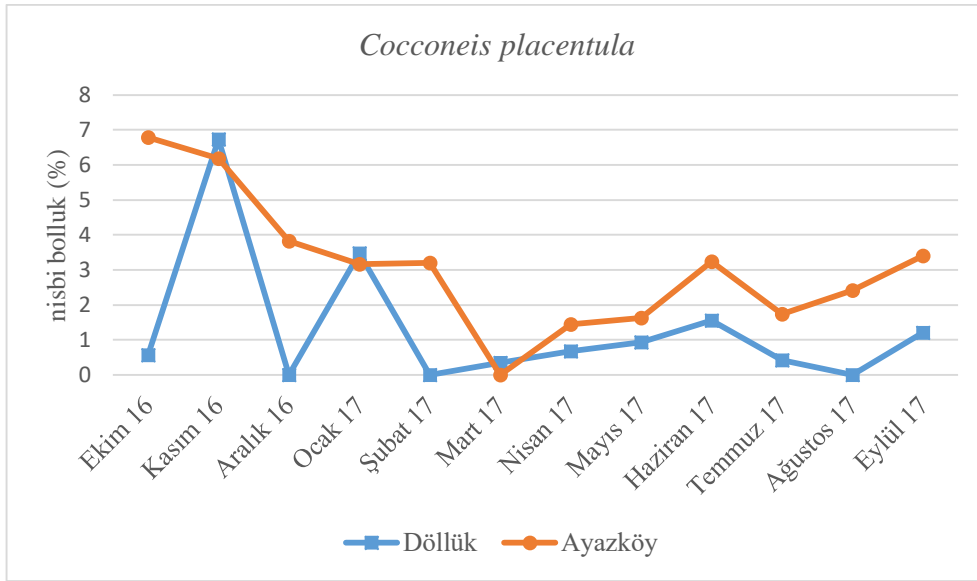
Şekil 4.7. *Cocconeis pediculus*'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.8. *Cocconeis pediculus*'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



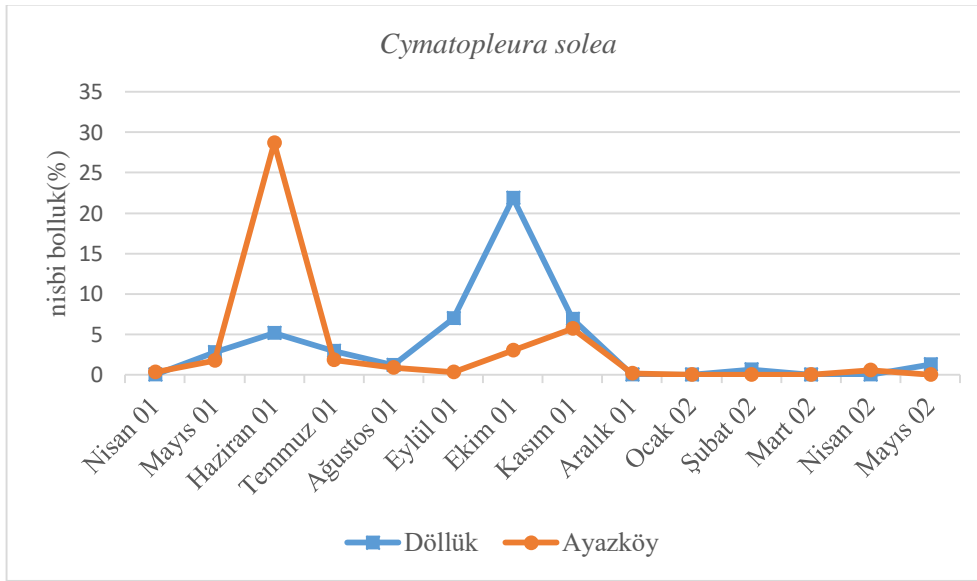
Şekil 4.9. *Cocconeis placentula*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



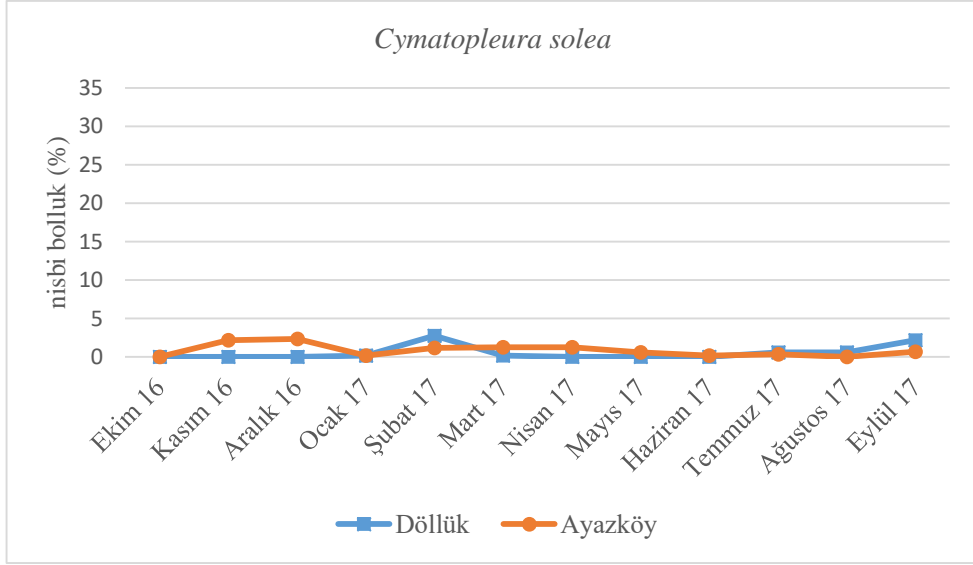
Şekil 4.10. *Cocconeis placentula*'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Craticula türlerinden *Craticula cuspidata* 2001-2002 periyodunda sadece Ayazköy istasyonunda tespit edilmiş ve nadiren mevcut bulunmuş, 2016 periyodunda ise Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olmuştur. *Craticula halophila* türü çalışma boyunca sadece 2001-2002 periyodunda tek bir örneklemede tespit edilmiş ve nadiren mevcut bulunmuştur. *Craticula* cinsine ait tespit edilen her iki tür de önemli nisbi bolluk değerlerine ulaşmamıştır.

Cymatopleura cinsine ait iki takson tespit edilmiştir. *Cymatopleura elliptica* 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olmuş, aynı tür 2016-2017 periyodunda sadece Ayazköy istasyonunda kaydedilmiş ve nadiren mevcut bulunmuştur. Bu tür her iki periyotta da nisbi bolluk değerleri yönünden önemli olmamıştır. *Cymatopleura solea* türü 2001-2002 örnekleme periyodunda her iki istasyonda da çoğunlukla mevcut bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut olan bu tür Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olarak tespit edilmiştir. Nisbi bolluk değeri ise 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda Haziran ayında en yüksek değerine ulaşmış olup %28,7 olarak kaydedilmiştir. Ancak 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk değerleri önemli ölçüde azalmış, en yüksek nisbi bolluk değeri %2,8 değerinin üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.11., Şekil 4.12.).



Şekil 4.11. *Cymatopleura solea*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

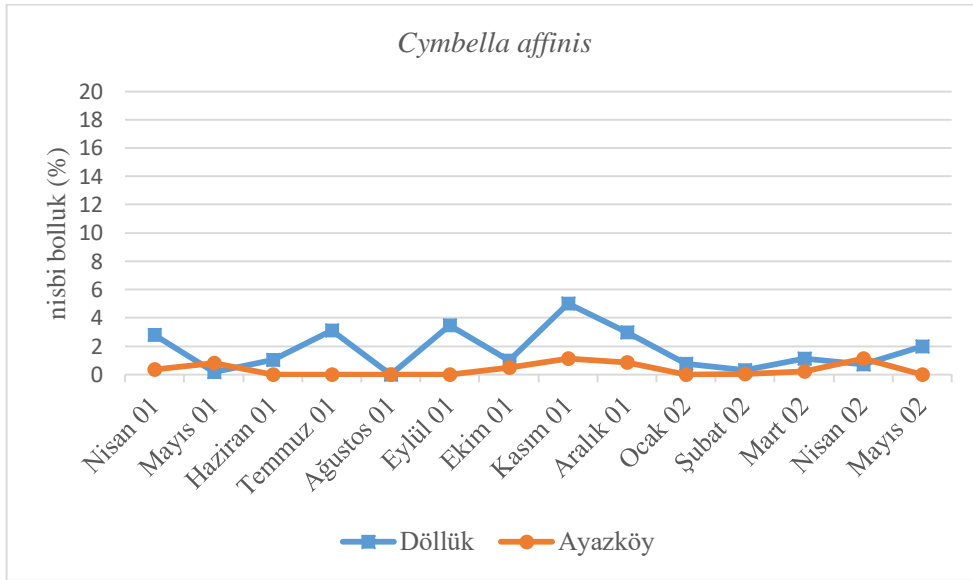


Şekil 4.12. *Cymatopleura solea*'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

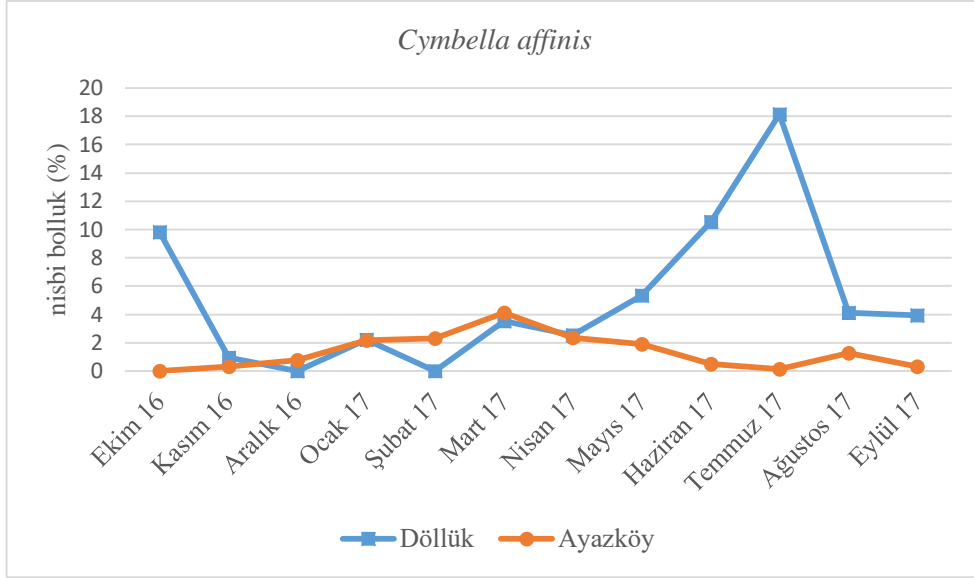
Cymbella cinsine ait 8 takson tespit edilmiştir. Çalışma boyunca yüksek tekerrür oranlarına sahip olarak bulunan *Cymbella* türlerinden biri *Cymbella affinis* olmuştur. *Cymbella affinis* türü 2001-2002 örnekleme periyodunda sadece Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak bulunmuşken, diğer periyotta ve istasyonlarda devamlı mevcut olarak tespit edilmiştir. Türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 döneminde %5 değerini geçmezken, 2016-2017 döneminde nisbi bolluk değerlerinde artış gözlenmiş ve en yüksek nisbi bolluk değeri Temmuz örnekleme tarihinde %18,2 olarak bulunmuştur. Her iki periyotta da bu türe ait en yüksek nisbi bolluk değerleri Döllük istasyonunda kaydedilmiştir (Şekil 4.13., Şekil 4.14.).

Çalışmada *Cymbella* cinsine ait kaydedilen türler arasında nisbi bolluk değerleri yönünden önemli olan türlerden biri *Cymbella helvetica* olmuştur. *Cymbella helvetica* türü 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda sadece bir örneklemede görülmüş ve nisbi bolluk değeri %1,1 olarak kaydedilmiş, Ayazköy istasyonunda ise rastlanmamıştır. Bu tür 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olarak bulunmuştur. Türe ait çalışma boyunca kaydedilen en yüksek nisbi bolluk değerleri 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda Mart ayı örnekleme tarihinde %45,1 olarak, ikinci en yüksek nisbi bolluk değeri ise Nisan 2017 örnekleme tarihinde %7,2 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada tekerrürleri bakımından önemli bulunan *Cymbella* türlerinden biri olan *Cymbella cistula* türü 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda nadiren mevcut olurken, aynı tür 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda da ekseriya mevcut olarak bulunmuştur. Bu türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda %1'in altında iken, 2016-2017 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değeri %4,5 olarak tespit edilmiştir. Tekerrürleri bakımından önemli bulunan bir diğer *Cymbella* türü olan *Cymbella lanceolata* ise 2001-2002 ve 2016-2017 periyotlarında Döllük istasyonunda ekseriya mevcut bulunurken, Ayazköy istasyonunda her iki periyotta da nadiren mevcut olmuş, türün nisbi bolluk değerleri her iki örnekleme periyodunda da %1'in altında bulunmuştur.

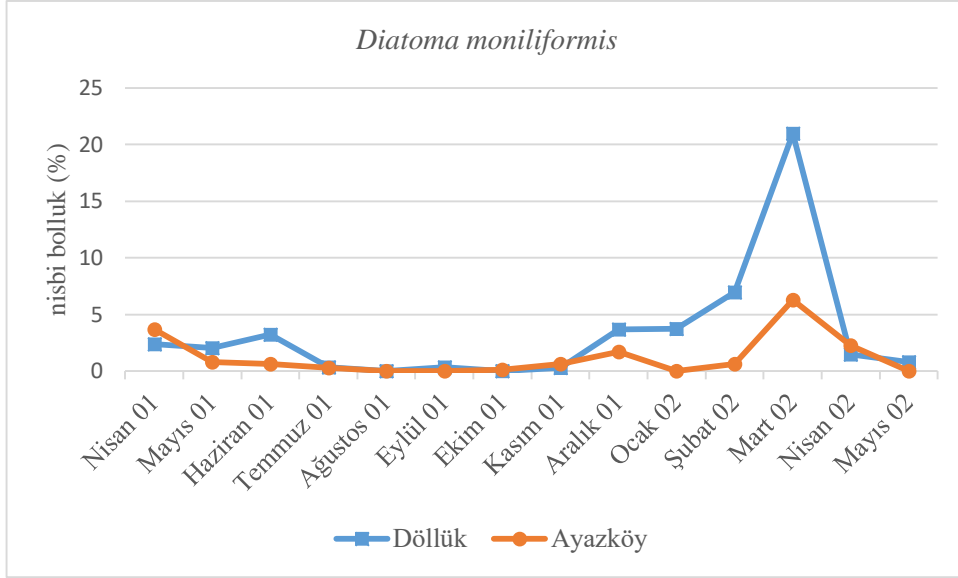


Şekil 4.13. *Cymbella affinis*'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

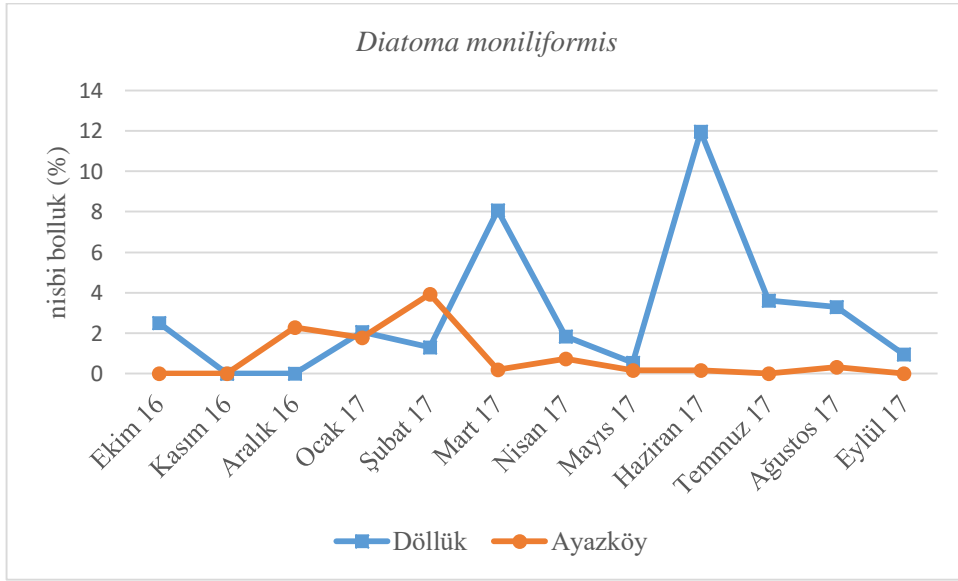


Şekil 4.14. *Cymbella affinis*'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

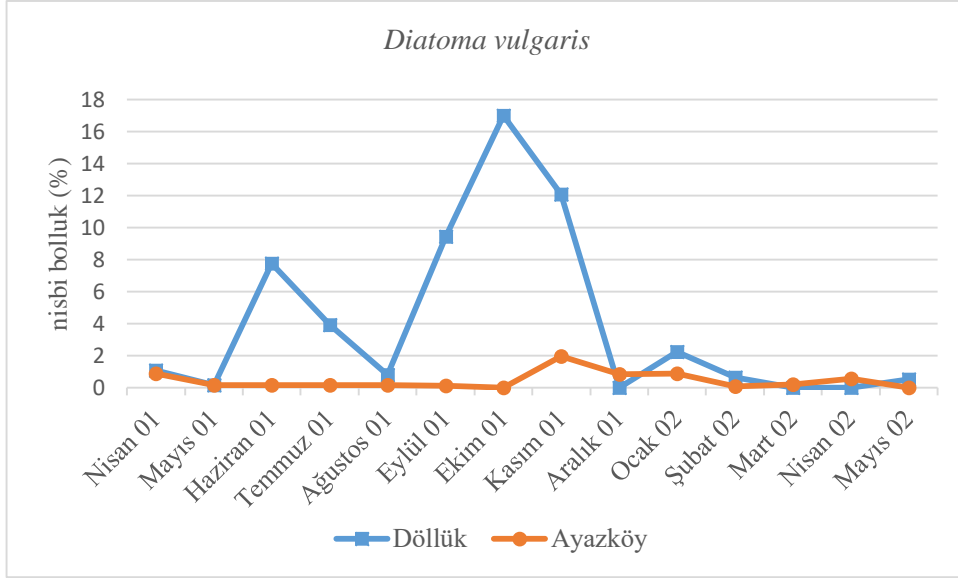
Diatoma cinsine ait 2 takson teşhis edilmiştir. *Diatoma moniliformis* türü her iki örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda devamlı mevcut olarak bulunurken, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur. Bu türün çalışma boyunca en önemli artışı %20,9 nisbi bolluk değeri ile Döllük istasyonunda 2001-2002 periyodunda Mart ayı örneklemesinde kaydedilirken, aynı istasyonda 2016-2017 periyodunda en önemli artışları %12 ile Temmuz ayı örneklemesinde ve %8,08 olarak Mart ayı örneklemesinde tespit edilmiştir (Şekil 4.15., Şekil 4.16.). *Diatoma vulgaris* türü 2001-2002 örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut olarak bulunurken, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olarak bulunmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda devamlı mevcut bulunan bu tür, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak bulunmuştur. *Diatoma vulgaris* türüne ait nisbi bolluk değerleri de Döllük istasyonunda Ayazköy istasyonuna göre nispeten daha yüksek bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda Ekim 2001 örneklemesinde Döllük istasyonunda *Diatoma vulgaris* türü %17 nisbi bolluk değerine ulaşmış, türün aynı örnekleme periyodunda ikinci önemli artışı Haziran 2001 tarihinde %7,8 olarak kaydedilmiştir. 2016-2017 periyodunda *Diatoma vulgaris* türünün nisbi bolluk değerleri her iki istasyonda da %2'nin altında bulunmuştur (Şekil 4.17.).



Şekil 4.15. *Diatoma moniliformis*'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

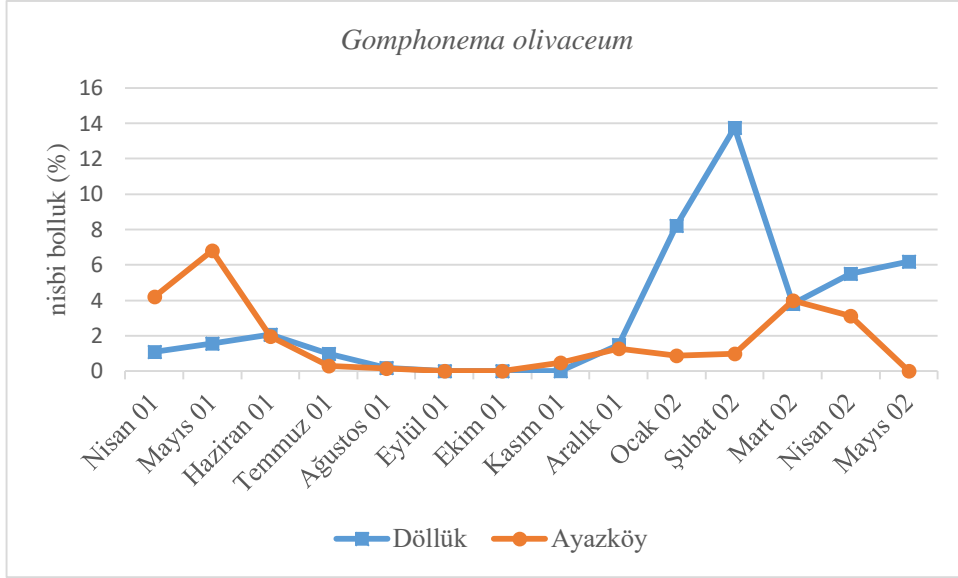


Şekil 4.16. *Diatoma moniliformis*'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

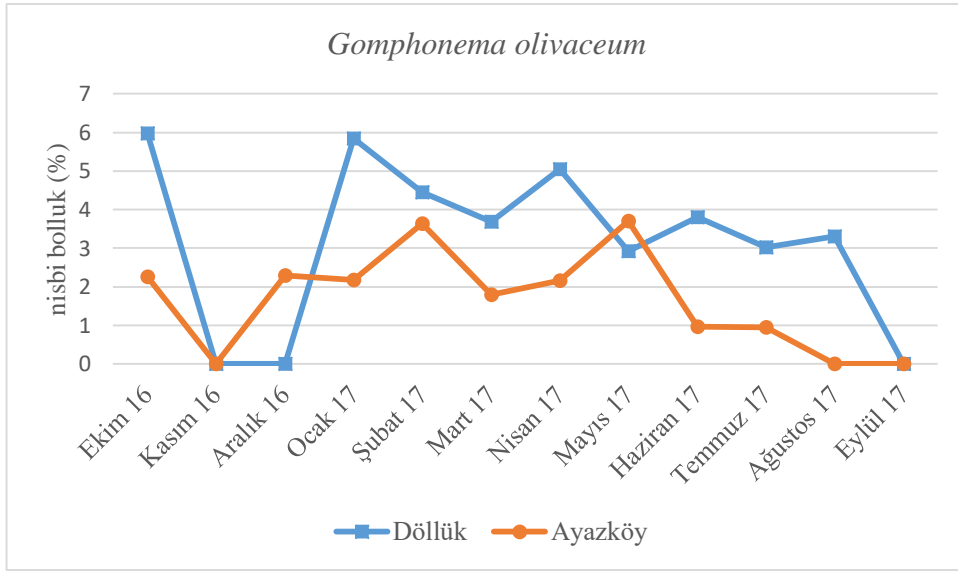


Şekil 4.17. *Diatoma vulgaris* 'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Çalışma periyotlarında *Gomphonema* cinsine ait toplam 7 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar arasında nisbi bolluk değerleri ve tekerrür oranları bakımından en önemli tür *Gomphonema olivaceum* olmuştur. *Gomphonema olivaceum* her iki periyotta da çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur. 2001-2002 örnekleme periyodunda nisbi bolluk değeri % 13,7'lere ulaşmışken, 2016-2017 periyodunda bu değer düşerek en fazla % 5,9 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.18., Şekil 4.19.). Çalışmada tespit edilen *Gomphonema* türlerinden *Gomphonema calcareum* 2001-2002 periyodunda bazen mevcut organizma olarak kaydedilirken, aynı tür 2016-2017 periyodunda özellikle Döllük istasyonunda yüksek tekerrür oranına sahip olmuş ve bu istasyonda devamlı mevcut olarak bulunmuştur. Aynı örnekleme periyodunda bu tür Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olmuştur. Türün nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda en fazla % 2,5 iken, 2016-2017 periyodunda bu değer % 3,3 ün üzerine çıkmamıştır. *Gomphonema parvulum* türü ise 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut iken, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut bulunmuştur.



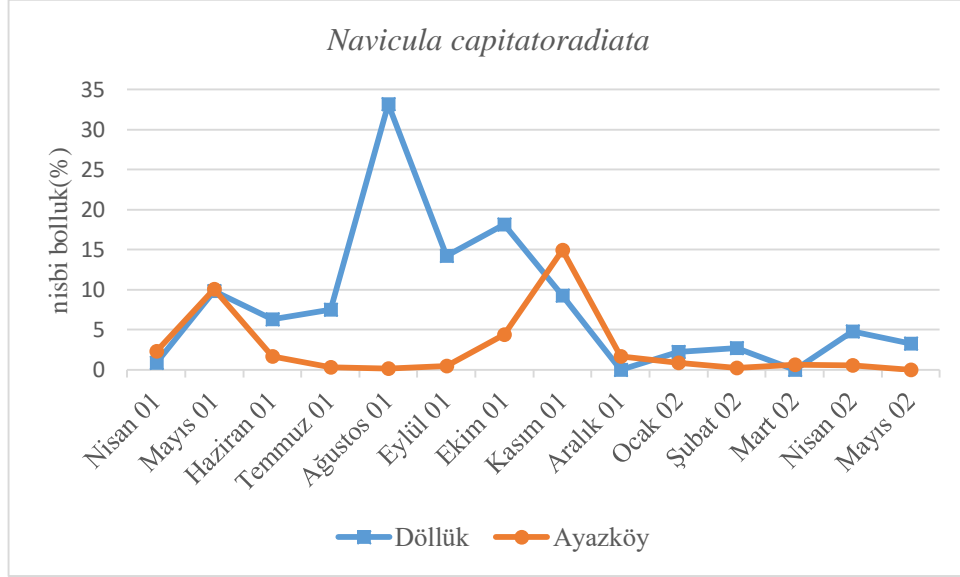
Şekil 4.18. *Gomphonema olivaceum*'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.19. *Gomphonema olivaceum*'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Takson zenginliği açısından önemli sayıya sahip olan *Navicula* cinsine ait 9 tür tespit edilmiştir. *Navicula capitatoradiata* türü 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda da devamlı mevcut olarak bulunmuş, ancak bu tür 2016-2017 periyodunda görülmemiştir. Türün nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda Ağustos ayı örneklemede önemli bir artış göstermiş, %33,2 nisbi bolluk değerine ulaşarak bu

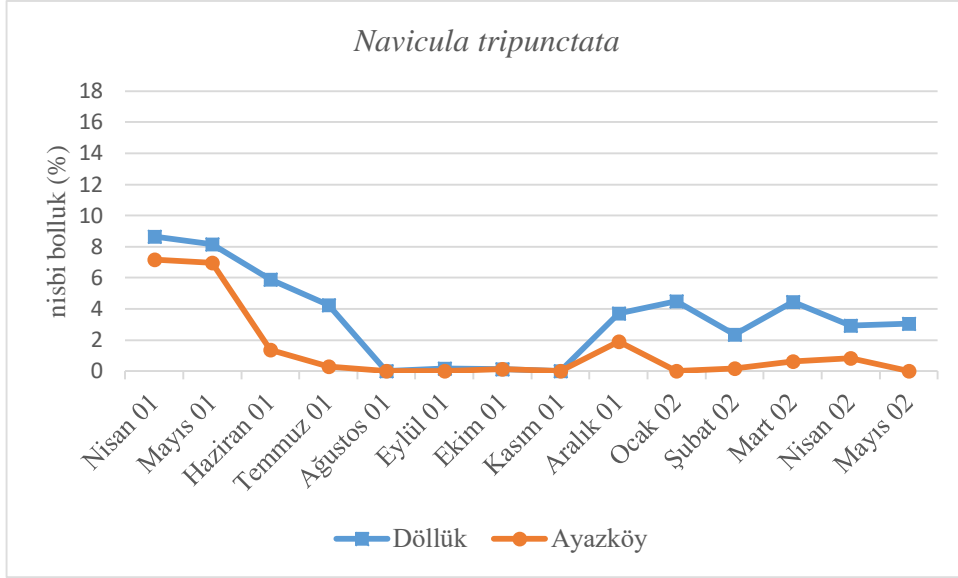
örneklemede kaydedilen epipelik diyatomeleler içinde en baskın türü oluşturmuştur (Şekil 4.20.).



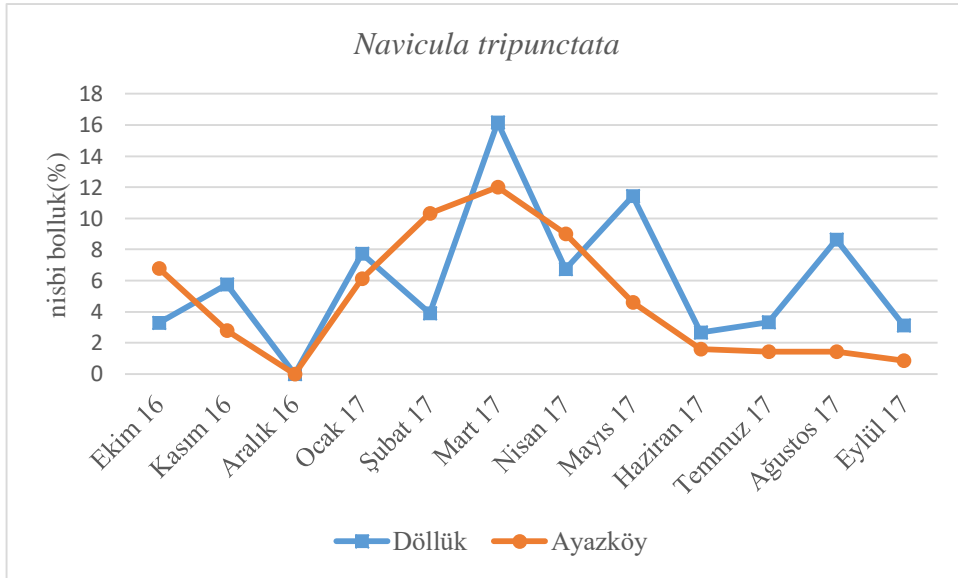
Şekil 4.20. *Navicula capitatoradiata* 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Navicula tripunctata türü 2001-2002 örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda devamlı mevcut, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut bulunmuştur. Aynı tür 2016-2017 periyodunda her iki istasyonda da devamlı mevcut olarak tespit edilmiştir. Nisbi bolluk değerleri 2016-2017 döneminde yüksek olup Döllük istasyonunda Mart ve Mayıs örneklemede sırasıyla % 16,2 ve % 11,5 değerlerine ulaşmıştır. 2001-2002 periyodunda ise nisbi bolluk değeri % 8,7'nin üzerine çıkmamıştır (Şekil 4.21., Şekil 4.22.).

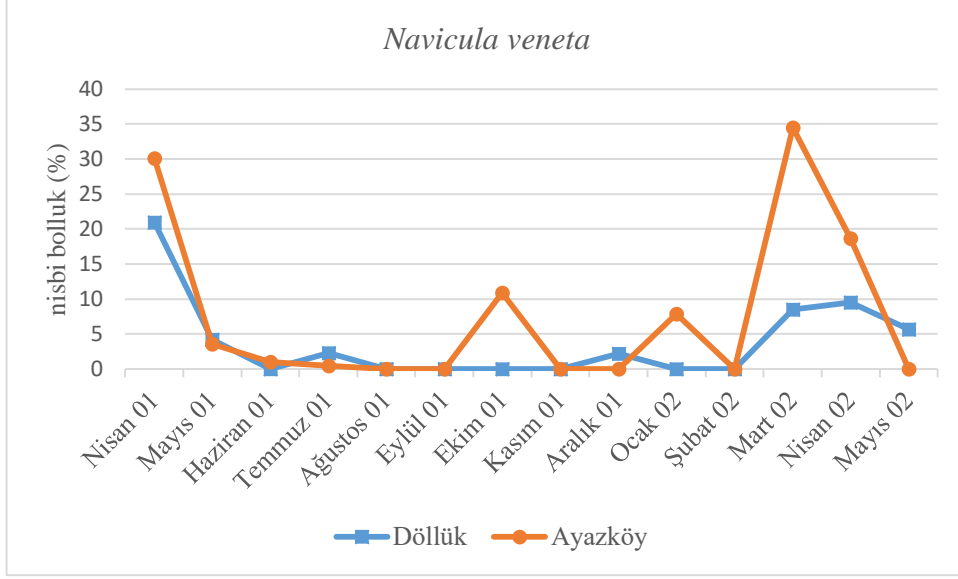
Navicula veneta türü 2001-2002 örneklemede ekseriya mevcut bulunmuşken, 2016-2017 döneminde devamlı mevcut olarak tespit edilmiştir. Türün nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda oldukça yüksek olup % 34,5 değerine ulaşmıştır. 2016-2017 periyodunda ise en fazla % 24,9 değerinde bulunmuştur (Şekil 4.23. Şekil 4.24.).



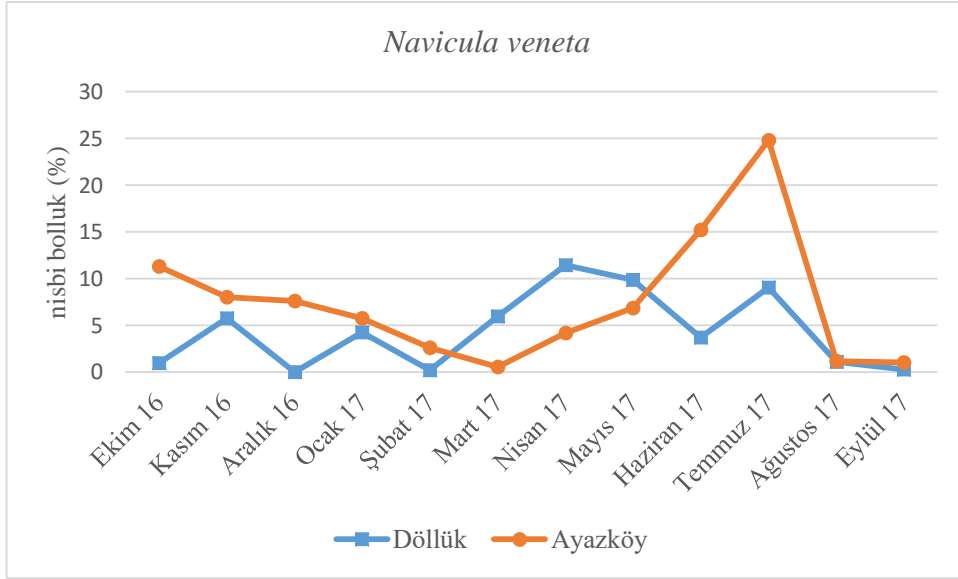
Şekil 4.21. *Navicula tripunctata*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.22. *Navicula tripunctata*'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.23. *Navicula veneta*'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.24. *Navicula veneta*'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Çalışma periyotları boyunca toplamda tür çeşitliliği bakımından en fazla sayıya sahip olan *Nitzschia* cinsi olmuş ve 16 takson ile temsil edilmiştir. *Nitzschia amphibia* türünün tekerrür oranları % 57 ile % 83 arasında değişmiştir. Türün nisbi bolluk değerleri çoğu örneklemede Ayazköy istasyonunda Döllük istasyonuna göre daha yüksek bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda *Nitzschia amphibia* türünün ulaştığı en

yüksek nisbi bolluk değeri %12,3 olarak Ocak 2002 tarihinde kaydedilmiştir. Bu türün nisbi bolluk değeri 2016-2017 periyodunda Eylül 2017 tarihinde %17,8 'e yükselmiştir (Şekil 4.25., Şekil 4.26.).

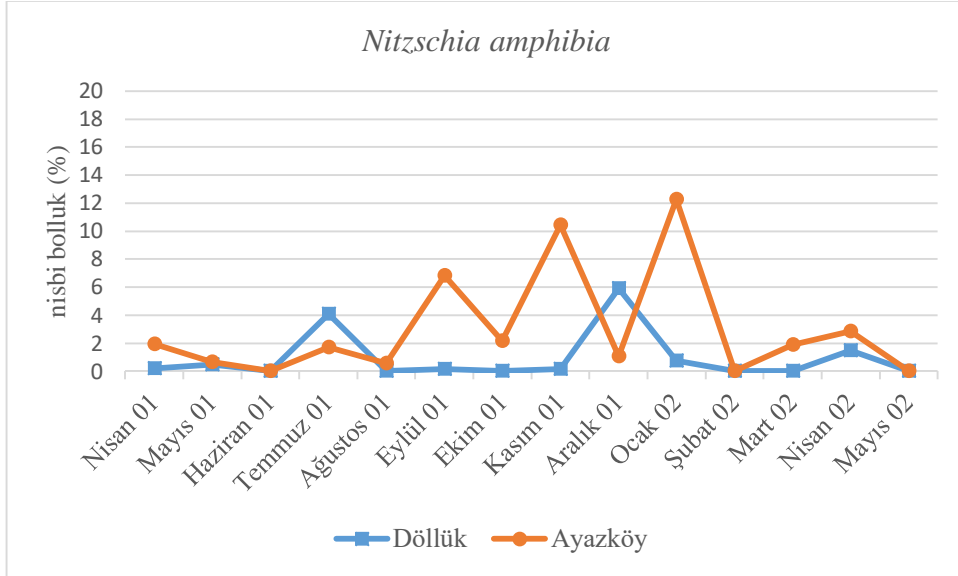
Nitzschia dissipata türü 2001-2002 örneklemesinde iki istasyonda da çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur. 2016-2017 örneklemesinde ise her iki istasyonda ekseriya mevcut olarak bulunmuştur. Bu türün nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda %5,8'in üzerine çıkmazken, 2016-2017 periyodunda en fazla % 4,7 değerine ulaşmıştır.

Nitzschia frustulum tekerrür oranı bakımından her iki örnekleme periyodunda tüm istasyonlarda devamlı mevcut olmuştur. Türün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda %24,3 olarak Mayıs 2001 tarihinde Döllük istasyonunda kaydedilmiş, aynı istasyonun diğer aylarında nisbi bolluk değeri %6,9'un altında bulunmuştur. Türün bu periyotta Ayazköy istasyonunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri en fazla %14,9 olmuştur. 2016-2017 periyodunda ise *Nitzschia frustulum* türünün nisbi bolluk değerleri Ayazköy istasyonunda daha yüksek bulunmuş, Haziran 2017 örneklemesinde kaydedilen epipelik diyatomelelerin %33,3'ünü bu tür oluşturmuştur (Şekil 4.27., Şekil 4.28.).

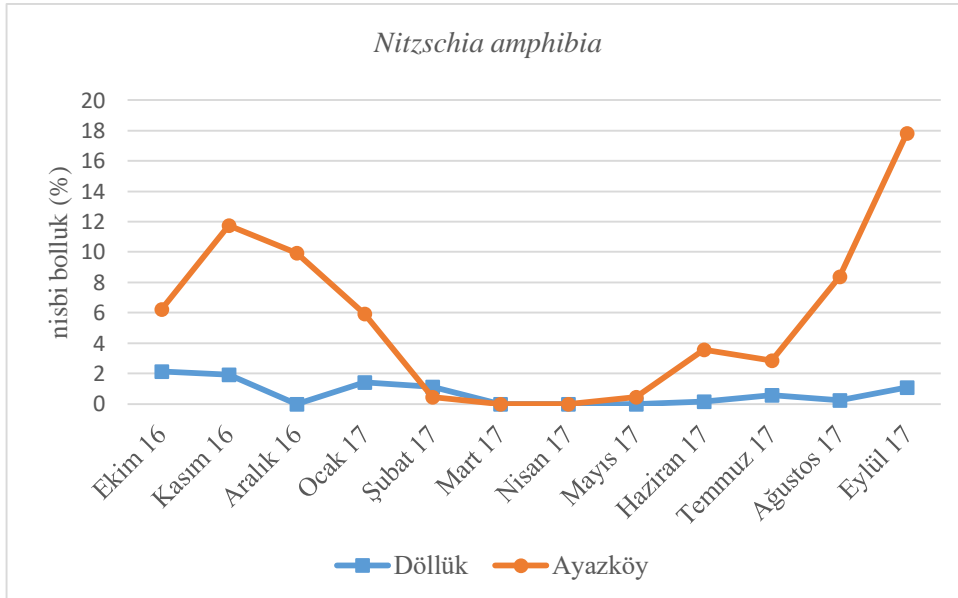
Nitzschia inconspicua türü 2001-2002 periyodunda devamlı mevcut olarak belirlenmiştir. Bu tür Ayazköy istasyonunda 2016-2017 periyodunda çoğunlukla mevcut iken, Döllük istasyonunda bazen mevcut olarak bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda % 12,9'a ulaşan nisbi bolluk değeri, 2016-2017 periyodunda en fazla % 5,4 olarak kaydedilmiştir.

Nitzschia palea taksonu 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda çoğunlukla mevcut iken, 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olarak bulunmuştur. Nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda Ağustos 2001 örneklemesinde Döllük istasyonunda artış göstererek en yüksek değerine ulaşmış ve bu esnada epipelik diyatomelelerin %19,1'ini *Nitzschia palea* türü oluşturmuştur. Bu türün nisbi bolluk değerleri 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda Döllük istasyonuna göre nispeten daha yüksek bulunmuş, ancak önceki periyoda göre nisbi bolluk değerleri düşerek en fazla % 11,5 olarak Ayazköy istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 4.29., Şekil 4.30.).

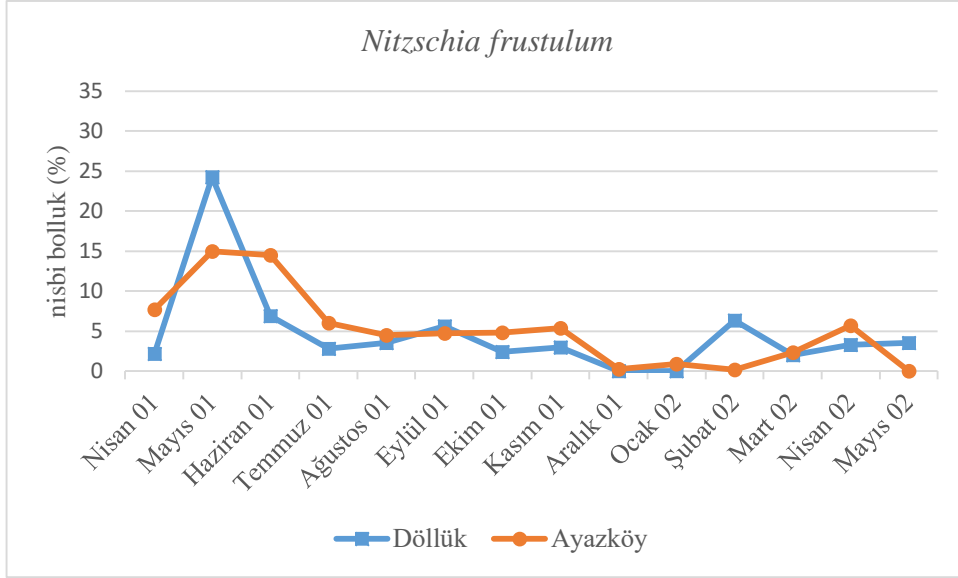
Nitzschia sigmaidea türü 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda bazen mevcut olmuş, diğer örneklemlerde çoğunlukla mevcut bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda % 9,2'ye ulaşan nisbi bolluk değeri, 2001-2002 periyodunda en fazla % 3,3 olarak kaydedilmiştir.



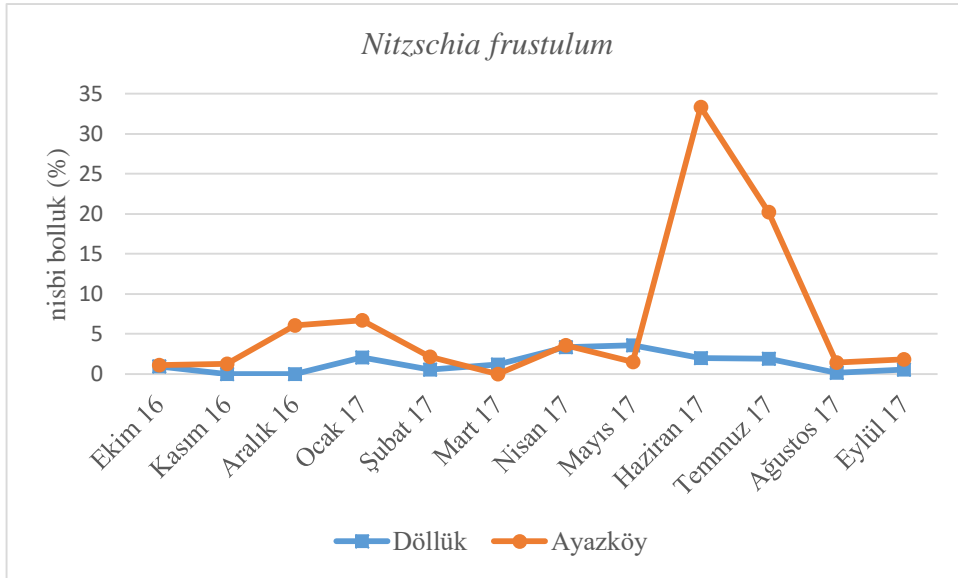
Şekil 4.25. *Nitzschia amphibia*'nin 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



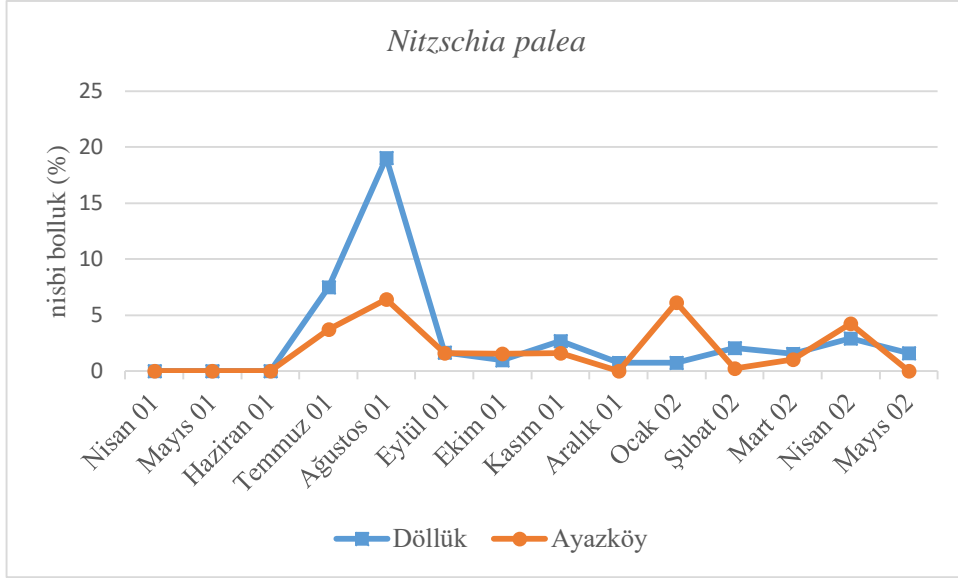
Şekil 4.26. *Nitzschia amphibia*'nin 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



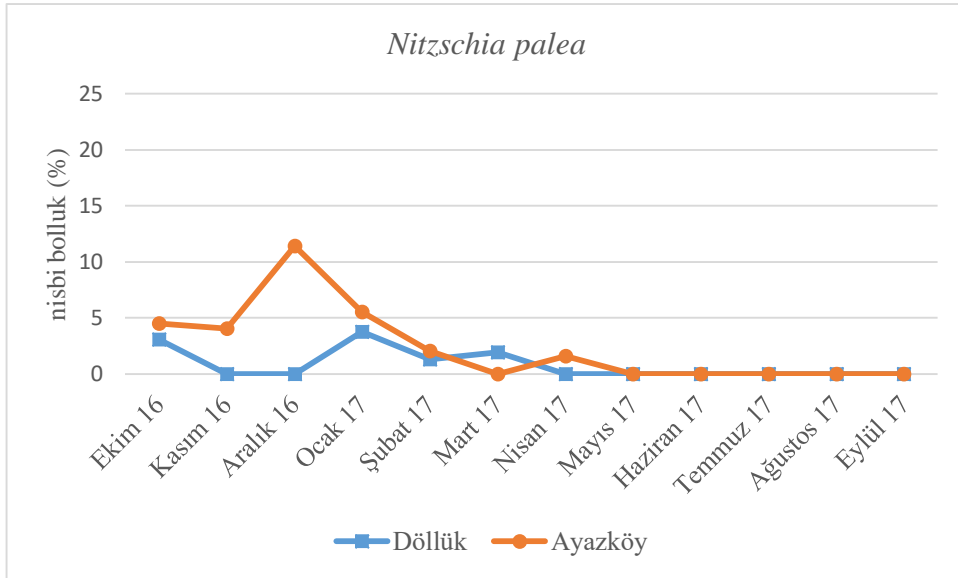
Şekil 4.27. *Nitzschia frustulum* 'un 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.28. *Nitzschia frustulum* 'un 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.29. *Nitzschia palea*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



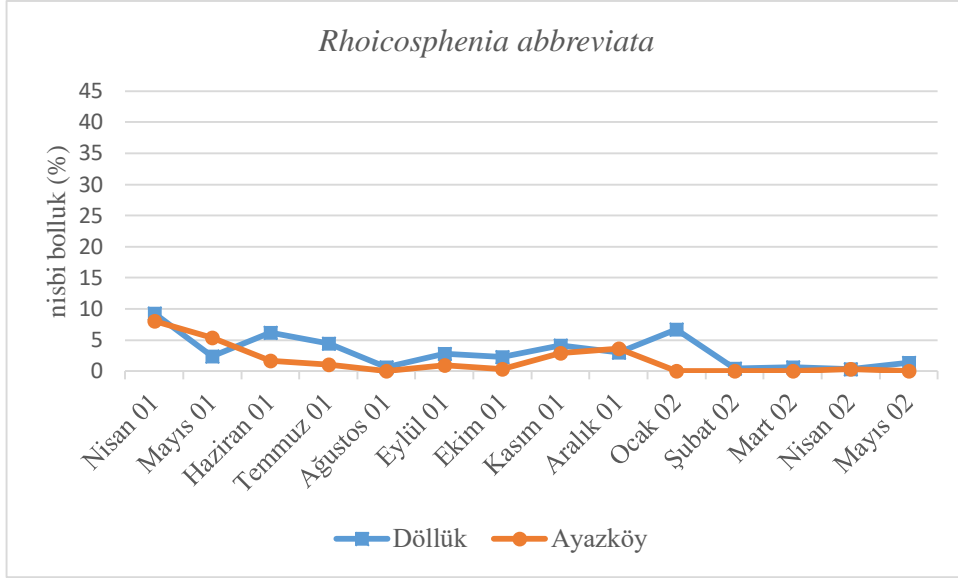
Şekil 4.30. *Nitzschia palea*'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Çalışma periyotları boyunca *Pinnularia* cinsine ait yalnızca 1 takson gözlenmiştir. *Pinnularia brebissonii* türü her iki örnekleme periyodunda da Döllük istasyonunda çoğunlukla mevcut bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda bazen mevcut iken, 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olmuştur. Türün en yüksek nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda Eylül 2001 örneklemesinde

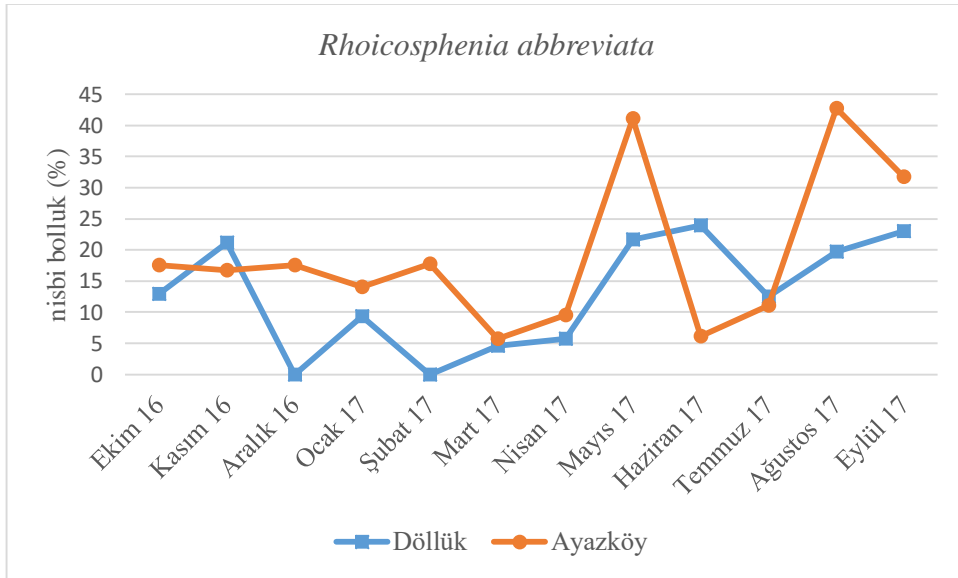
Döllük istasyonunda %11,6 olarak kaydedilmiştir. Aynı örnekleme periyodunda Ayazköy istasyonunda türün nisbi bolluk değeri %1'in altında bulunmuştur. *Pinnularia brebissonii* türü 2016-2017 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değerlerine Döllük istasyonunda Şubat ve Temmuz 2017 örnekleme zamanlarında ulaşmış ve sırasıyla % 8,8 ve % 7,2 olarak kaydedilmiştir.

Platessa cinsi tek tür ile temsil edilmiştir. *Platessa salinarum* türü 2001-2002 örnekleme periyodunda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuşken, bu türe 2016-2017 periyodunda rastlanmamıştır. Bu tür en yüksek nisbi bolluk değerine Döllük istasyonunda Haziran 2001 örnekleme zamanında ulaşmış, bu esnada epipelik diyatome türlerinin % 26,4'ünü oluşturarak bu örneklemede kaydedilen en baskın tür olmuştur. Ayazköy istasyonunda ulaştığı en yüksek nisbi bolluk değeri ise Ağustos 2001 tarihinde %13,4 olarak bulunmuştur. Diğer aylarda türün nisbi bolluk değerleri %3'ün altında olmuştur.

Epipelik diyatome florasında tekerrür oranları ve nisbi bolluk değerleri bakımından önemli bulunan taksonlardan biri *Rhoicosphenia abbreviata*'dır. Bu tür çalışma periyotları boyunca yüksek tekerrür oranlarına sahip olmuştur. 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut iken, diğer tüm örnekleme zamanlarında devamlı mevcut bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda en yüksek nisbi bolluk değerleri Döllük istasyonunda % 9,3 ve Ayazköy istasyonunda % 8 olmak üzere Nisan 2001 örnekleme zamanında kaydedilmiştir. Türün nisbi bolluk değerleri 2016-2017 periyodunda önemli artış göstermiştir. 2016-2017 periyodunda Ayazköy istasyonunda Mayıs ve Ağustos 2017 örnekleme zamanlarında *Rhoicosphenia abbreviata* türü oldukça yüksek nisbi bolluk değerlerine ulaşmış ve sırasıyla % 41,1 ve % 42,7 olarak kaydedilmişlerdir. Bu esnada her iki örnekleme zamanının baskın türünü *Rhoicosphenia abbreviata* oluşturmuştur. Türün bu periyotta Döllük istasyonunda kaydedilen nisbi bolluk değerleri en yüksek %23,9 olarak Haziran 2017 örnekleme zamanında tespit edilmiştir. (Şekil 4.31., Şekil 4.32.).



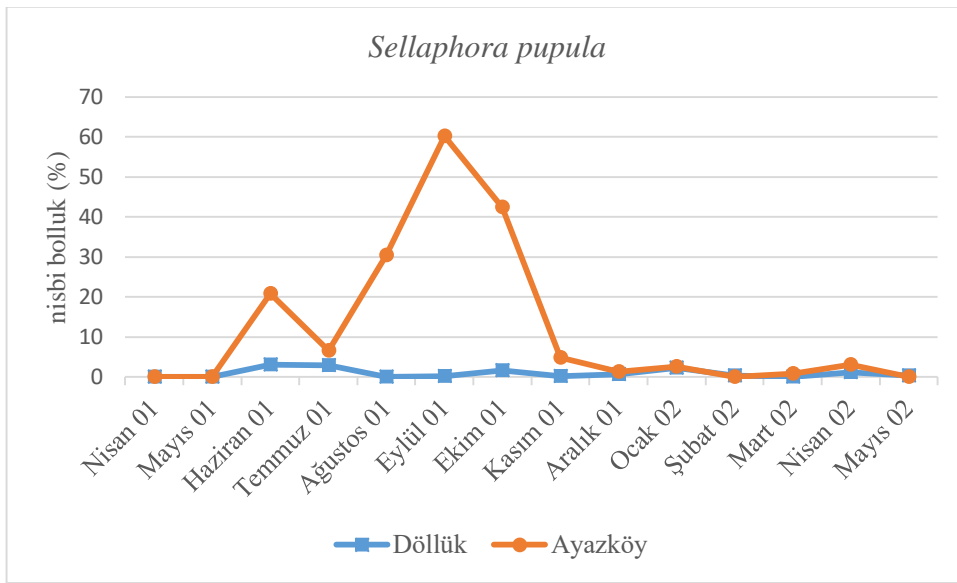
Şekil 4.31. *Rhoicosphenia abbreviata*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



Şekil 4.32. *Rhoicosphenia abbreviata*'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Sellaphora cinsi *Sellaphora bacillum* ve *Sellaphora pupula* olmak üzere iki takson ile temsil edilmiştir. Her iki takson da sadece 2001-2002 örnekleme periyodunda tespit edilmişlerdir. *Sellaphora bacillum* türü Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut bulunmuş olup, nisbi bolluk değerleri

açısından önemli bulunmamıştır. *Sellaphora pupula* türü ise 2001-2002 örneklemeğinde her iki istasyonda da çoğunlukla mevcut olmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri Döllük istasyonunda oldukça düşük bulunmuş olup, yıl boyunca % 3'ün üstüne çıkmamıştır. *Sellaphora pupula* türü Ayazköy istasyonunda bazı aylarda önemli nisbi bolluk değerlerine ulaşmıştır. Bu tür ilk artışını Haziran 2001 tarihinde % 20,8 nisbi bolluk değerine ulaşarak gerçekleştirmiştir. Türün yıl boyunca en önemli artışı % 60,3 olarak Eylül 2001 tarihinde, ikinci en önemli artışı ise % 42,5 olarak Ekim 2001 tarihinde kaydedilmiştir. Her iki örneklemede de baskın tür olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.33.).

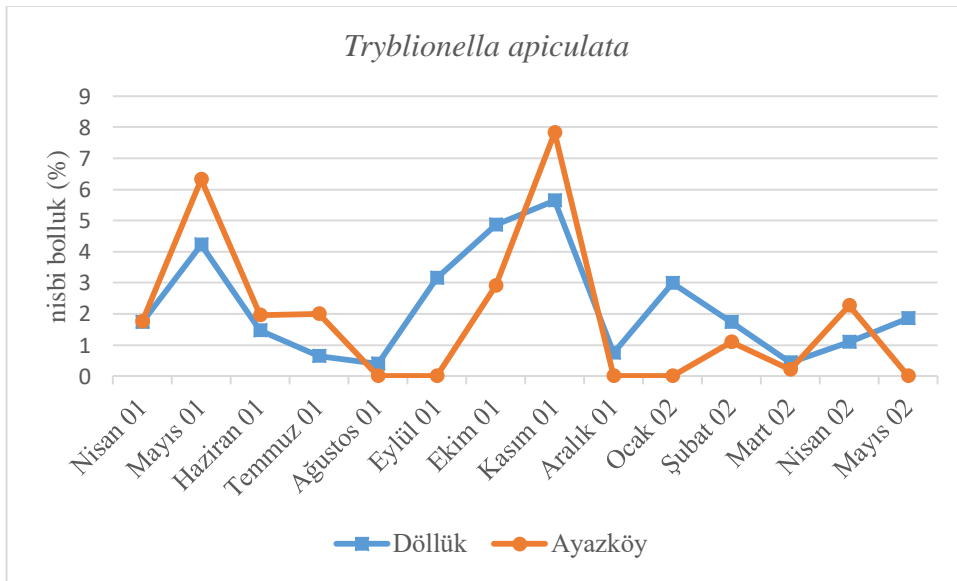


Şekil 4.33. *Sellaphora pupula*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

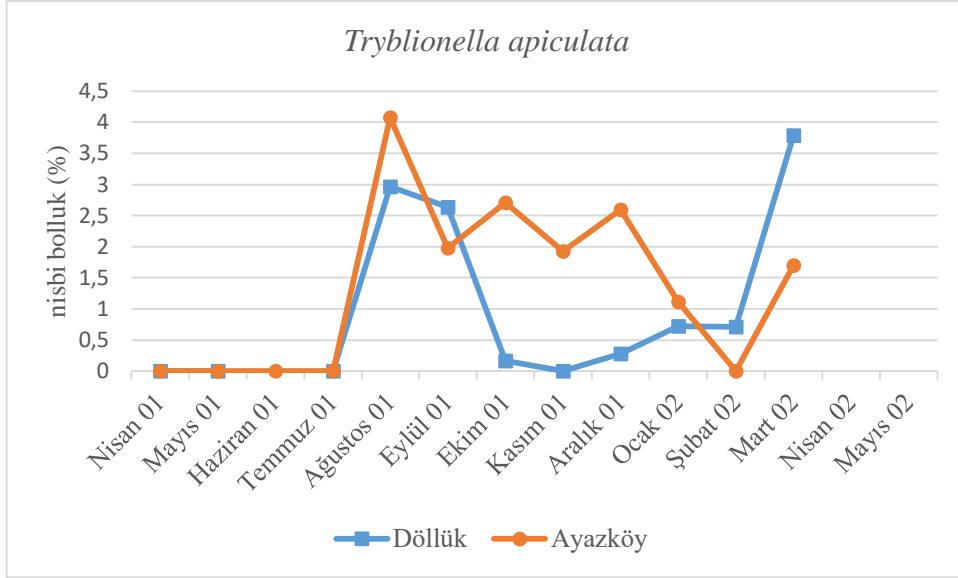
Surirella cinsine ait 5 takson tespit edilmiştir. *Surirella angusta* türü 2001-2002 örnekleme periyodunda iki istasyonda da çoğunlukla mevcut bulunmuşken, 2016-2017 periyodunda ekseriya mevcut olarak bulunmuştur. Ancak nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda da düşük bulunmuş, 2001-2002 periyodunda % 3,2'nin üzerine çıkmazken, 2016-2017 periyodunda en fazla % 1,4 değerine ulaşmıştır. *Surirella minuta* türü tekerrür oranları ve nisbi bolluk değerleri bakımından 2001-2002 periyodunda önemli bulunurken, *Surirella brebissonii* türü 2016-2017 periyodunda daha önemli olmuştur. *Surirella minuta* türü 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda çoğunlukla, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut bulunmuş, aynı tür 2016-2017 periyodunda sadece Döllük istasyonunda tespit edilmiş ve nadiren mevcut bulunmuştur. Bu tür en

yüksek nisbi bolluk değerine Şubat 2002 tarihinde ulaşmış, bu örneklemede Döllük istasyonunda % 9,2 ve Ayazköy istasyonunda % 13,2 nisbi bolluk değerinde kaydedilmiştir. *Surirella brebissonii* türü 2001-2002 periyodunda sadece Ayazköy istasyonunda tespit edilmiş ve nadiren mevcut bulunmuştur. Bununla birlikte aynı tür 2016-2017 periyodunda Döllük istasyonunda bazen mevcut, Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut olmuştur. *Surirella brebissonii* türüne ait en yüksek nisbi bolluk değeri % 10,9 olarak Mart 2017 tarihinde Döllük istasyonunda kaydedilmiştir.

Tryblionella cinsine ait 4 takson tespit edilmiştir. *Tryblionella apiculata* türü 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda devamlı mevcut bulunmuşken Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur. Aynı tür 2016-2017 periyodunda ise her iki istasyonda ekseriya mevcut bulunmuştur. Nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda % 7,8'in üzerine çıkmazken, 2016-2017 periyodunda en fazla % 4,1 değerine ulaşmıştır. Bu takson her iki örnekleme periyodunda da en yüksek nisbi bolluk değerine Ayazköy istasyonunda ulaşmıştır (Şekil. 4.34., Şekil 4.35.).

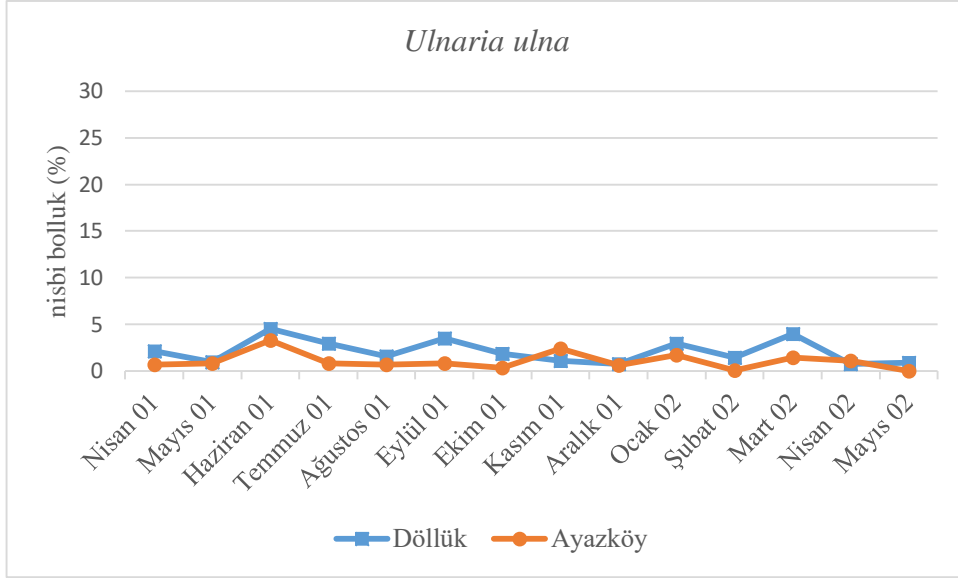


Şekil 4.34. *Tryblionella apiculata*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

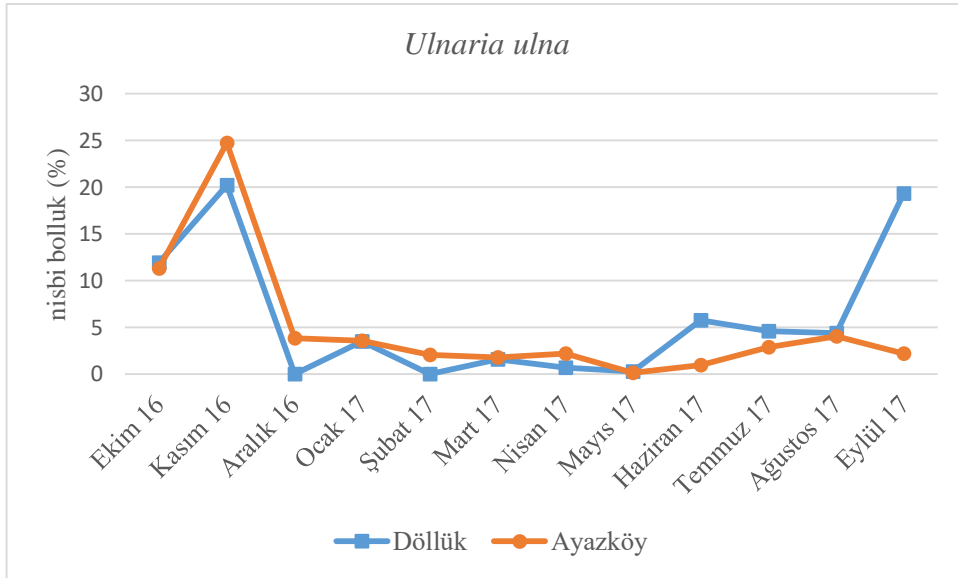


Şekil 4.35. *Tryblionella apiculata*'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Ulnaria cinsine ait 6 takson tespit edilmiştir. 2001-2002 örnekleme periyodunda *Ulnaria oxyrhynchus* türü bazen mevcut bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda ise Döllük istasyonunda ekseriya mevcut bulunan bu tür, Ayazköy istasyonunda devamlı mevcut olarak bulunmuştur. Nisbi bolluk değerleri her iki çalışma periyodunda oldukça düşük olup 2001-2002 periyodunda en fazla % 2,2 değerinde bulunurken, 2016-2017 periyodunda en fazla % 4,8 nisbi bolluk değerine ulaşmıştır. *Ulnaria ulna* türü çalışma dönemi boyunca yüksek tekrür oranına sahip olarak her iki örnekleme periyodunda da devamlı mevcut bulunmuştur. Nisbi bolluk değeri 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda en yüksek olarak % 4,6 değerine Haziran örneklemesinde ulaşmıştır. Bu türün 2016-2017 periyodunda kaydedilen nisbi bolluk değerleri daha yüksek bulunmuştur. *Ulnaria ulna* türü her iki istasyonda da en yüksek nisbi bolluk değerine Kasım 2016 tarihinde ulaşmış, nisbi bolluk değerleri bu örneklemede Döllük istasyonunda % 20,2 iken, Ayazköy istasyonunda % 24,8 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.36., Şekil 4.37.).



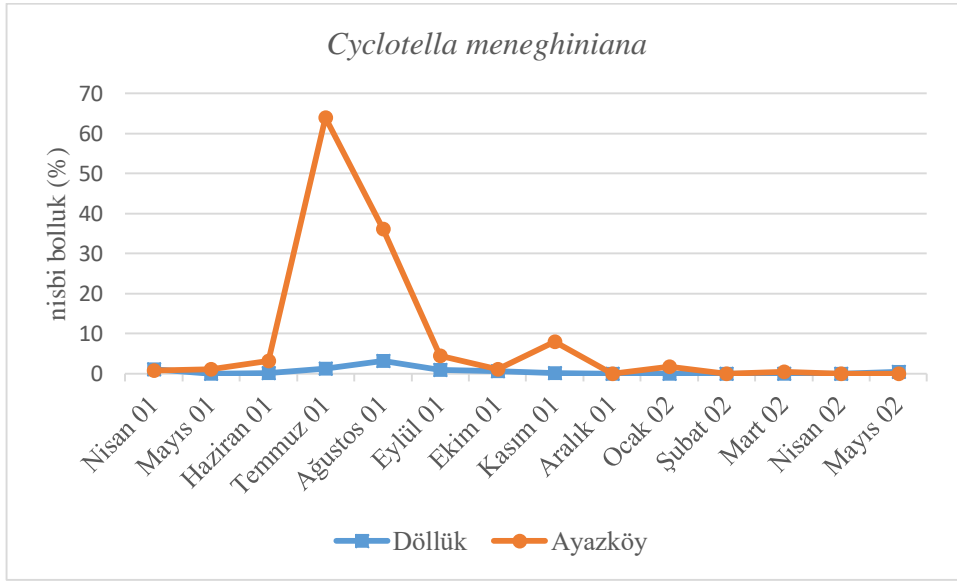
Şekil 4.36. *Ulnaria ulna* 'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri



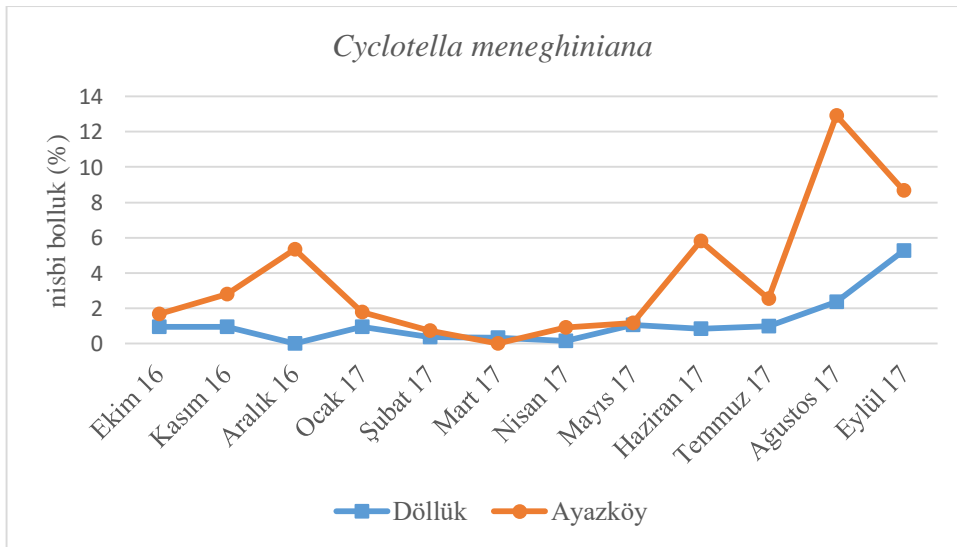
Şekil 4.37. *Ulnaria ulna* 'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Çalışmada *Mediophyceae* sınıfından *Cyclotella* cinsine ait 2 takson tespit edilmiştir. *Cyclotella iris* türüne sadece 2001-2002 periyodunda rastlanmış ve bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Bu türün nisbi bolluk değerleri bazı aylarda % 10'un üzerine çıkmış ve en yüksek % 16'ya ulaşmıştır. *Cyclotella meneghiniana* türü 2001-2002 periyodunda Döllük istasyonunda ekseriya mevcut iken, Ayazköy istasyonunda çoğunlukla mevcut

bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda ise bu tür devamlı mevcut olarak bulunmuştur. Türün nisbi bolluk değerleri 2001-2002 periyodunda oldukça yüksek olup % 64 değerine ulaşmıştır. Aynı türün 2016-2017 periyodunda nisbi bolluk değerleri önemli ölçüde azalmış, en yüksek nisbi bolluk değeri % 12,9 değerinin üstüne çıkmamıştır. Bu takson her iki örnekleme periyodunda da en yüksek nisbi bolluk değerine Ayazköy istasyonunda ulaşmıştır (Şekil 4.38., Şekil 4.39.).

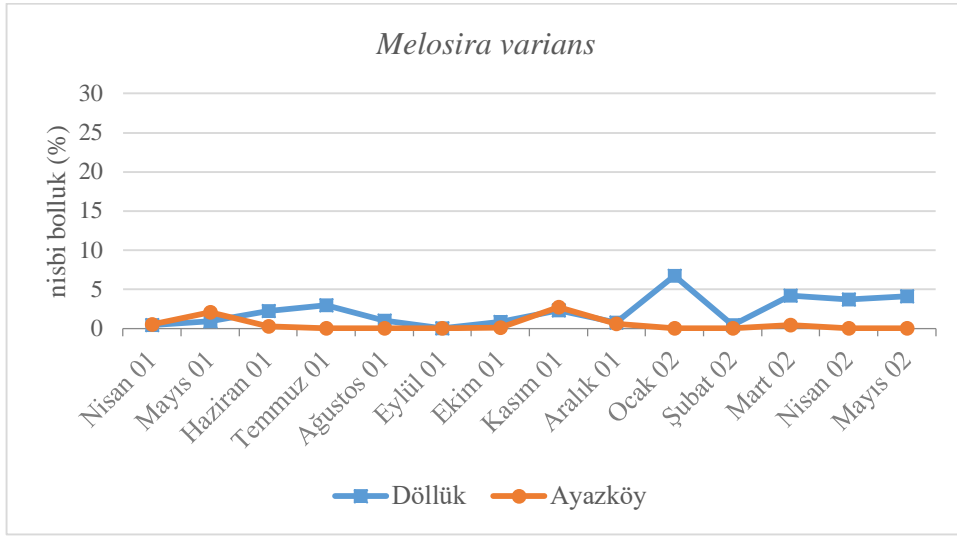


Şekil 4.38. *Cyclotella meneghiniana*'nın 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

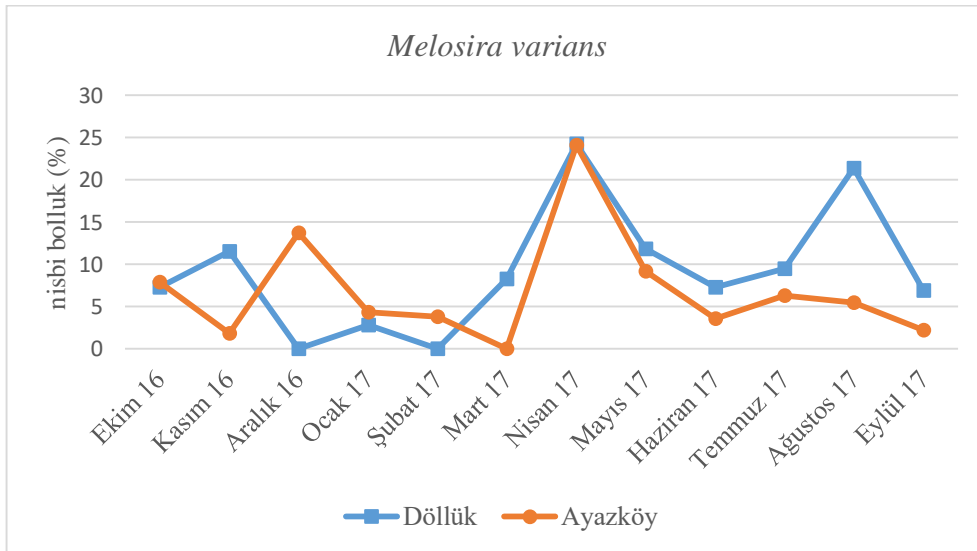


Şekil 4.39. *Cyclotella meneghiniana*'nın 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Coscinodiscophyceae sınıfından *Melosira* cinsine ait yalnızca 1 takson belirlenmiştir. *Melosira varians* türü 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda ekseriya mevcut iken, diğer tüm örneklemelemlerde devamlı mevcut bulunmuştur. 2016-2017 periyodunda % 24,2'lere ulaşan nisbi bolluk değeri, 2001-2002 periyodunda en fazla % 6,7 olarak kaydedilmiştir. Bu takson çalışma dönemi boyunca en yüksek nisbi bolluk değerine Döllük istasyonunda ulaşmıştır (Şekil 4.40., Şekil 4.41.).



Şekil 4.40. *Melosira varians*'in 2001-2002 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

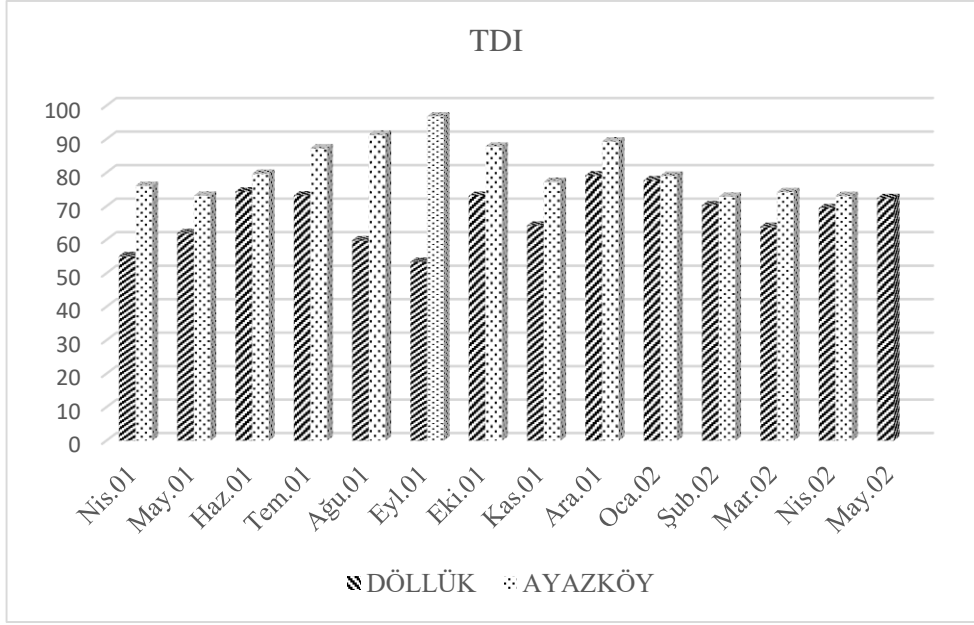


Şekil 4.41. *Melosira varians*'in 2016-2017 periyodundaki nisbi bolluk değerleri

Çalışma periyotlarında her iki örneklemede takson çeşitliliği farklılık göstermiştir. 2001-2002 periyodunda *Bacillariophyceae* sınıfına ait *Caloneis bacillum*, *Caloneis permagna*, *Caloneis silicula*, *Craticula halophila*, *Cymbella affiniiformis*, *Cymbella excisa*, *Cymbella tumida*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Encyonema cespitosum*, *Fallacia pygmaea*, *Fragilaria vaucheriae*, *Frustulia vulgaris*, *Gomphonema angustatum*, *Gomphonema sp.*, *Iconella spiralis*, *Iconella tenera*, *Meridion circulare*, *Navicula antonii*, *Navicula capitatoradiata*, *Navicula cincta*, *Navicula schroeteri*, *Navicula viridula*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia incurva var. lorenziana*, *Nitzschia intermedia*, *Nitzschia obtusa*, *Nitzschia paleacea*, *Nitzschia recta*, *Nitzschia umbonata*, *Placoneis elginensis*, *Platessa salinarum*, *Pseudostaurosira parasitica*, *Sellaphora bacillum*, *Sellaphora pupula*, *Stauroneis smithii*, *Staurosira binodis*, *Staurosirella pinnata*, *Surirella amphioxys*, *Surirella ovalis*, *Tryblionella hantzschiana*, *Tryblionella levidensis*, *Tryblionella salinarum* ve *Mediophyceae* sınıfına ait *Cyclotella iris* taksonları görülürken, 2016-2017 periyodunda bu taksonlar tespit edilmemiştir. *Amphipleura pellucida*, *Diploneis oblongella*, *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema truncatum*, *Lemnicola exigua*, *Ulnaria capitata*, *Ulnaria danica* taksonları ise 2016-2017 periyodunda bulunmuşken, 2001-2002 periyodunda görülmemiştir.

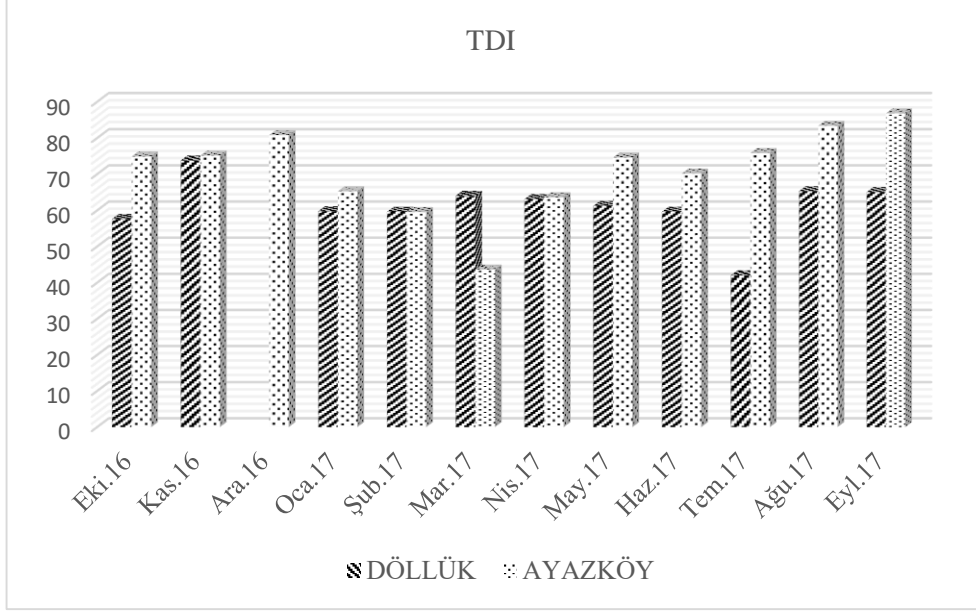
4.2.2. Trofik diyatome indeksi (TDI) sonuçları

Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen epipelik diyatomeleler kullanılarak hesaplanan Trofik Diyatome İndeks sonucuna göre 2001-2002 çalışma periyodunda en düşük TDI değeri 53,40 olarak Döllük istasyonunda Eylül 2001 örneklemede bulunmuş, ikinci en düşük TDI değeri aynı istasyonun Nisan 2001 örneklemede 55,11 olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonda en yüksek TDI değeri Aralık 2001 örneklemede 79,18 olarak belirlenmiştir. 2001-2002 periyodunda Ayazköy istasyonunda ise en düşük TDI değeri Şubat 2002 örneklemede 72,82 olarak kaydedilmiş, ikinci en düşük TDI değeri Nisan örneklemede 73,04 bulunmuştur. En yüksek TDI değeri aynı istasyonun Eylül 2001 örneklemede 96,78 olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu TDI değeri örnekleme döneminin de en yüksek değeri olmuştur. Ortalama TDI değeri Döllük istasyonunda 67,71 iken, Ayazköy istasyonunda 81,36 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.42.).



Şekil 4.42. 2001-2002 periyoduna ait Trofik Diyatome İndeksi sonuçları

2016-2017 örnekleme periyodunda Döllük istasyonunda en düşük TDI değeri Temmuz 2017’de 42,01 olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonun ikinci en düşük TDI değeri ise 57,62 olarak Ekim 2016 tarihinde kaydedilmiştir. Döllük istasyonunda en yüksek TDI değeri 73,79 olarak Kasım 2016 örnekleme tarihinde tespit edilmiştir. Ayazköy istasyonunda en düşük TDI değeri Mart 2017 örnekleme tarihinde 43,61 olarak bulunmuştur. En yüksek TDI değeri ise 86,82 olarak Eylül 2017 örnekleme tarihinde bulunmuş ve bu değer çalışma periyodundaki en yüksek TDI değeri olmuştur. Ortalama TDI değeri Döllük istasyonunda 61 iken, Ayazköy istasyonunda 71,14 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.43.).



Şekil 4.43. 2016-2017 periyoduna ait Trofik Diyatome İndeksi sonuçları

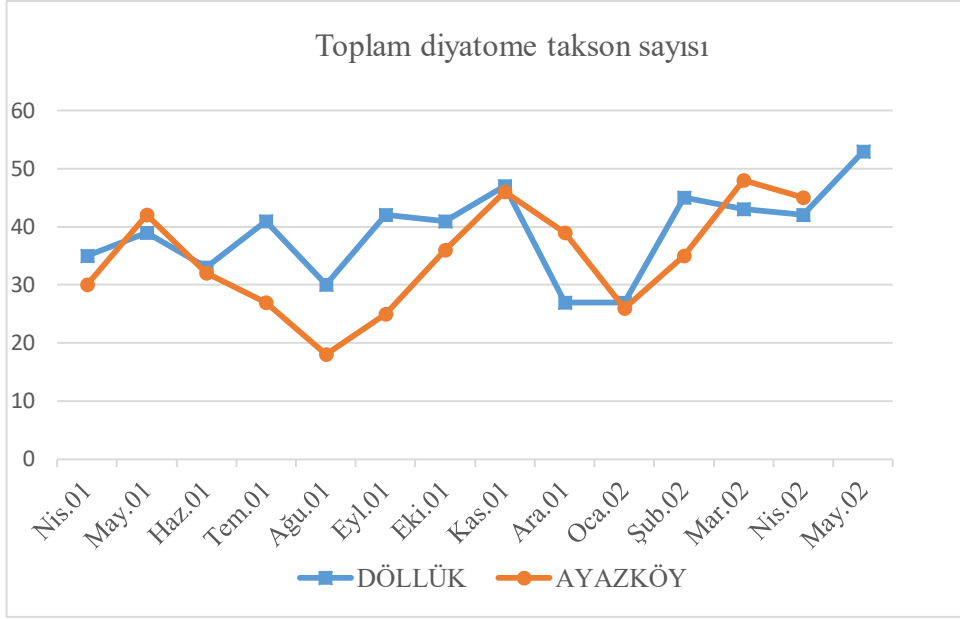
Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 ve 2016-2017 periyotlarında belirlenen 2 istasyonda aylık olarak yapılan örneklemelemlerde tespit edilen epipelik diyatomelemler kullanılarak TDI (Trofik Diyatome İndeksi) hesaplanmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nda hesaplanan TDI'nin yıllık ortalama değerlerine göre karşılık gelen su kalite sınıfları ortaya konmuştur. Çalışmada belirlenen yıllık ortalama TDI değeri 74,28 olmuştur. Bu değer Mustafakemalpaşa Çayı'nın 2001-2002 örneklemelemlerinde su kalitesinin yıllık ortalama TDI sonuçlarına göre IV. Sınıf yani ötrofik seviyede olduğunu göstermektedir. 2016-2017 döneminde yapılan çalışmada TDI indeksi yıllık ortalama değeri 66,29 olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre 2016-2017 periyodunda su kalite sınıfının IV. Sınıf yani ötrofik karakterde olduğu sonucuna varılmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nda hesaplanan 2001-2002 ve 2016-2017 periyodlarındaki TDI indeksi ve takson zenginliği minimum, maksimum, ortalama değerleri ile su kalite sınıfları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Mustafakemalpaşa Çayı'nın Trofik Diyatome İndeksi ve Takson Zenginliği sonuçlarının değerlendirilmesi

2001-2002 örnekleme periyodu	min.-maks.	yıllık ort.±st.sapma	su kalite sınıfı
Trofik Diyatome İndeksi (TDI)	53,40-96,78	74,28±10,56	III-V (IV)
Takson zenginliği	18-53	36,8±8,57	-
2016-2017 örnekleme periyodu	min.-maks.	yıllık ort.±st.sapma	su kalite sınıfı
Trofik Diyatome İndeksi (TDI)	42,01-86,82	66,29±11,11	II-V (IV)
Takson zenginliği	20-43	30,13±5,63	-

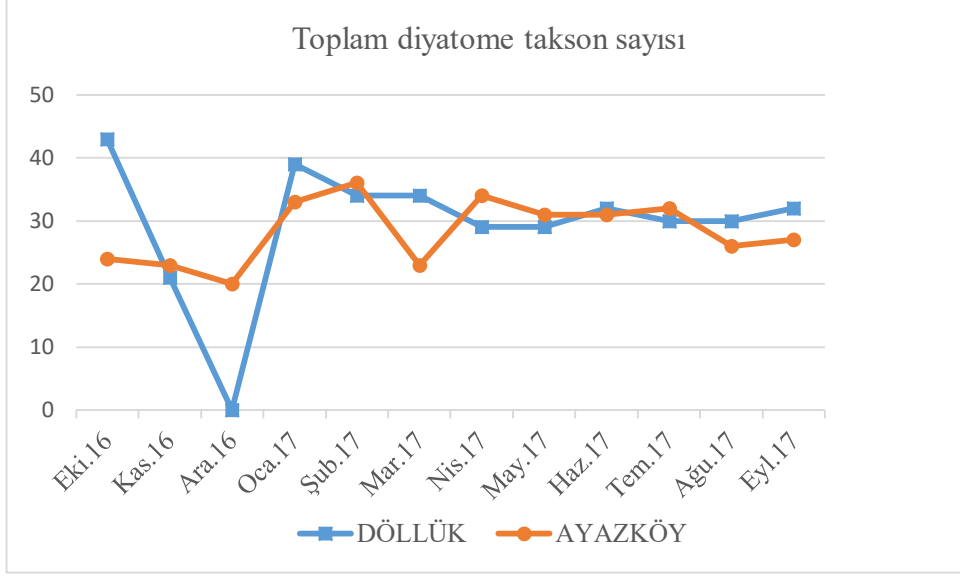
4.2.3. Takson zenginliği sonuçları

Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatome florasında 2001-2002 periyodunda her iki istasyonda toplam 100 diyatome taksonu tespit edilmiştir. Diyatome takson zenginliği değerleri 2001-2002 periyodunda 18 ile 53 arasında değişmiştir. Bu periyotta Döllük istasyonunda en düşük diyatome takson sayısı 27 olarak Aralık 2001 ve Ocak 2002 tarihlerinde kaydedilmiştir. En yüksek diyatome takson sayısı Mayıs 2002 tarihinde 53 olarak tespit edilmiş ve bu değer 2001-2002 periyodunda bir örneklemede kaydedilen en yüksek değer olmuştur. Ayazköy istasyonunda Ağustos 2001 örneklemede 18 olarak kaydedilen diyatome takson zenginliği değeri aynı zamanda 2001-2002 periyodunda bir örneklemede kaydedilen en düşük değer olmuştur. Ayazköy istasyonunda belirlenen en yüksek diyatome takson sayısı ise 48 olarak Mart 2002'de tespit edilmiştir (Şekil 4.44.)



Şekil 4.44. 2001-2002 periyoduna ait takson zenginliği sonuçları

2016-2017 örnekleme periyodunda Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatome florasında her iki istasyonda toplam 63 diyatome taksonu tespit edilmiştir. Bu periyotta diyatome takson zenginliği değerleri 20 ile 43 arasında değişmiştir. En yüksek değer Ekim 2016'da Döllük istasyonunda, en düşük değer Ayazköy istasyonunda Aralık 2016 örnekleme tarihinde kaydedilmiştir. Döllük istasyonunda en düşük diyatome takson sayısı Kasım 2016 örnekleme tarihinde 21 olarak, en yüksek diyatome takson sayısı Ekim 2016 tarihinde 43 olarak tespit edilmiştir ve bu değer 2016-2017 periyodunda bir örneklemede kaydedilen en yüksek diyatome takson zenginliği değeri olmuştur. Aynı periyotta Ayazköy istasyonunda kaydedilen en düşük diyatome takson sayısı 20 olarak Aralık 2016 tarihinde, en yüksek diyatome takson sayısı 36 olarak Şubat 2017 örnekleme tarihinde belirlenmiştir (Şekil 4.45.).



Şekil 4.45. 2016-2017 periyoduna ait takson zenginliği sonuçları

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan bu tez çalışmasında, epipelik diyatomelerin indikatör özelliklerinden yararlanılarak Trofik Diyatome İndeksi'nin (TDI) uygulanmasıyla çalışma alanının biyolojik su kalitesi ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde belirlenen iki örnekleme noktasından (Döllük ve Ayazköy) toplanan epipelik diyatomelerin tür kompozisyonu ortaya konmuş ve nisbi bolluk değerleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda suyun bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerinin ölçümü yapılarak Mustafakemalpaşa Çayı'nın fizikokimyasal özelliklerine göre de su kalitesi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim 2016) göre değerlendirilerek belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmada Nisan 2001 – Mayıs 2002 tarihleri arasında çalışma bölgesinin aynı istasyonlarından toplanan epipelik diyatomelerin tür kompozisyonları ve nisbi bolluk değerleri de ortaya konulmuş ve TDI indeksi uygulanmıştır. Bu kapsamda Mustafakemalpaşa Çayı'nda iki farklı örnekleme döneminde tespit edilen epipelik diyatome tür çeşitliliğinin karşılaştırılması ve diyatomelerin kullanıldığı TDI indeksi ile biyolojik su kalitesinin belirlenmesi sağlanarak, su kalitesinin uzun dönemdeki değişimi incelenmiştir. Orhaneli ve Emet Çayı'nın jeolojik yapısı ve havzanın zengin bor yataklarına sahip olması Mustafakemalpaşa Çayı'nın kimyasal kompozisyonunu etkilemektedir.

Havza zengin kireçtaşına sahip olduğundan dolayı akarsu sert su karakterinde ve alkali özellikte görülmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı'nda pH, her iki örnekleme döneminin değerleri düşünüldüğünde çok büyük farklılık göstermemektedir. 2001-2002 periyodunda yıllık ortalama pH değeri 8,32 iken, 2016-2017 periyodunda 8,35 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.). Bu değerler Mustafakemalpaşa Çayı suyunun alkali özellikte olduğunu göstermektedir. YSKY (Anonim 2016) yönetmeliğine göre pH değerleri açısından her iki örnekleme dönemi I. sınıf su kalitesinde bulunmuştur. Bazı diyatome türleri için suyun hafif alkali olmasının yayılış oranlarını artırdığı belirtilmiştir (Round 1959).

Elektriksel iletkenlik, suyun sıcaklığına ve tuzluluğuna paralel olarak artmaktadır (Barlas 2002). Aksu Çayı'nda yapılan bir çalışmada çok kirlenmiş sularda, yıllık ortalama

elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek ölçüldüğü belirtilmiştir (Kalyoncu ve ark. 2005). Bu çalışmada her iki periyodun EC değerleri birbirine yakın olarak bulunmuştur. 2001-2002 örnekleme döneminde yıllık ortalama EC değeri $620,11 \pm 122,67 \mu\text{S}/\text{cm}$, 2016-2017 örnekleme döneminde bu değer $639,225 \pm 154,28 \mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. YSKY'ye (Anonim 2016) yıllık ortalama EC değerleri açısından Mustafakemalpaşa ayı her iki periyotta II. sınıf su kalite sınıfında bulunmuştur. Akarsu bölgesinde yoğun tarımsal faaliyetlerin olması, tarımsal drenajın etkisiyle elektriksel iletkenliğin arttığı belirtilmiştir (Welch ve ark. 1977). Mustafakemalpaşa ayı etrafında da yoğun tarım arazilerinin olması elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Oksijen, suda orta derecede çözünebilen bir gazdır. Çözünmüş oksijenin suda varlığı, sucul hayatın devamı ve suyun kalitesi açısından temel öneme sahiptir. Bundan dolayı, oksijen en çok kullanılan su kalitesi parametresidir. Doğal sulardaki çözünmüş oksijen miktarı, sıcaklık ve tuzluluk gibi fiziksel şartlara bağlı olarak değişir. Sıcaklık ve tuzluluk arttıça suda çözünen oksijen azalır. $4 \text{ mg}/\text{L}$ 'den düşük derişimlerin, sudaki çoğu canlı üzerinde tahrip edici etki yaptığı gözlenmiştir (MEB 2011). Akarsularda çözünmüş oksijen yaz aylarında suyun üst kısmında daha fazla olurken, alt kısımlarında daha azdır (Cirik ve Cirik 2005). Çalışmamızda 2001-2002 periyodunda çözünmüş oksijen değerlerinin yıllık ortalaması $11,04 \pm 3,09 \text{ mg}/\text{L}$, 2016-2017 periyodunda ise $9,64 \pm 2,68 \text{ mg}/\text{L}$ olarak ölçülmüştür. Mustafakemalpaşa ayı çözünmüş oksijen konsantrasyonları açısından YSKY'ye (Anonim 2016) göre her iki örnekleme periyodunda I. sınıf su kalitesinde bulunmuştur.

Alg büyümesini sınırlayabilen ya da arttırabilen besin tuzlarının en önemlilerinden biri azottur. Sulardaki azotun normal değerleri $1 \text{ mg}/\text{L}$ ile $10 \text{ mg}/\text{L}$ arasında değişmekte ve sularda N_2 , NO_2 , NO_3 ve NH_4 şeklinde bulunmaktadır. Ancak sucul ortamda birçok organizma azotu doğrudan kullanamamaktadır (Cirik ve Cirik 2005). Nitrat azotu, azotun oksijence zengin sularda yaygın olarak görülen şeklidir. Çevresel koşullara bağlı olarak sel ve organik madde kirliliğinde artış göstermektedir (Tanyolaç 2000). Ötrofik sularda azot miktarı yüksek, oligotrofik sularda ise oldukça düşüktür. Bizim bulgularımızda nitrat azotunun yıllık ortalama değerleri 2001-2002 periyodundaki değeri $2339 \pm 2390 \mu\text{g}/\text{L}$, 2016-2017 periyodundaki değeri ise $534,98 \pm 242,02 \mu\text{g}/\text{L}$ olarak ölçülmüştür (izelge

4.1., Çizelge 4.2.). YSKY (Anonim 2016) yönetmeliğine göre yıllık ortalama nitrat azotu değerlerine göre her iki örnekleme dönemi I. sınıf su kalitesinde bulunmuştur.

Mustafakemalpaşa Çayı'yla taşınan evsel atıksuyla besi maddesi taşınımı ötrofikasyon problemine gittikçe artan bir şekilde katkı koymaktadır. Dodds ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, nehir ve akarsular için toplam azot değerlerine göre trofik seviyelerini belirlemişlerdir. Bu değer 700 µg/L'nin altında ise suyun oligotrofik karakterde, 700 ile 1500 µg/L arasında ise mesotrofik karakterde, 1500'ün üzerinde ise ötrofik karakterde olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada 2001-2002 periyodunda yıllık ortalama toplam azot değeri $4979,5 \pm 3180$ µg/L, 2016-2017 periyodunda ise $1498,65 \pm 477,95$ µg/L olarak ölçülmüştür. Dodds ve ark.'a (1998) göre yaptığımız çalışmanın her iki periyodunda yıllık ortalama toplam azot değerleri 1500 µg/L'nin üzerinde bulunduğu için ötrofik karakterde olduğu söylenebilir. Bu değerler YSKY (Anonim 2016)'ye göre 2001-2002 periyodunun II. sınıf su kalitesinde olduğunu 2016-2017 periyodunun I. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

Doğal sulardaki fosfor yoğunluğu, havzanın jeolojik yapısına ve suya karışan organik madde miktarına bağlıdır. Sulardaki fosfat fosforunun normal değerleri 0,05 mg/L ile 0,3 mg/L arasında değişmektedir (Cirik ve Cirik 2005). Mustafakemalpaşa Çayı'nda fosfat fosforunun 2001-2002 periyodunda yıllık ortalaması 194 ± 230 µg/L, 2016-2017 periyodunda yıllık ortalaması ise $123,28 \pm 60,73$ µg/L olarak ölçülmüştür. YSKY (Anonim 2016) yönetmeliğine göre 2001-2002 periyodunun su kalitesi fosfat fosforu yıllık ortalamasına göre III. sınıf, 2016-2017 periyodunun su kalitesi II. sınıf olarak bulunmuştur. 2001-2002 periyodunda fosfat fosforu değerinin yüksek çıkması ve su kalite sınıfının düşük bulunmasının nedeni, suya karışan evsel ve endüstriyel atıksu girişine ve çalışma bölgesi etrafındaki yoğun tarımsal aktivitelere bağlanabilir. Sulardaki fosfor miktarı 0.30 mg/L'nin üzerinde çıkması durumunda suyun kirlenmiş sayılacağı ifade edilmiştir (Nisbet ve Verneaux 1970).

Fosforun akarsulardaki değeri sınırlı olup, miktarını etkileyen en önemli etmenler atık sular ve gübredir (Cirik ve Cirik 2005). Tarımsal ve evsel atıklar, deterjanlar suya karışarak fosfor miktarını arttırır. Sucul ortamlarda azot ve fosfor miktarının artması

ötrofikasyona neden olmaktadır (Tanyolaç 2000). Dodds ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, toplam azot değerlerinin yanısıra toplam fosfor değerlerine göre de nehir ve akarsuların trofik seviyelerini belirlemişlerdir. Toplam fosfor değeri 25 µg/L'nin altında olan akarsular oligotrofik seviyede, 25 µg/L ile 75 µg/L arasında ise mesotrofik seviyede, 75 µg/L'nin üzerinde ise ötrofik seviye olduğunu belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı'nın toplam fosfor değeri 2001-2002 periyodunda yıllık ortalama olarak 3440±4880 µg/L ölçülmüş, 2016-2017 periyodunda ise 202,74±65,13 µg/L olarak ölçülmüştür. Dodds ve ark.'a (1998) göre yaptığımız çalışmanın her iki periyodunda yıllık ortalama toplam fosfor değerleri 75 µg/L'nin çok üzerinde bulunduğu için Mustafakemalpaşa Çayı'nın trofik durumunun ötrofik seviyede olduğu söylenebilir. YSKY (Anonim 2016)'ye göre toplam fosfor değerlerinin yıllık ortalaması 2001-2002 periyodunda IV. sınıf su kalitesini, 2016-2017 örnekleme periyodunun III. sınıf su kalitesinde olduğunu işaret etmektedir.

Diyatomelerin en önemli özelliği hücre çeperinin büyük oranda silis içermesidir. Bazı diyatome grupları için (*Melosira*, *Tabellaria*, *Asterionella*) SiO₂ değeri sınırlayıcı faktör olmaktadır. Bu diyatome gruplarının aşırı çoğalması sırasında suda bulunan SiO₂'in kullanılmasıyla, büyük oranda suyun SiO₂ derişimi azalır (Tanyolaç 2011). 2001-2002 örneklemesinde yıllık ortalama SiO₂ değeri 2,36±0,84 mg/L iken, 2016-2017 örneklemesinde 0,66±0,15 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre 2001-2002 periyodunun su kalitesinin YSKY'de (Anonim 2016) izin verilen yıllık ortalamanın (1830 µg/L) ve yıllık maksimum çevresel kalite standartının (1830 µg/L) üzerinde olduğu, 2016-2017 periyodunda ölçülen SiO₂ değerlerine göre ise yıllık ortalama çevresel kalite standartının altında (1830 µg/L) olduğu tespit edilmiştir.

Alglerin gelişmesi için demir önemli rol oynamaktadır. Suyun demir konsantrasyonunun 1 mg/L ile 3 mg/L arasında bulunmasının, alg gelişimini arttırdığı bilinmektedir. 2001-2002 periyodunun yıllık ortalama Fe değeri 665,2±1123,54 µg/L, 2016-2017 periyodunun yıllık ortalama değeri 793,89±873,98 µg/L olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki periyodunda da YSKY'de (Anonim 2016) izin verilen yıllık ortalamanın (36 µg/L) ve yıllık maksimum çevresel kalite standartının (101 µg/L) üzerinde olduğu belirlenmiştir.

İki periyot arasında en çok farklılık gözlenen fizikokimyasal değerlerden biri bor derişimi olmuştur. 2001-2002 periyodunun yıllık ortalama bor değeri $0,76\pm 0,74$ mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değerler YSKY’de (Anonim 2016) izin verilen yıllık ortalama değerin ($707 \mu\text{g/L}$) üzerinde bulunmuş ancak bu yönetmelikte izin verilen yıllık maksimum değerin ($1472 \mu\text{g/L}$) altında tespit edilmiştir. Bor derişimi 2016-2017 periyodunda ise $9,32\pm 6,32$ mg/L olarak ölçülmüştür. 2016-2017 örnekleme periyodunda ölçülen yıllık ortalama bor derişimleri ise YSKY (Anonim 2016)’da izin verilen yıllık ortalamanın ($707 \mu\text{g/L}$) ve yıllık maksimum çevresel kalite standartı değerinin ($1472 \mu\text{g/L}$) üzerinde bulunmuştur. Özellikle yağışlı mevsimlerde yağmur ve kar suyu ile birlikte yüzeyden süzölen sular bor ve arseniği de birlikte getirmekte bu durumda yer altı suyunun kompozisyonunu etkilemektedir (Arslan 2013). Emet Çayı’nın yüksek bor konsantrasyonunun jeolojik yapısına bağlı olduğu bilinmekte ve 2004 yılından sonra bor içeriği açısından artış gözleendiği bildirilmektedir. Çünkü aynı yılda ve 2012 yılında iki tane Borik Asit Fabrikası kurulmuştur (Semiz 2014). Mustafakemalpaşa Çayı daha önce belirtildiği gibi Orhaneli ve Emet Çay’larının birleşmesiyle oluşmaktadır. Mustafakemalpaşa Çayı’nın da bor değerleri 2004 yılına kadar düşük çıkmışken 2004 yılından sonra değerlerde ciddi artış gözlenmiştir. Emet Çayı’ndan gelen yüksek bor içeriği Mustafakemalpaşa Çayı’nın kalitesini bozmuş, sonuç olarak da Uluabat Gölü’nü etkileyebileceği açıklanmıştır (Semiz 2014).

Emet havzasının hem toprakları hem de dere suları, gerek ulusal gerekse dünya çapındaki raporlara kıyasla arsenik bakımından oldukça zengindir (Özkul ve ark. 2015). Emet ve Orhaneli havzasındaki arsenik konsantrasyonu değişimi, Mustafakemalpaşa Çayı’nı olumsuz etkilemektedir. Arsenik kompozisyonu bazı canlılar için önemlidir, ancak yüksek miktarda olması toksik etki yaratmaktadır (Reimann ve de Caritat 1998). Çalışmada ölçölen As değerleri 2001-2002 örneklemesinde yıllık ortalama $50,17\pm 33,53$ $\mu\text{g/L}$, 2016-2017 örneklemesinde ise $85,55\pm 47,71$ $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. 2001-2002 periyodu değerlerine göre YSKY (Anonim 2016)’nde izin verilen yıllık ortalama değerinin ($53 \mu\text{g/L}$) üzerinde bulunmuş, 2016-2017 periyodu değerlerine göre yıllık ortalamanın ($53 \mu\text{g/L}$) ve yıllık maksimum çevresel kalite standartının ($53 \mu\text{g/L}$) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Omwene ve ark. (2019) Mart, Temmuz ve Ekim 2017’de yaptıkları çalışmada Emet Çayı’nın As değerlerini $1,88-1907$ mg/L olarak bulmuş, B değerlerini ise

0,01-1900 mg/L olarak bulmuşlardır. Orhaneli Çayı'nın ise As değeri 5,17-116 µg/L olarak ölçülmüş, B değerini ise 0,01-5,45 µg/L olarak ölçmüşlerdir. Orhaneli ve Emet Çayı'nda bulunan kömür ve bor madenleri Mustafakemalpaşa Çayı'nın kimyasal yapısını olumsuz etkilemektedir.

Çalışmanın iki örnekleme periyoduna ait epipelik diyatome takson sayıları karşılaştırıldığında zamana bağlı olarak takson sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı epipelik diyatome florasında 2001-2002 örnekleme periyodunda 40 cinse ait toplam 100 takson, 2016-2017 örnekleme periyodunda 31 cinse ait toplam 63 takson tespit edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca yıllık ortalama takson zenginliği değerleri 2001-2002 periyodunda 37 takson, 2016-2017 periyodunda 30 takson olmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 örnekleme periyodunda epipelik diyatomelerden 40 cinse ait 100 takson belirlenmiş, çalışmada en çok takson sayısı *Nitzschia* (16 takson), *Navicula* (9 takson), *Cymbella* (8 takson), *Gomphonema* ve *Surirella* (5'er takson), *Caloneis*, *Cocconeis*, *Tryblionella* ve *Ulnaria* (4'er takson) cinslerine ait bulunmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda ise epipelik diyatomelerden 31 cins belirlenmiş, en çok takson sayısı *Nitzschia* (8 takson), *Ulnaria* (6 takson), *Cymbella* ve *Gomphonema* (5'er takson), *Navicula* (4 takson) cinslerine ait olmuştur. Bacillariophyta üyelerine sucül ekosistemlerde, ekolojik toleranslarının yüksek olmasından dolayı sık ve yaygın olarak rastlanmakta, primer üretime katkı sağlamasıyla en önemli organizmaları oluşturmaktadır (Morkoyunlu ve ark. 2017). Ülkemizdeki akarsularda yapılan çoğu çalışmalarda Bacillariophyta'nın tür çeşitliliği ve sayısı bakımından en baskın grup olduğu birçok araştırmacı tarafından açıklanmıştır (Barlas ve ark. 2001, Dere ve ark. 2002, Atıcı ve ark. 2003, Kalyoncu 2006, Çiçek ve ark. 2010, Kıvrak ve Gürbüz 2010, Taş ve ark. 2015, Soylu 2015). Diyatomelerin nisbi bollukları kış aylarında genellikle düşük seviyede bulunmuş, sıcaklığın yükseldiği bahar ve yaz aylarında nispeten küçük artışlar gözlenmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı; Orhaneli ve Emet Çaylarından gelen kirletici kaynaklara maruz kalan bölge olduğu için, çoğu taksonun nisbi bolluklarında ani iniş ve çıkışlar görülmüştür. Bu yüzden çalışma periyotlarının her ikisinde de epipelik diyatomelerin bir türün yoğunluğundan bahsetmek mümkün olmamıştır.

Nitzschia frustulum ve *Ulnaria ulna* 'nın Mustafakemalpaşa Çayı'nda her iki periyodun istasyonlarında tekerrür oranları %83 ile %100 arasında değişerek devamlı mevcut bulunmuş ve nisbi bollukları bakımından da en baskın olan taksonlardan olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte florada yaygın olarak bulunan ve önemli nisbi bolluk değeri olan diğer taksonlardan bazıları *Achnanthis minutissimum*, *Amphora ovalis*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis pediculus*, *Cymbella affinis*, *Diatoma moniliformis*, *Diatoma vulgare*, *Melosira varians*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula tripunctata*, *Navicula veneta* ve *Rhoicosphenia abbreviata* olarak tespit edilmiştir. Sıvacı ve Dere (2006), Melendiz Çayı'nda yaptıkları çalışmada epipelik diyatomeleleri incelemişler ve *Achnanthis*, *Amphora* ve *Navicula* cinslerine ait türlerin florada dominant olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışma periyotları boyunca önemli tekerrür oranına ve nisbi bolluk değerine ulaşan *Achnanthis minutissimum* türü, 2001-2002 periyodunda nispeten yüksek nisbi bolluk değerine ulaşmıştır (%12,5). Aynı periyodun sadece Temmuz ve Ağustos aylarında, 2016-2017 periyodunda ise sadece Kasım ve Aralık aylarında rastlanmamıştır. *Achnanthis minutissimum* taksonu organik kirliliğe ve ötrofikasyona toleranslı, oligotrofik ortamların dominant organizması olarak kabul edilir (Lange-Bertalot 1979, Barlas 1988, Kelly ve Whitton 1995). Epipelik diyatomeleleri tespit ederek Nilüfer Çayı'nda yapılan çalışmada bu taksonun organik ve inorganik kirlilikten önemli ölçüde etkilendiğini açıklanmıştır (Dere ve ark. 2006). Çayın ötrofik karakterde olması nedeniyle bu tür her iki örnekleme periyodunda nispeten yüksek değerlerde bulunmuştur. *Amphora ovalis* çalışma periyotları boyunca %58 ile %100 arasında tekerrür oranlarına sahip taksonlardan biri olarak bulunmuştur. *Amphora ovalis* taksonu organik yönden az kirlenmiş sulardan, orta düzeyde kirlenmiş sulara kadar gelişim göstermektedir (Cox 1996). *Amphora pediculus* her iki periyotta da nisbi bolluk değerleri yüksek bulunan devamlı mevcut taksonlardandır. *Cymbella affinis* taksonu özellikle 2016-2017 periyodunda nispeten yüksek nisbi bolluk değerine sahip olmuştur (%18,16). Taylor ve ark. (2007), bu türü mesotrofikten ötrofiğe kadar kirliliği olan alkali sularda baskın olarak bulmuşlardır. *Cymbella affinis* akarsuların üst bölgelerinde, pH 7'den yüksek ortamlar ve temiz sularda bulunduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Cox 1996, Kelly 2000, Gürbüz ve Kıvrak 2002, Çiçek ve ark. 2010). Mustafakemalpaşa Çayı'nın pH

değeri 2001-2002 periyodunda ortalama olarak 8,32 değerinde, 2016-2017 periyodunda ise 8,35 değerinde bulunmuştur. Bu değerler çayın alkali özelliğe olduğunu ve *Cymbell affinis* türünün yaygın olarak bulabileceğini göstermektedir. *Diatoma vulgare* 2001-2002 çalışma periyodunun Döllük istasyonunda önemli nisbi bolluk değerine ulaşmıştır (% 17,02). *Diatoma vulgare* Cox'a (1996) göre besince orta derecede zengin sularda iyi gelişim göstermektedir. Aynı zamanda da yüksek nitrat konsantrasyonunda iyi gelişimleri bildirilmiştir (Patrick ve Reimer 1966, 1975). Yapılan bir çalışmada çözünmüş oksijenin 8,1 mg/L ile 11,4 mg/L aralığında değişim gösterdiği bir istasyonda *Diatoma vulgare* taksonu oldukça yaygın olarak görülmüştür (Battezzare ve ark. 2003). Mustafakemalpaşa Çayı'nın çözünmüş oksijenin 2001-2002 periyodunda yıllık ortalama değeri 11,04 mg/L, 2016-2017 periyodunda ise 9,64 mg/L olarak ölçülmüştür. Yapılan diğer çalışmadaki ölçüm sonuçları ile yaklaşık değerler göstermiştir.

Gomphonema olivaceum taksonu her iki periyotta çoğunlukla mevcut bulunmuştur. Türün nispeten yüksek bulunan nisbi bolluk değeri 2016-2017 periyodunda % 13,74 olarak tespit edilmiştir. Tokatlı ve Dayıoğlu (2011) yaptıkları indeks çalışmalarına göre *Gomphonema olivaceum* taksonunu baskın olarak bularak beta alfa mesosaprofik ve ötrofik suların karakteristik türü olduğu sonucuna varmışlardır. Krammer ve Lange-Bertalot (1986)'a göre ise ekolojik karakter bakımından düşünüldüğünde bu taksonun farklı trofik seviyelerde yaşayabildiğini açıklamıştır.

Mustafakemalpaşa Çayı'nın her iki periyodunda en fazla takson sayısına sahip bulunan cins *Nitzschia* olmuştur. *Nitzschia frustulum* türü diğer taksonlara göre çalışma periyotlarında daha yoğun bulunmuş, en yüksek organizma yoğunluğuna 2016-2017 periyodunun Temmuz örneklemeğinde ulaşmıştır (% 33,3). Aynı zamanda bollukları ve tekerrür oranları bakımından her iki periyodun en baskın olan taksonlarından biri olarak bulunmuştur. *Nitzschia palea* türü 2001-2002 periyodunda nispeten yoğun olarak bulunmuştur (% 19,1). Birçok araştırmacı *Nitzschia palea*'nın organik kirliliğin önemli bir indikatörü olduğu (Kelly 1998, Soininen 2002), ayrıca yüksek nitrat konsantrasyonunda gelişim gösterdiğini açıklamıştır (Patrick ve Reimer 1966, 1975). Ayrıca pH derecesinin yüksek olduğu sularda iyi gelişim gösterdiği ifade edilmiştir (Round 1993). *Nitzschia* cinsine ait taksonlardan çoğu besin tuzları bakımından zengin

sularda yaygın olarak bulunan indikatör organizmalardandır (Winter ve Duthie 2000). *Nitzschia* cinslerine ait taksonların yüksek fosfat miktarının olduğu yerlerde arttığı bildirilmiştir (Round 1993).

Ulnaria ulna çalışma dönemlerinde devamlı mevcut bulunan ve önemli nisbi bolluk değerine sahip türlerden olmuştur. Türün en yüksek nisbi bolluk değerine 2016-2017 örneklemeğinde ulaşılmıştır (% 24,8). Soininen ve Niemela (2002)' ya göre *Ulnaria ulna* meso-ötrofik sularda gelişim gösterdiği, Round (1993)'e göre ise aşırı kirlenmiş akarsularda yaygın olarak bulunan indikatör türlerden olduğu açıklanmıştır. 2001-2002 periyodunda oldukça düşük nisbi bolluk değerinde bulunurken, 2016-2017 periyodunda kirliliğin artmasıyla birlikte türün nisbi bolluğu nispeten artmıştır. *Rhoicosphenia abbreviata* taksonu çalışma periyotlarında devamlı mevcut bulunup, yüksek nisbi bolluk değerine 2016-2017 periyodunun Ağustos örneklemeğinde ulaşmıştır (% 42,7). *Rhoicosphenia abbreviata* kirliliğe toleranslı bir tür olduğu bilinmektedir (Cox, 1996). Ayrıca yüksek kirlilik seviyelerine karşı dayanıklı indikatör bir takson olduğu ifade edilmektedir (Krammer ve Lange-Bertalot 1999).

Akarsu çalışmalarında Bacillariophyta üyelerinden sentrik diyatomelerin tür çeşitliliği pennat diyatomelere göre daha az bulunmuştur. Sentrik diyatomelerden toplamda 3 takson tespit edilmesine rağmen, nisbi bolluk değerleri pennat diyatomelerden daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada sentrik diyatomelerin tür çeşitliliği az olmakla birlikte özellikle *Cyclotella meneghiniana* çalışma dönemlerinin en yüksek nisbi bolluk değerine 2001-2002 periyodunda ulaşmıştır (%64). Ayrıca akarsularda çok sık görülen kozmopolit bir tür olduğu belirtilmiştir (Krammer ve Lange-Bertalot 1991, Finlay ve ark. 2002). Sentrik diyatomelerden *Melosira varians* taksonu çalışma periyotlarında tekerrür oranı bakımından devamlı mevcut bulunmuş, pennat diyatomelere göre nispeten önemli nisbi bolluk değerine 2016-2017 periyodunda ulaşmıştır (% 24,2). Cox'a (1996) göre, bu taksonun özellikle ötrofik sularda baskın olarak bulunduğu açıklanmıştır. Yurdumuzda birçok çalışmada *Melosira varians* taksonuna rastlanmış ve geniş yayılım gösteren kozmopolit bir tür olduğu bilinmektedir (Şahin 2003, Çiçek ve ark. 2010, Kıvrak ve Gürbüz 2010). Karacaoğlu (2006), yaptığı doktora çalışmasında Emet Çayı epipelik diyatomelerini kullanarak Çay'ın kirlilik düzeyini belirlemiş, pennat diyatomelerin

bolluk ve tekerrür değerlerinin sentrik diyatomelelerden daha önemli olduğunu bulmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı'nda baskın olan türler, bu suyun nispeten organik maddeler bakımından zengin olduğunu göstermiştir.

Çalışma periyotlarında Mustafakemalpaşa Çayı'nın biyolojik su kalite sınıfını belirlemek için Trofik Diyatome İndeksi (TDI) uygulanmıştır. 2001-2002 periyodunda TDI indeksi değerleri 53,40 ile 96,78 arasında değişmiş, yıllık ortalama TDI indeksi değeri ise 74,28 olarak bulunmuştur. Bu değer IV. sınıf su kalitesini ve ötrofik koşulları işaret etmektedir. 2016-2017 periyodunda TDI indeksi değerleri 42,01 ile 86,82 arasında değişmiş, yıllık ortalama TDI değeri 66,29 olarak bulunmuştur. Bu değerler de IV. sınıf su kalitesini ve çalışma bölgesinin ötrofik koşullarda olduğunu göstermektedir. TDI indeksine göre her iki örnekleme periyodunda Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalite sonuçları benzer değerler göstermiştir. Ancak her örnekleme periyodunda TDI indeksi değerlerinin değişiklik göstermesi, her bir örneklemede tespit edilen dominant taksonların farklı olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Kelly 2002). TDI indeksi akarsuların besin tuzu konsantrasyonlarına diyatome türlerinin hassasiyetine ve fosfatın etkisini tespit etmek için geliştirilmiş önemli metriklerdendir (Kelly ve Whitton 1995, Kelly 1998). TDI indeksi birçok araştırmacı tarafından su kalite sınıfını belirlemek için kullanımının uygun olduğu açıklansada bazı akarsularda ise uygun olmadığı ifade edilmiştir. Bu durumun nedeni tespit edilen diyatome taksonlarının o akarsuda bulunmadığı ve o bölgenin gerçek ekolojik toleransını yansıtmadığı ile açıklanmıştır (Jüttner ve ark. 2003, Tang ve ark. 2006). TDI indeksi kirlilik seviyesinin gösterildiği bir metriktir (Kelly ve ark. 2001). Tokatlı (2012), Gürleyik Çayı'nda epipelik diyatomeleler kullanarak yaptığı çalışmada TDI'ne göre çayın mezo-ötrofik seviyede olduğunu tespit etmiş, tarımsal faaliyetlerin organik kirliliğe neden olduğunu ifade etmiştir.

Çalışma periyotlarında takson zenginliği oldukça farklılık göstermiştir. 2001-2001 periyodunda toplam takson sayısı 100 iken, 2016-2017 periyodunda düşerek 63 takson olarak belirlenmiştir. Ağır metallerin ve kirliliğin zamanla artması, 2016-2017 periyodunun diyatome takson zenginliği 2001-2002 periyoduna göre oldukça azaldığı söylenebilir. Araştırmamızda genel olarak fizikokimyasal değerlerin her iki periyotta farklılık gösterdiği, özellikle Mustafakemalpaşa Çayı'nı etkileyen bor, demir, arsenik

değerlerinin arttığı ve bu artışa bağlı olarak takson sayısının azaldığı saptanmıştır. Kirlenmelerin artışı geniş toleransı olan türlerin yoğun olmasına, toleransı dar olan taksonların ise ortamdaki yok olmasına neden olmaktadır (Cox 1996, Lange-Bertalot 1979). Sadece 2001-2002 periyodunda bulunan türlerden *Sellaphora pupula* periyodun en yüksek ikinci nisbi bolluk değerine sahip taksonu olmuştur. (% 60,3). Bu taksonun ağır kirlilik koşullarında görüldüğü ve geniş toleransa sahip olduğu açıklanmıştır (Taylor ve ark. 2007).

Bursa ilinin önemli su kaynaklarından birini oluşturan Mustafakemalpaşa Çayı, ülkemizin önemli Ramsar alanlarından biri olan Uluabat Gölü'nü besleyen ana kaynak olması sebebiyle de büyük öneme sahiptir. Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesi ve ağır metal içeriği ile ilgili önceki yıllarda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır (Şentürk 2003). Bununla birlikte Mustafakemalpaşa Çayı'nda alg florasını belirlemeye yönelik önceki yıllarda yapılmış kayıtlı bir çalışma mevcut değildir. Yapılan bu tez çalışması ile Çay'ın epipelik diyatome florası ortaya konmuş, aynı zamanda epipelik 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.

Bu tez çalışmasında, Mustafakemalpaşa Çayı'nın diyatome kompozisyonunun ülkemizdeki diyatome florasında kozmopolit ve yaygın olarak bulunan taksonlardan oluştuğu saptanmıştır (Aysel 2005, Bingöl ve ark. 2007, Maraşlıoğlu ve ark. 2016). Mustafakemalpaşa Çayı'nın çoğunlukla ötrofik veya kirlenmiş suları tercih eden taksonları, kısmen de oligo-mezotrofik karaktere sahip taksonların bulunduğu tespit edilmiş ve meydana gelen organik kirlilik epipelik diyatomelerin çeşitliliğini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca diyatome kompozisyonunun şekillenmesinde çayın mevcut

fizikokimyasal koşullarının zamanla değiştiği ve etkili olduğu anlaşılmıştır. Avrupa ve Amerika'da sanayi devriminden sonra kirlenen ve ötrofikasyona uğrayan pek çok akarsuyun kurtarılmasına yönelik çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır. Akarsuların doğal durumuna dönebilmesi için kirleticilerin önünün kesilmesi ve besleyici tuzları sınırlandırmak gerekmektedir. Günümüzde yoğun yerleşim ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan atık suların mutlaka arıtım istasyonlarından geçirilerek kirliliğin azaltılması gerekmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı'nın kirletici kaynaklarından en önemlileri evsel ve tarımsal atıklar olduğu için arıtım istasyonlarının kurulmasıyla çayın iyileştirilmesi yönünde çalışmalar geliştirilmelidir.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda 2001-2002 örnekleme periyodunda TDI indeksi yıllık ortalaması 74,28 olmuştur. 2016-2017 örnekleme periyodunda TDI indeksi yıllık ortalaması 66,29 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 yıllık ortalama değerlerinin daha yüksek bulunduğu ortaya çıkmıştır. Ayazköy istasyonu konumu itibarıyla 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 fosfat değerlerinin, hem de TDI değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. TDI indeksi taksonların fosfat hassasiyetlerine bağlı olarak akarsularda trofik seviyenin belirlenmesi için geliştirilmiş bir indeks olduğu bilinmektedir. 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.

KAYNAKLAR

- Altuner, Z., Pabuçcu, K. 1994.** Köprüçay-Deliçermik Alg Florası-II, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1(2): 95-115.
- Anonim, 2000.** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council Of 23 October 2000.
- Anonim, 2016.** Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, Tarihi: 10.08.2016, Sayı: 29797.
- Anonim, 1998.** Wef. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC: American Public Health Association, American Water Work Association, Water Environment Federation, 252 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.
- Ateş, H., Ertan, Ö.O., 2017.** Pırgözü Kaynağı (Yenişarbademli, Isparta - Türkiye)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Epilitik Algleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(2): 211-219.
- 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., 2016.** Non – Silica Algae Of Seydisuyu Stream Basin (Eskişehir, Turkey). *Biological Diversity And Conservation*, 9(3): 84-90.
- Atıcı, T., Udoh, A. U. 2016.** Indicator Algae of Adrasan Stream (Antalya) Turkey, *Sinop Uni J Nat Sci.*, 1(2): 135-149.
- Atıcı, T., Yılmaz, M., Gül, A., Kuru, M. 2003.** Delice Irmağı Algleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 9-17.
- Aysel, V. 2005.** Check-List of The Freshwater Algae of Turkey, *J. Black Sea/ Mediterranean Environment*, 11: 1-124.
- Barlas, M. 1988.** Limnologische Untersuchungen an der Fulda Unter Besonderer Berücksichtigung der Fischparasiten, Ihrer Wirtsspektren und der Wassergüte. Dissertation. Universtat Kassel. 138pp.
- Barlas, M., Mumcu, F., Solak, C. N., Çoban, O. 2002.** Akçapınar Deresi ve Gökova Kadın Azmağı Deresi (Muğla) Epilitik Algleri Üzerine Bir Araştırma. XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Malatya.

Barlas, M., Mumcu, M. F., Dirican, S., Solak, C. 2001. Sariçay (Muğla-Milas)'da Yaşayan Epilitik Diyatomeelerin Su Kalitesine Bağlı Olarak İncelenmesi, IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, IV: 313-322, Bodrum.

Battegazzore, M., Gallo, L., Lucadamo, L., Morisi, A. 2003. Quality of the main watercourses in the Pollino National Park (Apennine Mts, S Italy) on the basis of the diatom benthic communities, Studi Trentini di Scienze Naturali, *Acta Biologica*, 80: 89-93.

Bingöl, A., N., Özyurt, M. S., Dayıoğlu, H., Yamık, A., Solak, C. N. 2007. Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleri, *Ekoloji*, 15(62): 23-29.

Bingöl, N.A., Özyurt, M. S., Dayıoğlu, H., Solak, C. N., Lelebici, S. 2006. Porsuk Nehri (Kütahya) Diyatomelerine Bağlı Saprobi İndeksinin Belirlenmesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran, Kuşadası-Aydın.

Cirik, S., Cirik, Ş. 2005. Limnoloji. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No: 21, İzmir, Türkiye. 166 s.

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

Çetin, A. K. 2008. Epilithic, Epipellic, and Epiphytic Diatoms in the Goksu Stream: Community Relationships and Habitat Preferences, *Journal of Freshwater Ecology*, 23(1): 143-149.

Çetin, M., Taş, B. 2012. Biyolojik Orijinli Tek Doğal Mineral: Diyatomit, *Tübvav Bilim Dergisi*, 5(2): 28-46.

Çiçek, N. L., Ertan, Ö. O. 2012. Köprüçay Nehri Epilitik Alg Çeşitliliğinin Bazı Fizikokimyasal Değişkenlerle İlişkisi, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1): 22-41.

Çiçek, N.L., Ertan, Ö.O., 2015. Köprüçay Nehri (Antalya) Su Kalitesinin Epilitik Diyatomlarla Belirlenmesi. *Ege J Fish Aqua Sci.*, 32(2): 65-78.

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

Dalkıran N., 2006. Orhaneli Çayının Epilitik Diyatomeleri ile Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi Yoluyla Kirlilik Düzeyinin Saptanması. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

Dere, Ş., Karacaoğlu, D., Dalkıran, N. 2002. A Study on the Epiphytic Algae of the Nilüfer Stream (Bursa), *Turk J. of Botany*, 26: 219-233.

- Dere, Ş., N. Dalkıran, D. Karacaoğlu, A. Elmacı, B. Dülger, E. Şentürk. 2006.** Relationships Among Epipelagic Diatom Taxa, Bacterial Abundances and Water Quality in a Highly Polluted Stream Catchment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 112: 1-22.
- 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.
- Fakıoğlu, Ö., Atamanalp, M., Şenel, M., Şensurat, T., Arslan, H., 2012.** Pulur Çayı (Erzurum) Epilitik Ve Epifitik Diyatomeleleri, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1): 1-8.
- Finlay, B. J., Monaghan, E. B., Maberly, S. C. 2002.** Hypothesis: The Rate And Scale Of Dispersal Of Freshwater Diatom Species Is A Function Of Their Global Abundance. *Protist*, 153: 261–273.
- Girgin, S., Kazancı, N. 1994.** Ankara Çayı'nda Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi, Türkiye İç Suları Araştırma Dizisi I, Özyurt Matbaası, Ankara, 184 s.
- 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 İn The Karasu River Of Turkey. *Journal Of Environmental Biology*, 23(3): 239-46.
- Hustedt, F. 1930.** Bacillariophyta (Diatomeae). Heft: 10 a Pascher Die Süsswasser Flora Mitteleuropas, Gustav Fischer, Germany. 468 pp.
- Juttner, I., S. Sharma, B.M. Dahal, S.J. Ormerod, P.J. Chimonides Ve E.J. Cox. 2003.** Diatoms as Indicators of Stream Quality in the Kathmandu Valley and Middle Hills of Nepal and India. *Freshwater Biology*, 48: 2065-2084.
- Kalyoncu, H. , Barlas, M., Yorulmaz, B., 2008.** Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) Epilitik Alg Çeşitliliği ve Akarsuyun Fizikokimyasal Yapısı Arasındaki İlişki, *Çev-Kor Ekoloji*, 17(66): 15-22.
- Kalyoncu, H. , Barlas, M.; Ertan, Ö. O. , Gülboy, H. 2004.** Ağlasun Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Ve Epilitik Alglerle Göre Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2(12): 7-14.
- Kalyoncu, H. 2006.** Isparta Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Ve Epilitik Diyatomelelere Göre Belirlenmesi, *Sdü Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)*, 1(2): 14-25.

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

Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö. O., Çavuşoğlu, K. 2005. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1): 37-45.

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

Karacaoğlu D., 2006. Emet Çayının Epipelik Diyatome ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biotik İndeks Yöntemi. *İmaj Yayıncılık*, 100 s.

Kelly, M. G. 1998. Use Of The Trophic Diatom Index To Eutrophication In Rivers Monitor. *Water Res. Elsevier Science*, 32 (1): 236-24.

Kelly, M. G. Ve B. A. Whitton 1998. Biological Monitoring of Eutrophication in Rivers. *Hydrobiologia*, 384: 55-67.

Kelly, M. G., 2000. Identification Of Common Benthic Diatoms Of Rivers, *Field Studies*, 9: 583-700.

Kelly, M. G., Adams, C., Graves, A. C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E.B., Murray-Bligh, J., Pritchard, S., Wilkins, C. 2001. The Trophic Diatom Index: A User's Manual. Revised edition. R&D Technical Report E2/TR2. Environment Agency. Bristol. 135pp.

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.

Kelly, M.G. 2002. Role of Benthic Diatoms in the Implementation of the Urban Wastewater Treatment Directive in the River Wear, North-East England. *J. of Applied Phycology*, 14: 9-18.

Kıvrak, E. ; Uygun, A. ; Kalyoncu, H. 2012. Akarçay' ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek İçin Diyatome İndekslerinin Kullanılması, *AKÜ FEBİD*, 12: 27-38.

Kıvrak, E., Gürbüz, H. 2010. Tortum Çayı'nın (Erzurum) Epipelik Diyatome ve Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile İlişkisi, *Çevre Koruma Dergisi, Ekoloji*, 19 (74): 102-109.

Kocataş, A., 1994. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi (İkinci baskı). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi No:142, 564. Bornova/İzmir.

Krammer, K., H. Lange-Bertalot. 1986. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/1, 1. Teil: Naviculaceae, Berlin, 876 pp.

Krammer, K., H. Lange-Bertalot. 1999. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Berlin, 610 pp.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer. 576 pp.

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

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

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1997b. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 611 pp.

Kuleli, S., 1989. T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Su Kalitesi Gözlem ve Denetim Semineri, İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi, Ankara.

Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution Tolerance Of Diatoms As A Criterion For Water Quality Estimation. Nova Hedwigia, 64: 285-303.

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

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.

MEB, 2011. Sıvı Atıklardan Numune Alma, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. 64 s.

Morkoyunlu A, Özmen A, Erkebay Ş, Sertyeleser B. 2017. İstanbul, Aliğa, Bostancı Ve Orta Derelerinin Epilitik Diyatomları (Sakarya/Türkiye), *Research Journal of Biology Sciences Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 10 (2): 21-27.

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

Mumcu, F., Barlas, M., Kalyoncu, H. 2009. Dipsiz-Çine Çaylarının (Muğla-Aydın) Epilitik Diyatomeleleri, *SDÜ Fen Dergisi (E Dergi)*, 4 (1): 23-34.

Nisbet, M., Verneaux, J. 1970. Composants Chimiques Des Eaux Courantes: Discussion Et Propositions Des Classes En Tant Que Base D'interprétation Des Analyses Chimiques. *Annales De Limnologie*, 6 (2): 161-190.

Omwene, P. I., 2018. Assessment Of Water And Sediment Quality In Mustafakemalpaşa Stream, Using Statistical Techniques And Geographical Information System Analysis. *Master Of Science*, Gebze Technical University Graduate School Of Natural And Applied Sciences. 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.

Öterler, B. ; Taş, M. ; Kırgız, T. 2012. Sazlıdere Deresi' nin (Edirne), Su Kalite Parametreleri ve Algal Florasının Mevsimsel Değişimi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 49-55.

Özkul, C., Çiftci, E., Köprübaşı, N., Tokel, S., Savaş, M. 2015. Geogenic arsenic anomalies in soils and stream waters of Neogene Emet basin (Kütahya-Western Turkey), *Environ Earth Sci.*, 73:6117–6130.

Patrick, R. and Reimer, C. W. 1975. The Diatoms of the United States. Exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2, Part 1. Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemiaceae. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, USA, 688 pp.

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.

Patrick, R.M. and Reimer, C.W. 1966. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii, V.1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 13 pp.

Prygiel, J., M., Coste 1993. The Assessment Of Water Quality In The Artois-Picardie Water Basin (France) By The Use Of Diatom Indices. *Hidrobiologia*, 269(270): 343-349.

Reimann C, de Caritat P 1998. Chemical elements in the environment. Springer, ISBN 3-540-63670-6. Berlin.

- Rimet, F. 2012.** Recent Views On River Pollution And Diatoms. *Hydrobiologia*, 683:1-24.
- Round, F. E. 1959.** A Comparative Survey of the Epipellic Diatom Flora of Some Irish Loughs. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 60: 193-215.
- Round, F. E. 1993.** A Review and Methods for The Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality, United Kingdom for HMSO, 65 pp.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. 1990.** The Diatoms, Biology And Morphology Of The Genera. Cambridge University Press, Cambridge. 250 pp.
- Semiz, G., D., 2014.** Sulama Suyu Açısından Bor İçeriğinin Değerlendirilmesi: Uluabat Gölünü Besleyen Orhaneli, Emet Ve Mustafakemalpaşa Çayları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 98-105.
- Sıvacı, R. E., Yardım, Ö., Gönüloğlu, A., L. Bat, Gümüş, F. 2008.** “Sarıkum Sinop Türkiye Lagününün Bentik Algleri,” *Journal Of Fisheries Sciences*, 2(4): 592–600.
- Sıvacı, R., Dere, Ş. 2006.** Melendiz Çayı'nın (Aksaray-Ihlara) Epipelik Diyatome Florasının Mevsimsel Değişimi, *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1): 29-36.
- Sıvacı, R., Dere, Ş. 2007.** Melendiz Çayı' nın (Aksaray-Ihlara) Epilithic Diyatome Florasının Mevsimsel Değişimi ve Su Akışının Toplam Organizmaya Etkisi, *Ekoloji*, 16(64): 29-36.
- Soinien, J. 2002.** Responses Of Epilithic Diatom Communities To Environmental Gradients In Some Finnish Rivers. *International Review Of Hydrobiology*, 87: 11-24.
- Soininen, J., Niemela, P., 2002.** Inferring The Phosphorus Levels Of Rivers From Benthic Diatoms Using Weighted Averaging. *Arch. Hydrobiology*, 154: 10-18.
- Solak, C. N. ; Barinova, S. ; Acs, E. ; Dayıoğlu, H. 2012.** Diversity and Ecology of Diatoms From Felent Creek (Sakarya River Basin) Turkey, *Turk J Bot. TÜBİTAK*, 36: 191-213.
- Solak, C. N. 2011.** Water Quality Monitoring in European and Turkish Rivers Using Diatoms, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 329-337.
- Solak, C. N., Barlas, M., Pabuçcu, K., 2005.** Akçay'daki (Muğla-Denizli) Bazı Epilithic Diyatome Taksonlarının Mevsimsel Gelişimi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8: 211-228.
- Şahin, B., 2003.** Epipellic and Epilithic Algae of Lower Parts of Yanbolu River (Trabzon, Turkey). *Turkish Journal of Biology (TUBİTAK)*, 27: 107-115.

Tang, T., Q. Cai And J. Liu. 2006. Using Epilithic Diatom Communities to Assess Ecological Condition of Xiangxi River System. *Environmental Monitoring and Assessment*, 112: 347-361.

Tanyolaç, J., 2000. Limnoloji. Hatiboğlu Yayınevi, İkinci Baskı. Ankara. 234 s.

Taş, B., Yılmaz, Ö., 2015. Cimil Deresi (Rize, Türkiye)'nin Epilitik Alg Çeşitliliği, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10): 826-833.

Taş, B., Yılmaz, Ö., Kurt, I. 2015. Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda Su Kalitesinin Göstergesi Olan Epipelik Diyatomeleler, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(7): 610-616.

Taylor, J. C., Harding, W. R., Archibald, C. G. M. 2007. An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa. Water Research Commission Report TT. 282/07.

Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2006 E.U. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1): 149-154.

Tokathı C. 2012. Emet Çayı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması. *Doktora Tezi*, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 210. Kütahya.

Tokathı, C. 2012. Sucul Sistemlerin İzlenmesinde Bazı Diyatome İndekslerinin Kullanılması: Gürleyik Çayı Örneği (Eskişehir), *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29: 21-28.

Tokathı, C., Dayıoğlu, H. 2011. Murat Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleleri, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25: 1-12.

Tokathı, C., Dayıoğlu, H. 2011. Use of Epilithic Diatoms to Evaluate Water Quality of Murat Stream (Sakarya River Basin, Kütahya): Different Saprobity Levels and pH Status, *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(2): 55-60.

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

Triest, L., Kaur, P., Heylen, S., Pauw, N. D. 2001. Comparative Monitoring Of Diatoms, Macroinvertebrates And Macrophytes İn The Woluwe River (Brussels, Belgium). *Aquatic Ecology*, 35: 183-194.

Welch, H. E., Symons, P. E. K., Narver, D. W. 1977. Some Effects Of Potato Farming And Forest Clear-Cutting On Small New Brunswick Streams. Fisheries And Marine Service Technical Report, 745 pp.

Zelinka, M., Marvan, P. 1961. Zur Prazisierung Der Biologischen, Klassifikation Der Reinheit Fliessender Gewasser. *Archiv Fur Hidrobiologie*, 57(3): 389-407.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Güllü KARABAYIRLI

Doğum Yeri ve Tarihi : Elmadağ 13.05.1991

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : İbn-i Sina Lisesi

Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi/Biyoloji

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/Hidrobiyoloji

İletişim (e-posta) : gkarabayirli@gmail.com

Yayımları :