



**T.C.**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YALAKDERE'NİN (YALOVA) BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN EPİLİTİK  
DİYATOMELERE DAYALI DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sebile HASRET**

**Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU**

**( Danışman )**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**BURSA 2017**

## TEZ ONAYI

Sebile HASRET tarafından hazırlanan "Yalakdere'nin (Yalova) Biyolojik Su Kalitesinin Epilitik Diyatomelere Dayalı Değerlendirilmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU



Başkan: Prof. Dr. Sükran DERE  
Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü,  
Hidrobiyoloji Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Kemal ÇELİK  
Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü,  
Hidrobiyoloji Anabilim Dalı



Üye: Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU  
Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü,  
Hidrobiyoloji Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

  
Prof. Dr. Ali BAYRAM  
Enstitü Müdürü  
4.10.2017

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

- 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.**

**19/07/2017**

**Sebile HASRET**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YALAKDERE'NİN (YALOVA) BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN EPİLİTİK DİYATOMELERE DAYALI DEĞERLENDİRİLMESİ

**Sebile HASRET**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU

Bu çalışma Yalova ili Altınova ilçesinde bulunan Yalakdere'nin epilitik diyatomeleleri kullanılarak biyolojik su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Yalakdere'nin eski yıllarda Hersek Lagünü'yle bağlantılı olarak Marmara Denizi'ne döküldüğü ve daha sonra yatağı değiştiğinden batıya yöneldiği bilinmektedir. Günümüzde Yalakdere'den Hersek Lagünü'ne tekrar su taşınması planlandığından çalışma alanının su kalitesinin belirlenmesi önemlidir.

Epilitik diyatome örnekleri Nisan 2013 - Mart 2014 tarihleri arasında on iki ay boyunca aylık olarak alınmış, aynı zamanda suyun bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerinin ölçümü yapılmıştır. Yalakdere'nin epilitik diyatome florasında 36 cinse ait toplam 86 taksonun tespit edildiği çalışmada *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki ve *Nitzschia inconspicua* Grunow bolluk ve tekerrürleri bakımından en önemli taksonlar olmuşlardır.

Çalışmada Yalakdere'nin biyolojik su kalitesini belirlemeye yönelik olarak epilitik diyatomelelerin kullanıldığı on yedi metrik uygulanmıştır. Metriklerin birbirleriyle ve çevresel değişkenlerle olan korelasyon ilişkisine bakılmıştır. Metrikler çevresel değişkenlerin çoğunluğu ile ilişkili bulunmuştur. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, NH<sub>4</sub>-N ve Cl<sup>-</sup> metrikler ile en çok anlamlılık gösteren çevresel değişkenler olmuşlardır. Çevresel değişkenlerle en anlamlı ilişkiler gösteren metrikler ise tolerans metrikleri olmuştur.

Çalışma sonucunda epilitik diyatomelelerin su kalitesini belirlemede iyi birer indikatör oldukları ve Yalakdere'nin biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmalarının uygun olduğu sonucu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** epilitik diyatomeleler, biyolojik su kalitesi, Yalakdere

**2017, x + 117 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### BIOLOGICAL WATER QUALITY ASSESSMENT OF YALAKDERE (YALOVA) BASED ON EPILITHIC DIATOMS

**Sebile HASRET**

Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology  
**Supervisor:** Asst. Prof. Dr. Didem KARACAOĞLU

This study is aimed to determine the biological water quality of Yalakdere in Yalova province, using epilithic diatoms. It is known that Yalakdere had been driven to The Marmara Sea in the past years in connection with the Hersek Lagoon, and later moved to the west due to the change of bed. Nowadays it is important to determine to water quality of the study area since it is planned to carry water again from Yalakdere to Hersek Lagoon.

The sampling of epilithic diatoms was done monthly for twelve months between 2013 April and 2014 May, and at the same time analyzed some physical and chemical variables of water. In this study in which a total of 86 taxa belonging to 36 genera were detected in the epilithic flora of Yalakdere, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki and *Nitzschia inconspicua* Grunow were identify the most important taxa in terms of abundance and repetition.

In this study, seventeen metrics were calculated determine the biological water quality of Yalakdere using epilithic diatoms. The correlation between each metrics and environmental variables was determined. The metrics are related majority of environmental variables. Water temperature, electrical conductivity, NH<sub>4</sub>-N and Cl<sup>-</sup> show the most significant relationships with environmental variables with metrics. Tolerance metrics show the most meaningful relationships with environmental variables.

As a result of the study, it is concluded that epilithic diatoms are good indicators to determine water quality and that it is appropriate to use Yalakdere in determination of biological water quality.

**Key words:** epilithic diatoms, biological water quality, Yalakdere

**2017, x + 117 pages.**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı gerçekleştirmemde ilgisini, yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen her an yanımda olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOĞLU'na (Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü),

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

Yüksek lisans tezi arazi çalışmalarını birlikte gerçekleştirdiğim değerli arkadaşım Enis AKAY'a,

Dönem dönem arazi çalışmalarında yardımcı olmak üzere gelen arkadaşlarım; Huzeyfe HURİYET, Bekir YÜKSEL ve Seher ALP'e,

Teknik desteği için Orman ve Su İşleri Bakanlığı II. Bölge Müdürlüğü'ne,

Tezimi tamamlama sürecince yardımlarını ve sonsuz maddi ve manevi desteğini her koşulda bıkmadan sağlayan değerli anneme, babama ve kardeşlerime ve beni her daim motive eden değerli arkadaşlarıma, teşekkür ederim.

Sebile HASRET

19/07/2017

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1. Bentik Algler ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	5
2.1.1. Ülkemizde yapılmış çalışmalar.....	5
2.1.2. Yurtdışında yapılmış çalışmalar.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve örnek alma istasyonları.....	15
3.1.2. Havzanın jeolojik özellikleri.....	20
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler.....	21
3.2.2. Meteorolojik veriler.....	24
3.2.3. Epilitik diyatome örneklerinin toplanması, tayini ve sayımı.....	24
3.2.4. Epilitik diyatomelerin kullanıldığı metrikler.....	26
3.2.4.1. Kompozisyon / Bolluk metrikleri.....	26
3.2.4.2. Çeşitlilik metrikleri.....	28
3.2.4.2.1. Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi.....	28
3.2.4.3. Takson Zenginliği metrikleri.....	29
3.2.4.4. Tolerans metrikleri.....	30
4. BULGULAR.....	34
4.1. Meteorolojik Bulgular.....	34
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular.....	36
4.3. Biyolojik Bulgular.....	40

4.3.1. Epilitik diyatomelerin kommunitte kompozisyonu ve mevsimsel değişimi .....	40
4.3.2. Epilitik diyatomelerin kullanıldığı metrikler.....	67
4.3.2.1. Kompozisyon metrikleri sonuçları .....	67
4.3.2.2. Çeşitlilik metrikleri sonuçları.....	73
4.3.2.3. Takson zenginliği metrikleri sonuçları.....	75
4.3.2.4. Tolerans metrikleri sonuçları .....	77
4.4. Yalakdere'nin Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi.....	84
4.4.1. Yalakdere'de ölçülen bazı fizikokimyasal değişkenlerin yıllık ortalama değerlerinin YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre değerlendirilerek su kalite sınıflarının belirlenmesi.....	84
4.4.2. Yalakdere'nin su kalitesinin biyotik indekslere dayalı değerlendirilmesi .....	86
4.5. İstatistiksel Bulgular.....	88
4.5.1. Kullanılan metriklerin aralarındaki korelasyon ilişkisi.....	88
4.5.2. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi.....	92
5.TARTIşMA VE SONUÇ .....	96
6. KAYNAKLAR.....	109



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	Yüzde Oranı
AKM	Askıda Katı Madde
$\Sigma$	Sigma (Toplam Sembolü)
log	Logaritma
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
$\text{Cl}^{-}$	Klorür
$\text{Ca}^{+2}$	Kalsiyum
$\text{CO}_3^{2-}$	Karbonat
$\text{HCO}_3^{-}$	Bikarbonat
$\text{Mg}^{+2}$	Magnezyum
$\text{NH}_4\text{-N}$	Amonyum Azotu
$\text{NO}_2\text{-N}$	Nitrit Azotu
$\text{NO}_3\text{-N}$	Nitrat Azotu
$\text{PO}_4\text{-P}$	Fosfat Fosforu
$\text{SO}_4$	Sülfat
TP	Toplam Fosfor
TN	Toplam Azot
TOM	Toplam Oksitlenebilir Organik Madde
mg	Miligram
l	Litre
TH	Toplam Sertlik
T	Su Sıcaklığı
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
% Achn	% Achnanthidium minutissimum
% Cocc	% Cocconeis
% Navi	% Navicula
% Nitz+% Tryb	% Nitzschia+Tryblionella

%Cymb+%Ency	%Cymbella+Encyonema
GI	Generik İndeks
H'	Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi
E	Evenness
Tür-zen	Tür Zenginliği
Cins-zen	Cins zenginliği
TDI	Trofik Diyatome İndeksi
EPI-D	Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi
SI	Saprobik İndeks
IDP	Pampen Diyatome İndeksi
SID	Rott Saprobite İndeksi
BDI	Biyolojik Diyatome İndeksi
DI-CH	Swiss Diyatome İndeksi
TI	Trophic İndeks
PTI	Kirlilik Tolerans İndeksi
VD-SAL	Tuzluluk
VD-ON	Organik Azot
VD-OR	Oksijen İhtiyacı
VD-SAP	Saprobite
VD-TS	Trofik Durum

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1. Yalakedere örnek alma istasyonları.....	16
Şekil 3.2. Karadere 1. istasyon genel görünümü.....	17
Şekil 3.3. Kumocağı 2. istasyon genel görünümü.....	18
Şekil 3.4. Subaşı Yolu 3. istasyon genel görünümü.....	18
Şekil 3.5. Otoyol 4. istasyon su çekildikten sonraki görünümü.....	19
Şekil 3.6. Otoyol 4. istasyon yol yapım sonrası görünümü.....	19
Şekil 3.7. Dere Yolu yeni 4. istasyon (4') genel görünümü.....	20
Şekil 4.1. Yalova iline ait atmosferik sıcaklık değişimleri.....	34
Şekil 4.2. Yalova iline ait ortalama yağış değerleri.....	35
Şekil 4.3. Yalova ilinin uzun yıllara ait toplam yağış verileri.....	35
Şekil 4.4. Epilitik diyatomelelerin toplam organizma yoğunluğunun mevsimsel değişimi.....	47
Şekil 4.5. <i>Achnantheidium minutissimum</i> 'un bolluk değerleri.....	49
Şekil 4.6. <i>Amphora pediculus</i> 'un bolluk değerleri.....	52
Şekil 4.7. <i>Cocconeis placentula</i> 'nın bolluk değerleri.....	53
Şekil 4.8. <i>Gomphonema olivaceum</i> 'un bolluk değerleri.....	56
Şekil 4.9. <i>Navicula cryptocephala</i> 'nın bolluk değerleri.....	58
Şekil 4.10. <i>Navicula cryptotenella</i> 'nın bolluk değerleri.....	59
Şekil 4.11. <i>Navicula veneta</i> 'nın bolluk değerleri.....	61
Şekil 4.12. <i>Nitzschia dissipata</i> 'nın bolluk değerleri.....	62
Şekil 4.13. <i>Nitzschia inconspicua</i> 'nın bolluk değerleri.....	64
Şekil 4.14. <i>Nitzschia palea</i> 'nın bolluk değerleri.....	65
Şekil 4.15. % Achn kompozisyon metriği değişimi.....	68
Şekil 4.16. % Cocc kompozisyon metriği değerlerinin değişimi.....	69
Şekil 4.17. % Navi kompozisyon metriği değerlerinin değişimi.....	70
Şekil 4.18. % Cymb+Ency kompozisyon metriği değerlerinin değişimi.....	71
Şekil 4.19. % Nitz+Tryb kompozisyon metriği değerlerinin değişimi.....	72
Şekil 4.20. İstasyonlara ait GI değerlerinin değişimi.....	73

Şekil 4.21. İstasyonlara ait Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değerlerinin değişimi.....	74
Şekil 4.22. İstasyonlara ait Evenness değerlerinin değişimi.....	75
Şekil 4.23. İstasyonlara ait Tür Zenginliği değerlerinin değişimi.....	76
Şekil 4.24. İstasyonlara ait Cins Zenginliği değerlerinin değişimi.....	77
Şekil 4.25. İstasyonlara ait TDI değerlerinin değişimi.....	78
Şekil 4. 26. İstasyonlara ait PTI değerlerinin değişimi.....	79
Şekil 4.27. Van Dam tuzluluk indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler.....	80
Şekil 4.28. Van Dam azot alınımı metabolizması indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler.....	81
Şekil 4.29. Van Dam oksijen ihtiyacı indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler.....	82
Şekil 4.30. Van Dam saprobite indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler....	83
Şekil 4.31. Van Dam trofik durum indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler.....	84

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kimyasal analizlerde kullanılan Standart Yöntemler.....	22
Çizelge 3.2. Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	23
Çizelge 3.3. Epilitik diyatomeleler kullanılarak uygulanan metrikler, kısaltmaları ve sınıfları.....	27
Çizelge 3.4. Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değeri.....	29
Çizelge 3.5. Trofik Diyatome İndeksi Skalası.....	31
Çizelge 3.6. Ekolojik indikatör değeriinin sınıflandırılması.....	33
Çizelge 4.1. Yalakdere’de belirlenen dört istasyona ait fiziksel ve kimyasal değeriinin minimum, maksimum, aritmetik ortalama ve standart hata sonuçları.....	36
Çizelge 4.2. Yalakdere epilitik diyatomelelerinin takson listesi.....	40
Çizelge 4.3. Epilitik diyatomelelerin tekerrür oranları.....	44
Çizelge 4.4. Yalakdere’de ölçülen bazı fizikokimyasal değeriışkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve medyan değeriileri ile YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre su kalite sınıfları.....	85
Çizelge 4.5. Yalakdere’de hesaplanan bazı biyotik indekslerin minimum, maksimum, ortalama ve medyan değeriileri ile su kalite sınıfları.....	87
Çizelge 4.6. Kullanılan metriklerin birbirleri ile arasındaki ilişkiyi gösteren Spearman Rank Korelasyon Analizi Sonuçları.....	90
Çizelge 4.7. Metrikler ve çevresel değeriışkenler arasındaki Spearman Rank korelasyon ilişkisi değeriileri .....	94

## 1.GİRİŞ

Su canlı yaşamını doğrudan etkileyen, canlılar için hayati öneme sahip en önemli doğal kaynaktır. Eski çağlardan beri insanlar yaşam alanlarını suyun olduğu yerlerde devam ettirmişlerdir. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte medeniyet geliştikçe canlıların suya olan ihtiyaçları daha da artmış, bununla birlikte bazı çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Teknolojinin ilerlemesi, su kaynaklarından azami faydanın sağlanmasına aracı olmakla birlikte, bu ilerlemeye paralel olarak sanayileşmenin ve şehirleşmenin de artması beraberinde ‘çevre kirliliği’ni ve özellikle ‘su kirliliği’ni gündeme getirmiştir (Akkaya ve ark. 2006).

Yerüstü sularının çok yakın tarihe kadar tükenmez doğal bir kaynak olduğu algısı; küresel, çevresel ve antropojenik etkilere maruz kalan tüm dünya kaynakları için olduğu gibi sular için de kaybolmuştur. Yerüstü su kaynaklarının sürdürülebilir olması bu aşamada çok önemlidir. Su kirliliğinin giderek önemli boyutlara ulaşması, ülkeleri bu konuda ciddi önlemler almaya zorlamış, bu da bu alanda pek çok mevzuatın oluşması sonucunu doğurmuştur (Akkaya ve ark. 2006).

Bu kapsamda Avrupa Birliği ve üye ülkeler tarafından su kaynaklarının kirliliğinin önlenmesi amacıyla kapsamlı bir su kullanım mevzuatı olan ‘Su Çerçeve Direktifi’ hazırlanmıştır. Tüm dünya sularının korunmasını ve iyileştirilmesini amaçlayan bu direktifin sucul ekosistemler ile bunlara bağlı diğer ekosistemlerin daha fazla tahribata uğramasını önlemek amaçlanmaktadır. Aynı zamanda yer altı suyu kirliliğini azaltmak, sucul çevrenin iyileştirilmesi ve var olan su kaynaklarının uzun süre korunması ile sürdürülebilir kullanımına teşvik etmek amacıyla tüm su kütlelerinin 2015 yılına kadar “iyi durum” da olması gibi kesin bir hedefi vardır.

Bununla birlikte yapılan birçok analiz sonucu nehir havzası yönetim planı oluşturulmuş olup, bu planlar ‘iyi durum’a ulaşmak için alınması gereken önlemleri göstermektedir. Nehirlerin ve havzalarının şimdiki ve gelecek kuşaklar için çok yönlü kullanımının devam ettirilmesi (sürdürülebilir gelişme)’yi öngörmektedir.

Ülkemiz dünyanın yarı kurak bir bölgesinde yer almaktadır. Dünya yüzeyine düşen yağış ortalaması 800 mm civarında iken bu değer Türkiye’de yılda ortalama 643 mm’dir. Türkiye’de bugün için kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli, yaklaşık 1 600 m<sup>3</sup>/yıl civarındadır. 2025 yılında nüfusumuzun 80 milyona ulaşacağı tahmininden hareketle kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 2025 yılında 1 375 m<sup>3</sup>/yıl olacağı söylenebilir (Akkaya ve ark. 2006). Türkiye’nin kişi başına kullanılabilir su varlığı, diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su zengini olmayan ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir. Ülkemizin de 2025 yılında su fakiri ülkeler arasında yer alacağı düşünüldüğünden konu oldukça önem arz etmektedir.

Su Çerçeve Direktifi kapsamında su kaynaklarına ilişkin olarak yapılan izleme faaliyetleri operasyonel ve gözetimsel izleme yöntemleriyle yürütülmektedir. Bu izleme faaliyetleri sonucunda elde edilen verilerle su kaynaklarının kimyasal ve ekolojik durumu tespit edilmektedir. Bu doğrultuda Türkiye’deki nehir, göl, kıyı ve geçiş suyu kütlelerindeki gerçekleştirilecek izleme faaliyetlerinin havza bazında planlandığı Havza İzleme Programları oluşturulmaktadır.

Havza izleme programlarında her bir su külesine yönelik olarak belirlenen esaslar çerçevesinde fiziko-kimyasal, kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik kalite bileşenlerini içeren su kalitesi izleme parametreleri, izleme sıklıkları ve izleme istasyonları belirlenmektedir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından hazırlanan Havza İzleme Programları çerçevesinde su kalitesi izleme çalışmaları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 25 havzada yürütülmektedir. Bu çalışmaların tamamlanması ile birlikte elde edilen veriler üzerinden AB normlarına uygun su kalitesi sınıflandırmaları gerçekleştirilebilecektir (Anonim 2017a).

Tatlı su kaynaklarında insanların sucul biyota üzerindeki etkisinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yüzyılı aşkın bir süredir devam etmektedir (Kolkwitz ve Marson 1908, Rimet 2012). Özellikle bilinçsiz kullanım, kimyasal atıklar, gübre kullanımı vb. kirlilik etkenleri akarsularda olumsuz koşulların oluşmasına bu vesileyle canlı ekodengesinin bozulmasına

sebeptir. Kirlilik genellikle "organik", "besin", "metal" ve "nehir" kelimeleri ile ve aynı zamanda türlerin "hassasiyeti" ile de ilişkilidir (Rimet 2012).

Su kalitesini belirleme çalışmalarında sucul ortamın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. 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. Fiziksel ve kimyasal su kalitesinin belirlenmesinin yanı sıra Su Çerçeve Direktifine göre biyolojik su kalitesini belirleme çalışmalarında balıklar, bentik omurgasızlar, makrofitler, fitobentos ve fitoplankton kullanılan biyoindikatör organizmalardır.

Akarsularda meydana gelecek kirlenme yalnız bir bölgeyi etkilememekte akarsuyun ulaştığı tüm havza boyunca hem akarsuyu hem de akarsu çevresini etkilemektedir. Dışardan gelen bu etkiler akarsuda yaşayan canlıları da doğrudan etkilemektedir (Kalyoncu ve ark. 2004). Su kalitesi çalışmalarında fiziksel ve kimyasal analizlerin yeterli olmadığı kanısı biyolojik analizlerin önemini ortaya koymuştur. Bu sebeple biyolojik izleme günümüzde su kalitesini belirlemede çok önemlidir. SÇD direktifi kapsamında su kalitesi belirleme çalışmalarında balık, omurgasız hayvanlar, makrofitler, fitobentos ve fitoplankton gibi biyolojik elementlerin yapısı ve işlevi değerlendirilirken, bu verilere ek olarak suyun hidromorfolojik ve fizikokimyasal özelliklerinden yararlanılarak akarsu ve göllerde su kalitesi belirlenmeye çalışılmaktadır.

Diyatomeler çoğu sucul ekosistemin önemli bileşenleridir (Akbulut ve Yıldız 2002) ve canlı çeşitliliği arasında algler önemlidir çünkü ekolojik denge zincirinin ilk halkasını oluştururlar ve su kirliliğinin belirlenmesinde önemli gösterge niteliği taşıyan türler içerirler (Ertan ve Morkoyunlu 1998). Diyatome yaşam alanlarının spesifik olduğundan, farklı ekolojik koşullara uyum sağlayabilme özelliklerinden ve iç sularda bolca bulunmalarından dolayı önemli ekolojik göstergelerdir. Kirlenmenin tatlı su diyatome toplulukları üzerindeki etkisini değerlendiren ilk çalışmalar yaklaşık 60 yıl önce ortaya çıkmıştır (Rimet 2012).



Sucul ekosistemlerin en önemli bileşenlerinden biri olan diyatomeler su kalitesini izleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan önemli indikatör organizma gruplarından biridir. Suda yaşayan diyatomeler, birçok çevre parametresine doğrudan ve hızla cevap veren ekosistemlerin önemli bir bileşenidir (Morkoyunlu ve Gönüloğ 2016).

Ülkemizde akarsular, göller ve sulak alanların korunması ve kullanımı amacıyla eylem planları hazırlanmaktadır. Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından doğal su, göl, su kütlesi ve havza sınırları esas alınarak hayata geçirileceğı eylemler ile; doğal göl ve sulak alanlarda meydana gelen su seviyesindeki düşüşlerin önlenmesi, doğal su, göl ve sulak alanların ekolojik yapısının korunması, yeraltı sularını beslemedeki fonksiyonlarının devamlılığının sağlanması, mevcut kullanım maksatlarının sürekliliğinin temin edilmesi, baskı ve etki bileşenlerinin ve kirletici parametreler için özümleme kapasitesinin belirlenmesi, izlenmesi ve su kalitesinin belirlenmesi, su kalitesinin ve miktarının iyileştirilmesi amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Canlı hayatının devamlılığı için en önemli kaynaklardan biri olan suyun var olan durumunun en iyi şekilde korunması ve gelecek nesillere aktarımı için akılcı çözümler ve uygulamalar yapılması gerekmektedir. Gelişmiş ülkeler göz önünde bulundurulduğunda ülkemizdeki su kaynaklarının geliştirilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada epilitik diyatomelerin indikatör özelliklerinden yararlanılarak bazı metrik ve indeksler kullanılarak Yalacdere'nin biyolojik su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma aynı zamanda Yalacdere'nin epilitik diyatome kompozisyonunun ortaya konmasına da katkıda bulunacaktır.

## **2. KAYNAK ÖZETLERİ**

### **2.1. Bentik Algler ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

#### **2.1.1. Ülkemizde yapılmış çalışmalar**

Ülkemizin çeşitli su kaynaklarında bentik alg florasını belirlemeye yönelik yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. Önceki yıllarda yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak su kaynaklarının bentik alg florası ve mevsimsel değişimlerini belirlemeye yönelik olmuştur, son yıllarda ise alglerin ve özellikle diyatomelerin kullanıldığı su kalitesi çalışmaları artış göstermiştir. Ülkemizde konu ile ilgili yapılmış çalışmaların sayıca oldukça fazla olması sebebiyle bu bölümde akarsuların bentik alg florası, tür çeşitliliği, mevsimsel değişimleri ve su kalitesini belirlemeye yönelik olarak yapılmış çalışmalardan bazıları verilmiştir.

Ertan ve Morkoyunlu (1998), Aksu Deresi'nin alg florasını incelemişler, suyun pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC) ve oksijen değerlerini ölçmüşlerdir. Çalışmada çeşitli divizyolara ait toplam 73 takson tespit edilmiş olup diyatomelerin baskın grup olduğunu ortaya koymuşlardır.

Dalkıran (2001), yaptığı tez çalışmasında Orhaneli Çayı'nın epilitik diyatomelerini ve bentik omurgasızlarını belirlemiş ve çayın kirlilik düzeyini araştırmıştır. Çalışmada bentik omurgasızların ve diyatomelerin kullanıldığı metrikler uygulanmıştır. Ayrıca fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Çalışmada uygulanan istatistiksel analizlere göre çayın kirlenmeye maruz kaldığı tespit edilmiştir.

Karacaoğlu (2001), Emet Çayı'nın kirlilik düzeyini belirlemek amacıyla epipelik diyatomelerden ve bentik omurgasızlardan faydalanarak bir tez çalışması yapmıştır. Çalışmada fiziksel ve kimyasal analizler ile birlikte bentik omurgasızların ve diyatomelerin kullanıldığı birçok metrik kullanılmıştır. Çalışmada uygulanan istatistiksel

analiz sonuçları çayın jeolojik yapısının epipelik diyatomelerin ve bentik omurgasızların komünite yapısını etkilediğini göstermiştir. Ayrıca çayda inorganik kirlenmenin organik kirlenmeden daha önemli seviyede olduğu sonucuna varılmıştır.

Gürbüz ve Kıvrak (2002), endüstriyel, evsel ve tarımsal kirlenmenin olduğu Karasu Nehri'nde yaptıkları çalışmada su kalitesini belirlemek amacıyla epilitik diyatomelerden yararlanmışlardır. Saprobik İndeks (SI), Trofik Diyatom İndeks (TDI) ve Generik İndeks (GI) uygulamışlardır. Ayrıca suyun bazı fiziksel ve kimyasal değişkenleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda nehrin organik kirliliğe maruz kaldığını belirlemişlerdir.

Şahin (2003), Yanbolu Deresi'nin (Trabzon) epipelik ve epilitik alg florasını belirlemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada çeşitli alg gruplarına ait toplam 78 takson tespit edilmiş, Bacillariophyta hakim alg grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca epipelik alglerin mevsimsel değişimleri incelenmiş, akarsuyun sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüştür.

Dere ve ark. (2004), epifitik alg kompozisyonunu belirlemek amacıyla Nilüfer Çayı'nda bir çalışma yapmışlardır. Alınan su örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ölçümü de yapılmıştır. Çalışma sonucunda çeşitli divizyolara ait toplam 173 tür belirlenmiş olup, Bacillariophyta grubuna ait türler dominant olmuştur.

Kalyoncu ve ark. (2004), Ağlasun Deresi'nin epilitik alg florasını belirlemeye yönelik olarak Nisan 1995 – Mart 1996 tarihleri arasında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada toplam 75 takson tespit edilmiştir. Ayrıca epilitik alglere yönelik sıklık, baskınlık ve Saprobik İndeks (SI) değerleri hesaplanmıştır. Saprobik İndeks sonuçlarına ve fizikokimyasal verilere göre belirlenen su kalite seviyeleri karşılaştırılmıştır.

Atıcı ve ark. (2005), Abant Gölü bentik alglerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında Ocak 1997-Kasım 1997 tarihleri arasında epilitik, epifitik ve epipelik alg örnekleri toplamışlardır. Çalışmada bu habitatlara ait 69'u Bacillariophyta, 28'i

Chlorophyta, 29'u Cyanophyta, 7'i Euglenophyta, 3'ü Chrysophyta, 2'si Pyrrophyta'ya ait olmak üzere toplam 138 takson tespit etmişlerdir.

Soylu ve Gönüloğlu (2005) Yeşilirmak Nehri'nin epipelik alg florasını ve mevsimsel değişimini Haziran 1999 - Mayıs 2000 tarihleri arasında alınan örneklerde incelemiştir. Çalışmalarında Bacillariophyta grubunun baskın olduğu toplam 69 takson belirlemiştir. Çalışma sonucunda Yeşilirmak Nehri'nde örnekleme periyodu boyunca epipelik alglerin düşük bolluk değerlerinde olduğu tespit edilmiştir.

Kalyoncu (2006), Isparta Deresinin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diyatomelere dayalı belirlenmesini amaçlayan çalışmasını 1995-1996 ve 2000-2001 olmak üzere iki periyotta gerçekleştirmiştir. Çalışmada Saprobi indekse göre su kalitesi değerlendirmesi yapılmış, fizikokimyasal değişkenlere ve Saprobi indekse göre yapılan su kalitesi sonuçlarının birbirini desteklediği ifade edilmiştir.

Pala ve Çağlar (2006), 'Keban Baraj Gölü Epilitik Diyatomeleri ve Mevsimsel Değişimleri' adlı çalışmalarında, Mart 2001-Şubat 2002 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü İçme bölgesinden alınan örneklerde toplam 53 diyatome türü tespit etmişlerdir. Ortaya çıkış sıklığı ve nispi yoğunluğu bakımından en önemli olan tür *Navicula phyllepta* olarak kaydedilmiştir.

Akanıl Bingöl ve ark (2007), Yukarı Porsuk Çayı'nın epilistik diyatomelerini çalışmışlardır. Çalışmada toplam 58 diyatome taksonu belirlenmiştir. Nitzschia, Navicula ve Cymbella en fazla rastlanan cinsler olarak kaydedilmiştir.

Sıvacı ve Dere (2007), 'Melendiz Çayı'nın (Aksaray-Ihlara) Epilitik Diyatome Florasının Mevsimsel Değişimi ve Su Akışının Toplam Organizmaya Etkisi' adlı çalışmalarında toplam 91 takson tespit etmişlerdir. Çalışmada akarsuyun sıcaklık ve pH'sı ölçülmüş ve akarsuyun hızına bağlı olarak toplam organizma sayılarındaki değişim incelenmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2008), Aksu Çayı'nda yaptıkları çalışmalarında epilitik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal yapısı arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır. Florada çeşitli alg gruplarına ait toplam 138 takson kaydedilmiş, Bacillariophyta üyeleri takson sayısı ve birey sayısı olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada ölçülen fizikokimyasal değişkenlerin alg çeşitliliğini önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Alg çeşitliliği üzerinde en yüksek etkiye sahip olan değişken BOİs olarak bulunmuştur.

Pala ve Çağlar (2008), Peri Çayı'nın epilitik diyatomelelerini ve mevsimsel değişimlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda toplam 36 takson belirlenmiştir. Suyun sıcaklık, pH ve oksijen değerleri ölçülmüştür. Kaydedilen bazı diyatomelelerin çevresel değişkenlere bağlı olarak bazı aylarda yüksek nispi yoğunluklara ulaştıkları tespit edilmiştir.

Kalyoncu ve ark (2009a) tarafından Aksu Çayı su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada bentik omurgasızların kullanıldığı 6 ve diyatomelelerin kullanıldığı 7 farklı biyotik indeks denenmiş, aynı zamanda fizikokimyasal parametrelere göre de su kalitesi belirlenmiştir. Aksu Çayı'na uygulanan indekslerin Türkiye'de kullanılabilirlikleri ve birbirleri arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

Kalyoncu ve ark. (2009b), Darıören ve Isparta derelerinde yaptıkları çalışmalarında epilitik diyatomelelere ait toplam 110 takson tespit etmişlerdir. Çalışmada uygulanan üç bentik diyatomele indeksinin (Swiss Diatom İndeksi, Trophic İndeks ve Saprobic İndeks) performansları karşılaştırılmıştır. Biyotik indeksler ile çözünmüş oksijen, klor, BOİs ve nutrient konsantrasyonları arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Mumcu ve ark. (2009), çalışmalarında Dipsiz Çayı ve Çine Çayı'nın epilitik diyatomelelerini ve suyun kirlilik düzeyini belirlemeyi amaçlamışlardır. Diyatomelelerin sıklık ve baskınlık değerleri belirlenmiştir. Çalışmada Bacillariophyta'ya ait toplam 63 takson kaydedilmiştir. Florada baskın olan taksonlar göz önünde bulundurulduğunda akarsuda kademeli kirlenmenin var olduğu tespit edilmiştir.

Kıvrak ve Gürbüz (2010), Tortum Çayı'nın epipelik diyatomelele ile su kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada toplam 113 takson belirlenmiştir. Çay'da tespit edilen baskın taksonların kompozisyonu ve kimyasal analiz sonuçları suyun organik maddelerce kirlenmiş olduğunu göstermiştir.

Tokatlı ve Dayıoğlu (2011), Murat Çayı'nın (Kütahya) epilitik diyatome kompozisyonunu incelemeyi ve epilitik diyatomelele kullanarak Murat Çayı'nın ekolojik özelliklerini ve saprobitesini ortaya koymayı amaçlayan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada 75 epilitik diyatome taksonu tespit edilmiş, Murat Çayı'nın su kalitesi diyatome taksonlarına göre çeşitli indeksler kullanılarak (Håkansson, Lange-Bertalot, Hoffmann, Van Dam ve Watanabe İndeksleri) belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, Murat Çayı'nda ortaya çıkan kademeli kirliliğin diyatome dağılımını ve yoğunluğunu etkilediği tespit edilmiştir.

Çiçek ve Ertan (2012), çalışmalarını Köprüçay Nehri'nin epilitik alg çeşitliliğini ve suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Epilitik alg çeşitliliğini belirlemede Margalef, Shannon-Wiener ve Simpson çeşitlilik indekslerinden yararlanılmıştır. Spearman korelasyon analizi sonuçları, çeşitlilik indeksleri ile fizikokimyasal değişkenler arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Kıvrak ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada Akarçay'ın su kalitesi çeşitli diyatome indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi (EPI-D), Pampean Diyatome İndeksi (IDP), Rott Sabrobite İndeksi (SID) ve Trofik Diyatome İndeksi (TDI) uygulanmıştır. Çay'ın bentik diyatome topluluğu ile su kalitesi arasındaki ilişki incelenmiş, diyatome indeksleri ile Çay suyunun fizikokimyasal özellikleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Diyatome indeksleri ve fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre Çay'ın başlangıç kısımlarının orta derecede kirlenmiş, Çay'ın son kısımlarının ise aşırı derecede kirlenmiş olduğu ifade edilmiştir.

Solak ve ark. (2012), Felent Çayında yapmış oldukları çalışmalarında diyatome çeşitliliğini ortaya koymayı ve diyatomelelerin çevresel değişkenlerle aralarındaki ilişkileri

belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma Haziran 2006 – Şubat 2007 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş, toplam 117 diyatome taksonu tespit edilmiştir. Çalışmada çeşitli indeksler (Watanabe indeksi, Sládeček indeksi, Nehir Kirlilik İndeksi) uygulanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, Çay’ın yaz aylarında organik kirlilik yüküne maruz kaldığı, tür çeşitliliğinin kış döneminde yaz dönemine oranla daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

Tokatlı (2012), ‘Sucul Sistemlerin İzlenmesinde Bazı Diyatome Örneklerinin Kullanılması: Gürleyik Çayı Örneği (Eskişehir)’ adlı çalışmasında Çay’ın yukarı havzasından 2010 yılı ilkbahar mevsiminde epipelik diyatome örnekleri toplamıştır. Epipelik diyatome florasında 19 cinse ait 45 tür tespit edilmiştir. Trofik Diyatome İndeksi (TDI) ve Biyolojik Diyatome İndeksi (BDI) kullanılarak Çay’ın trofik seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Gürleyik Çayı yukarı havzası su kalitesinin TDI indeksine göre mezo-ötrofik, BDI indeksine göre mezotrofik seviyede olduğu ortaya konmuştur.

Yılmaz (2013) tarafından yapılan ‘Elekçe Deresi (Fatsa, Ordu)’nin Fizikokimyasal Özellikleri ve Epilitik Alg Florasının İncelenmesi’ adlı tez çalışmasında epilitik alg florası ve su kalitesi belirlenmiştir. Epilitik florada *Navicula* ve *Nitzschia* en fazla takson içeren cins olarak bulunurken, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* ise hakim takson olarak bulunmuştur. Çalışmada Cluster (Kümeleme) analizi, Shannon-Wiener ve Simpson çeşitlilik analizi, Pileou düzenlilik analizi ve Palmer kirlilik indeksi uygulanmıştır. Çeşitlilik ve kirlilik indeksi sonuçlarına göre çalışma bölgesinin su kalitesinin orta kirlilikte olduğu, klorofil-a değerleri bakımından ise oligotrof karakterli olduğu tespit edilmiştir.

Taş ve Yılmaz (2015), Cimil Deresi’nin epilitik alg çeşitliliğini incelemeyi ve indikatör alglerden yararlanarak derenin ekolojik durumunu belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında 5 farklı divizyoya ait toplam 113 takson tespit etmişlerdir. Diyatomeler tür çeşitliliği en fazla olan grup olarak bulunmuştur. İndikatör alg türleri dikkate alındığında Cimil Deresi’nin henüz yoğun kirlilik baskısı altında olmadığı, ancak derenin

yukarıdan aşağıya doğru oligosaprobikten  $\beta$ - $\alpha$ -mezosaprobik koşullara doğru değişim gösterdiği ifade edilmiştir.

Taş ve ark. (2015) yaptıkları çalışmalarında Aşağı Melet Irmağı'nın epipelik alg kompozisyonunu ve su kalitesini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada toplam 56 takson belirlenmiştir. Yapılan fizikokimyasal analizlere ve indikatör türlere göre nehrin kirlenme baskısı altında olduğu sonucuna varılmıştır.

Çiçek ve Ertan (2015) Köprüçay Nehri üzerinde 7 örnek yeri belirleyerek nehrin su kalitesini epilitik diyatomelere bağlı değerlendirmişlerdir. Su kalitesini belirlemede fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış, Saprobi İndeksi (SI) ve Trofik Diyatom İndeksi (TDI) kullanılmıştır. Örnek yerleri arasındaki benzerlikler Sørensen benzerlik indeksi kullanılarak belirlenmiştir. Nehrin fizikokimyasal ölçütlere göre birinci nitelik sınıfında, diyatomelere göre ise çok az kirli olduğu tespit edilmiştir.

Maraşlıoğlu ve ark (2016) Tersakan Çayı'nın trofik seviyesini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, epilitik alg florasını incelemişler, Bacillariophyta üyelerinin baskın olduğunu belirlemişlerdir. Sudaki fiziksel ve kimyasal değişimlerin epilitik alg florasını olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Morkoyunlu Yüce ve Gönüloğlu (2016) Sakarya Nehri'nin su kalitesini, epilitik diyatome dağılımını ve çeşitliliğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada Saprobik İndeks (SI), Swiss Diatom İndeks (DI-CH) ve Trophic İndeks (TI) kullanılarak örnekleme noktalarının su kalite sınıfları ortaya konulmuştur.

### **2.1.2. Yurtdışında yapılmış çalışmalar**

Kelly ve ark. (1995), çalışmalarında İngiltere ve İskoçya'da bulunan 36 nehir ve akarsuda su kalitesini belirlemek için 70 örnekleme noktasından su ve diyatome örnekleri toplamışlardır. Çalışmada toplam 150 tür tespit edilmiş, 5 çeşit bentik diyatome indeksi



uygulanmış (4'ü kantitatif metot ve 1'i bölgelere ayırma sistemi), bu indekslerin su kalitesi çalışmalarındaki performansları karşılaştırılmıştır.

Fore ve Grafe (2002), Amerika'da Idaho eyaletindeki nehirlerin biyolojik durumunu diyatomeleri kullanarak belirlemek, insan etkisine bağlı olarak diyatom birliklerindeki değişimi ortaya koymak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Perifiton örnekleri 23 nehir üzerinde belirlenen 49 örnekleme noktasından toplanmıştır. Çalışmada diyatomelerin kullanıldığı 26 metrik denenmiş, bu metriklerden 9 tanesi seçilerek multimetrik indeks olan Nehir Diyatome İndeksi (River Diatom Index -RDI)'nin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Goma ve ark. (2005), İspanya ve Fransa arasında yer alan La Cerdanya bölgesinde bulunan Segre nehrinin üst havzasındaki 4 dağ akarsuyunun epilitik diyatomelerini çalışmışlardır. Çalışma, 1998 yılında üç farklı mevsimde toplanan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada diyatomelerin kullanıldığı üç farklı indeks (IPS Specific Polluosensitivity Index, CEE ve IBD Biological Diatom Index) denenmiş, bu indekslerin dağ akarsularında kullanılabilirliği incelenmiştir. Diyatome indekslerinin özellikle IPS indeksinin dağ akarsularında iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Tang ve ark. (2006), Çin'de bulunan Xiangxi nehir sisteminin ekolojik koşullarını belirlemek için epilitik diyatome komunitelerini kullanmışlardır. Çalışmada pH, tuzluluk, azot alım metabolizması, oksijen ihtiyacı, saprobite, trofik durum, morfolojik karakterler ve kirliliğe tolerans yeteneği gibi koşulları yansıtan 13 metrik kullanılmıştır. Farklı koşullardaki akarsu bölgelerinin ayırt edilmesinde uygun olan metriklerin hangileri oldukları tek yönlü ANOVA testi uygulanarak belirlenmiş, ardından uygun olan 5 metrik seçilerek multimetrik bir indeks olan Nehir Diyatome İndeksi (River Diatom Index- RDI) oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda multimetrik indekslerin ekolojik koşulların belirlenmesinde daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

Beyene ve ark. (2009), Etiyopya'da bulunan üç büyük akarsudaki kirliliğin ortaya konmasını amaçlayan çalışmalarında diyatomeler ve bentik makroomurgasızların

indikatör özelliklerini karşılaştırmışlardır. Her iki organizma grubunun da kirlilikten etkilenmiş ve etkilenmemiş akarsu bölgelerini eşit olarak ayırt ettikleri belirtilmiştir. Bununla birlikte makroomurgasızların azaldığı veya ortadan kalktığı ağır kirlilik koşullarında diyatomelerin iyi indikatör organizma oldukları ifade edilmiştir.

Delgado ve ark. (2010), İspanya'da bulunan ve Atlantik Okyanusuna dökülen Galicia nehirlerinin ekolojik durumunu değerlendirmek için geliştirdikleri multimetrik indeksin kullanılabilirliğini ortaya koymayı amaçladıkları çalışmalarında 72 örnekleme noktasından su ve epilitik diyatome örnekleri toplamışlardır. Çalışmada 17 biyolojik indeks ve metrik kullanılmış, metriklerin uygunluğu fizikokimyasal değişkenlerle ilişkili olarak test edilmiş, uygun metrikler kullanılarak diyatom multimetrik indeksi (MDIAT) geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda geliştirilen multimetrik indeksin Galicia nehirlerinde su kalitesini değerlendirmek için kullanılabilirliğinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Martin ve ark. (2010), Güney İspanya'da bulunan Guadalquivir nehir havzasında belirlenen 110 örnekleme noktasında 339 diyatome taksonu tespit etmişler, çalışmalarında diyatomelerin kullanıldığı 5 indeks hesaplamışlardır. En iyi sonuç veren indeks diyatom tabanlı Ötrofikasyon Kirlilik İndeksi (EPI-D) olarak belirlenmiştir. Havzanın tümünde EPI-D indeks sonuçlarına göre örnekleme noktalarının %55'inin yüksek ve iyi su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinde her su kalitesini kategorize eden türler *Achnantheidium minutissimum* (yüksek ve iyi su kalitesi), *Amphora pediculus* (orta su kalitesi), *Nitzschia frustulum* (zayıf su kalitesi) ve *Nitzschia capitellata* (kötü su kalitesi) olarak belirlenmiştir.

Resende ve ark. (2010), Portekiz'deki Ul nehrinin su kalitesini ve ekolojik durumunu belirlemeyi amaçlayan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada epilitik diyatome ve bentik makroomurgasız örnekleme yapılmıştır. Diyatomelerin kullanıldığı 2 (Specific Polluosensitivity Index ve Biological Diatom Index) ve bentik makroomurgasızların kullanıldığı 1 (Iberian Biological Monitoring Working Party indeks) kullanılmıştır. Epilitik diyatomelerin ve bentik makroomurgasızların Ul nehrinin su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik indikatör olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Segura-Garcia ve ark. (2012) Meksika'nın ticari öneme sahip üst Lerma Nehri'nde yaptıkları çalışmalarında su kalitesinin belirlenmesinde epilitik diyatomeleleri kullanmışlardır. Çalışmada toplam 178 takson belirlenmiş olup taksonların %63'ünün kozmopolit veya geniş yayılım gösteren taksonlar olduğu belirlenmiştir. CCA analizi sonuçlarına göre çalışma alanında epilitik diyatomelelerin dağılımında suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yakından ilişkili olduğu, bununla birlikte diyatome dağılımının insan faaliyetlerine bağlı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Noga ve ark. (2013), Polonya'da bulunan Matysówka akarsuyunda diyatome komunitelerinin çeşitliliğini belirlemek ve akarsuyun ekolojik durumunu ortaya koymak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada üç diyatome indeksi (Specific Pollution Sensitivity Index - IPS, Generic Diatom Index - GDI ve Trophic Diatom Index - TDI) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda akarsuda 271 diyatome taksonu tespit edilmiş, akarsuyun IPS ve GDI indekslerine göre III-IV su kalite sınıfında, TDI indeksine göre ise IV-V su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Chen ve ark. (2016), Beijing, Çin'de yaptıkları çalışmalarında kentleşmenin akarsu koşulları üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında kentsel ve kırsal akarsu bölgelerinden diyatome örnekleri toplanmış, suyun fiziksel ve kimyasal değişkenleri incelenmiştir. Diyatome tür kompozisyonunun kentleşmeye fiziksel ve kimyasal değişkenlerden daha duyarlı olduğu, diyatome birliklerinin kullanıldığı metriklerin su kalitesini daha doğru bir şekilde belirlediği sonucuna varılmıştır.

Jakovljević ve ark. (2016), Sırbistan'ın Mlava Nehri'nde yaptıkları çalışmalarında epilitik diyatomeleler ve diyatome indisleri kullanarak suyun ekolojik durumunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Nisan, Temmuz ve Eylül 2011 tarihlerinde beş farklı lokasyonda bentik diyatome örnekleri alınmış, suyun bazı fiziksel ve kimyasal ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda 27 cinse ait toplam 86 diyatome taksonu belirlenmiştir. Diyatomelelerin kullanıldığı çeşitli indeks sonuçları ve suyun fizikokimyasal değişkenlerine göre su kalitesi ortaya konmuştur. Çalışma periyodu boyunca yapılan su kalitesi çalışmaları nehrin iyi ve yüksek su kalitesini işaret etmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve örnek alma istasyonları

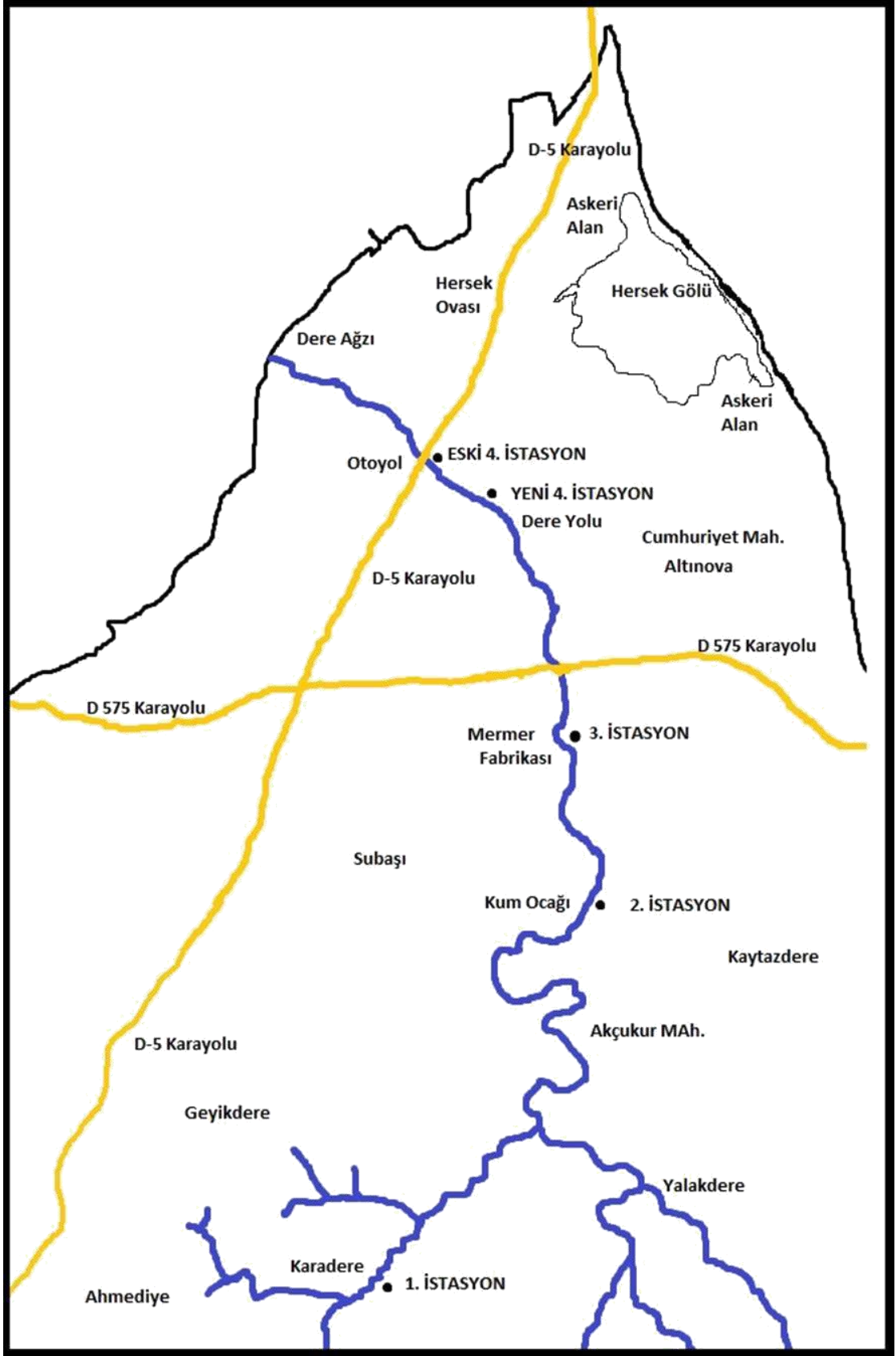
Yalacdere, Yalova ili Altınova ilçesinin en önemli akarsularından biridir. Yalova'daki en büyük akarsular kaynağını Samanlı Dağları'ndan almaktadır. Yalacdere, Derbent Deresi, Sulu Dere ve Akçat Deresi gibi derelerle beslenmektedir (Anonim 2016a).

Yalacdere eski yıllarda taşıdığı alüvyonlarla Marmara Denizi'ni doldurarak Hersek Lagünü'nü oluşturmuştur (Anonim 2016b). Lagün alanı toplam 152 hektardır. Lagünü besleyen tek akarsu Yalacdere iken, yatağı değiştiği için Yalacdere Akarsuyu Hersek Lagünü'nün 3 km. batısından Marmara Denizi'ne dökülmektedir. Günümüzde derenin lagünle hiçbir bağlantısı yoktur ve eski dere yatağı tamamen doldurularak tarım alanı ve arsa olarak kullanılmaktadır (Anonim 2013). Yalacdere'nin oluşturduğu verimli arazi üzerinde Hersek Köyü ve Altınova İlçesi kurulmuştur (Anonim 2016a).

Yalacdere üzerinde belirlenen 4 farklı noktadan örnek alınmıştır. Belirlenen istasyonlar mambadan mansaba doğru sırasıyla 1. istasyon (Karadere), 2. istasyon (Kum ocağı), 3. istasyon (Subaşı Yolu), 4. istasyon (Otoyol), yeni 4. istasyon (4') (Dere Yolu)'dur (Şekil 3.1).

1. İstasyon Karadere ( $40^{\circ} 39' 22.8''$  N –  $29^{\circ} 29' 28.5''$  E); Yalacdere'nin mambasına en yakın bölgesidir. Bu bölge yerleşimin yok denecek kadar az olduğu bölgesi olup, tarım faaliyetleri kısmen de olsa gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.2).

2. İstasyon Kumocağı ( $40^{\circ} 40' 15.5''$  N –  $29^{\circ} 30' 19.8''$  E); çok yakınında bir kum ocağı işletmesi bulunmaktadır. Yerleşimin başladığı önemli stres noktasıdır (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Yalacdere örnek alma istasyonları

3. İstasyon Subaşı yolu ( $40^{\circ} 41' 24.7''$  N –  $29^{\circ} 30' 09.9''$  E); Sadık Ahmet köprüsünün altından geçmektedir. Etrafında yerleşim yerleri bulunmaktadır. Bu nedenle kirliliğe etki eden birçok etmene maruz kalmaktadır (Şekil 3.4).

4. İstasyon Otoyol ( $40^{\circ} 42' 16.1''$  N –  $29^{\circ} 29' 31.4''$  E); Yalakdere'nin denize dökülmeden önceki son noktasıdır (Şekil 3.5, Şekil 3.6).

4' İstasyon Dereyolu ( $40^{\circ} 42' 13.5''$  N –  $29^{\circ} 29' 47.2''$  E); İstanbul-İzmir otoyolunun Marmara köprü geçişi Hersek Lagünü'nün hemen batısından geçmektedir. Bu nedenle 4. istasyon olarak belirlenen noktada Ekim ayı itibariyle su tamamen çekilmiş olup, dere yatağı tamamen doldurularak yol geçişi sağlanmıştır. Böylelikle dere yatağı değiştiğinden bu tarihten itibaren Yalakdere'nin denizle birleştiği en yakın bir diğer nokta yeni 4' İstasyon olarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).



**Şekil 3.2.** Karadere 1. istasyon genel görünümü



**Şekil 3.3.** Kumocağı 2. istasyon genel görünümü



**Şekil 3.4.** Subaşı Yolu 3. istasyon genel görünümü



**Şekil 3.5.** Otoyol 4. istasyon su çekildikten sonraki görünümü



**Şekil 3.6.** Otoyol 4. istasyon yol yapım sonrası görünümü





**Şekil 3.7.** Dere Yolu yeni 4. istasyon (4') genel görünümü

### **3.1.2. Havzanın jeolojik özellikleri**

İzmit körfezi ve İznik gölü arasında kalan bölgenin jeolojik ve yapısal özellikleri Bargu ve Sakınç (1989) tarafından kapsamlı olarak ortaya konmuştur. Bu çalışmaya göre çalışma bölgesinde belirlenen istasyonların bulunduğu bölgeler stratigrafi açıklamasına göre; Taşlıtepe Formasyonu, Kaytazdere Formasyonu ve Yeni Alüvyon Formasyonu olarak tespit edilmiştir.

Birinci ve ikinci istasyonlar Taşlıtepe Formasyonu'nda olup farklı özellikteki tüflerle kaplı istif tabandan ve bazı düzeylerde kumtaşı, silttaşı ve kiltası ile killi kireçtaşı gibi kayaların ardalanmasından oluşmuştur. Birimin kalınlığı yaklaşık 200-300 m aralığında

olup, yaşı Alt-orta Eosen bulunmuştur. *Nummulites sp.*, *Assilina sp.*, *Discoylina sp.* gibi fosil formlar kaydedilmiştir (Bargu ve Sakıncı 1989).

Üçüncü istasyon Kaytazdere Formasyonu'nda olup birim tabanı, kalınlığı yaklaşık 30 m olan bir marn tabakası ile başlayıp üzerinde kumtaşı, silttaşı ve marn ile silttaşının ardalanmasından oluşan kalınlığı 70 m olan kumtaşı tabakaları yer alır. Bu kalın kumtaşı tabakaları üzerinde kumtaşı ve silttaşı ardalanmalı marn ve kumtaşı seviyeleri ile istif son bulur (Bargu ve Sakıncı 1989).

Dördüncü istasyon Yeni Alüvyon Formasyonu'nda olup, bölgede özellikle Yalacdere'nin eski formasyonlardan koparıp getirdiği blok, çakıl ve kum boyutundaki elemanlar Altınova ve Hersek civarında delta şeklinde geniş alanlara yayılmış ve Holosen yaşlı alüvyonal birikintilerden oluşmuştur. Bu birikinti konisi bölgedeki görünümüyle karakteristiktir (Bargu ve Sakıncı 1989).

### **3.2.Yöntem**

#### **3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler**

Yalacdere üzerinde belirlenen 4 istasyondan hava koşulları dikkate alınarak, Nisan 2013 – Mart 2014 tarihleri arasında aylık olarak su örnekleri alınarak kimyasal analizi yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Ancak Temmuz ayı 2. ve 4. istasyonlarda, Ağustos ayı tüm istasyonlarda ve Eylül ayı 2., 3. ve 4. istasyonlarda dere kurumuş olduğundan örnekleme yapılamamıştır.

Su sıcaklığı (T), pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve çözünmüş oksijen (DO) değerleri arazide örnek alma esnasında Hach-Lange marka multi prob ile ölçülmüştür. Su analizleri standart metodlara göre (Anonim 1998) Çizelge 3.1'deki yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Kimyasal Analizlerde Kullanılan Standart Yöntemler

	Kısaltma ve Birim	Yöntem
Bikarbonat	$\text{HCO}_3^-$ (mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$ )	Titrasyon yöntemi
Karbonat	$\text{CO}_3^{2-}$ (mg $\text{CO}_3/\text{l}$ )	Titrasyon yöntemi
Fosfat Fosforu	$\text{PO}_4\text{-P}$ (mg/l)	Askorbik Asit yöntemi
Toplam Fosfor	TP (mg/l)	Persülfat Parçalama yöntemi
Nitrit Azotu	$\text{NO}_2^-$ -N (mg/l)	Kolorimetrik metod
Nitrat Azotu	$\text{NO}_3^-$ -N (mg/l)	Kadmiyum İndirgeme Yöntemi
Amonyum Azotu	$\text{NH}_4^+$ -N (mg/l)	Fenat metodu
Toplam Azot	TN (mg/l)	Persülfat Parçalama yöntemi
Sülfat	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	Turbidimetrik metod
Klorür	$\text{Cl}^-$ (mg/l)	Argentometrik metod
Kalsiyum	$\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	EDTA Titrasyon
Magnezyum	$\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	EDTA Titrasyon
Toplam Oksitlenebilir Organik Madde	TOM (mgO <sub>2</sub> /l)	Permanganat indeksi
Askıda Katı Madde	AKM (mg/l)	Filtrasyon yöntemi

Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nca yayınlanmış olan '*Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği* (YSKY)'ne göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre su kalite kriterleri belirlenmiştir (Anonim 2016c). Yalakdere'de ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlere göre su kalitesi bu kriterlere göre tespit edilmiştir (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim 2016c).

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları <sup>(a)</sup>			
	I ( Çok iyi)	II ( İyi)	III (Orta)	V (Zayıf)
Renk (m <sup>-1</sup> )	RES 436 nm:≤1,5 RES 525 nm:≤1,2 RES 620 nm:≤0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm:> 4,3 RES 525 nm:> 3,7 RES 620 nm:> 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0,3	0,5	> 0,5
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L) <sup>(b)</sup>	<0,5	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N/L) <sup>(c)</sup>	<3,5	11,5	25	>25
Orto fosfat fosforu (mg-o-PO <sub>4</sub> -P/L)	<0,05	0,16	0,65	>0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür (µg/L)	≤1000	1500	2000	>2000
Mangan (µg/L)	≤100	500	3000	>3000
Selenyum (µg/L)	≤10	15	20	>20
Sülfür (µg/L)	≤2	5	10	>10

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları

**1. Sınıf** -Yüksek kaliteli su (I. sınıf su kalitesinde olması ‘Çok İyi’ su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,



**İİ. Sınıf** - Az kirlenmiş su (II. sınıf su kalitesinde olması ‘İyi’ su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
- 2) Rekreatyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

**İİİ. Sınıf** – Kirlenmiş su ( III. sınıf su kalitesinde olması ‘Orta’ su durumunu ifade etmektedir.);

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

**IV. Sınıf** - Çok kirlenmiş su ( IV. sınıf su kalitesinde olması ‘Zayıf’ su durumunu ifade etmektedir.);

İİİ. Sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları.

(b) TKN:  $\text{NH}_3\text{-N} + \text{Organik Azot}$

(c) TN:  $\text{TKN} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$

### **3.2.2. Meteorolojik veriler**

Atmosferik aylık sıcaklık verileri ve yağış şiddeti aylık değerleri <http://www.accuweather.com/tr> sitesinden alınmıştır (Anonim 2014a).

Yalova iline ait yıllık toplam yağış verileri ise Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır (Anonim 2014b).

### **3.2.3. Epilitik diyatome örneklerinin toplanması, tayini ve sayımı**

Epilitik diyatome örnekleri Nisan 2013 – Mart 2014 tarihleri arasında belirlenen dört istasyondan aylık olarak her biri düzgün yüzeyli taşlar seçilerek toplanmıştır. Laboratuvara getirilen taş örnekleri ince bir fırça yardımıyla 50 ml saf su kullanılarak

temizlenmiş, taş üzerindeki diyatomelerin suya geçmesi sağlanmıştır. Taş yüzeyinden arındırılan numunenin bir bölümüne (10 ml) %4'lük formaldehit çözeltisi konularak tespit edilmiştir. Diğer bölümüne ise (20 ml) numunenin organik materyalden arındırılması ve diyatome früstüllerinin eldesi için “soğuk asit permanganat yöntemi” uygulanmıştır (Kelly ve ark. 2001).

Diyatomelerin teşhis ve sayımlarının gerçekleştirilmesi için mikropipet yardımı ile 0,05 ml hacimde alınan örnekler lam üzerine damlatılmış, üzeri lamel ile kapatılarak kurumaya bırakılmış ve entellan ile daimi preparat haline getirilmiştir. Epilitik diyatomelerin taksonomik tayinleri NIKON marka mikroskopta 100'lük büyütmede Hustedt (1930), Patrick ve Reimer (1966, 1975), Round ve ark. (1990) ve Krammer ve Lange-Bertalot'a (1991a, 1991b, 1997a, 1997b) göre gerçekleştirilmiştir.

Epilitik diyatomelerin üzerinde bulunduğu substratın (taş) alanı “alüminyum folyo metodu'na göre hesaplanmıştır (Lamberti ve ark. 1991).

$$A_r = (A_k / W_k) \times W_{rf}$$

$A_k$  = Referans alan

$W_k$  = Referans ağırlık

$W_{rf}$  = Substratın (taşın) yüzey alanını kaplayan alüminyum folyonun ağırlığı

Epilitik diyatomelerin her bir türünün birim alandaki birey sayısını ifade eden *bolluk değeri* aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Bolluk (Organizma/mm}^2\text{)} = N \times A_t \times V_t / A_c \times V_s \times A_s \\ (A_c : F.d \times L)$$

$N$  : Sayılan organizma sayısı

$A_t$  : Lamel alanı (mm<sup>2</sup>)

$V_t$  : Orjinal örneğin toplam hacmi (ml)

$A_c$  : Sayım yapılan mikroskop alanı (mm<sup>2</sup>)

$V_s$  : Damlatılan örnek hacmi (ml)

$A_s$  : Substratın alanı (mm<sup>2</sup>)

$F.d$  : Mikroskobun görüş alanı (mm)

$L$  : Sayım yapılan lamelin uzunluğu (mm)

Epilitik diyatomelerin *nispi bollukları* ise her taksonun toplam organizma sayısına bölünüp yüz ile çarpılmasıdır ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Nispi Bolluk} = (N_A / N_n) \times 100$$

$N_A$ : A türüne ait birim alandaki birey sayısı

$N_n$ : Tüm türlere ait birim alandaki birey sayısı

### 3.2.4. Epilitik diyatomelerin kullanıldığı metrikler

Biyolojik verilerin kimyasal analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilebilmesi için sayısal olarak ifade edilmesi önem taşımaktadır. Biyolojik verilerin sayısal olarak ifade edildikleri verilere metrik denir. Metrikler her biyolojik veri için farklı kategorilerde sınıflandırılır.

Çalışmada epilitik diyatomelerin kullanıldığı, Kompozisyon/Bolluk Metrikleri, Çeşitlilik Metrikleri, Takson Zenginliği Metrikleri ve Tolerans Metrikleri olmak üzere dört farklı kategoride metrik uygulanmıştır. Uygulanan metrikler Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

#### 3.2.4.1. Kompozisyon / Bolluk metrikleri

Yalakdere'nin epilitik diyatome florasında ekolojik açıdan önem taşıyan anahtar taksonlar içinde tekerrür oranları ve nispi bollukları en fazla olan türlerin % oranları metrik olarak kullanılmıştır. %*Achnanthydium minutissimum* (%Achn), %*Cocconeis* (%Cocc), %*Navicula* (%Navi), %*Nitzschia+Tryblionella* (%Nitz+%Tryb), %*Cymbella+Encyonema* (%Cymb+%Ency) Yalakdere'nin epilitik diyatome florasında nispi bollukları ve tekerrür oranları bakımından önemli bulunan türler olmaları nedeniyle tercih edilmişlerdir.



**Çizelge 3.3.** Epilitik diyatomeleler kullanılarak uygulanan metrikler, kısaltmaları ve sınıfları

Metrikler	Kısaltmaları	Sınıfları
<b>-kompozisyon/bolluk metrikleri-</b>		
<i>% Achnanthidium minutissimum</i>	%Achn	Nispi Bolluk
<i>% Cocconeis</i>	%Cocc	Nispi Bolluk
<i>% Navicula</i>	%Navi	Nispi Bolluk
<i>% Nitzschia+Tryblionella</i>	%Nitz+%Tryb	Nispi Bolluk
<i>% Cymbella+Encyonema</i>	%Cymb+%Ency	Nispi Bolluk
Generik İndeks	GI	Nispi Bolluk
<b>-çeşitlilik metrikleri-</b>		
Shannon-Wiener	H	Çeşitlilik
Evenness	E	Çeşitlilik
<b>-takson zenginliği metrikleri-</b>		
Tür Zenginliği	Tür-zen	toplam diyatome takson sayısı
Cins zenginliği	Cins-zen	toplam diyatome cinsi sayısı
<b>-tolerans metrikleri-</b>		
Trofik Diyatome İndeksi	TDI	Trofik Seviye
Kirlilik Tolerans İndeksi	PTI	Tolerans
<b>-Van Dam Autekolojik indeksleri-</b>		
Tuzluluk	VD-SAL	Tolerans
Organik Azot	VD-ON	Tolerans
Oksijen ihtiyacı	VD-OR	Tolerans
Saprobite	VD-SAP	Tolerans
Trofik Durum	VD-TS	Tolerans

Çalışmada epilitik diyatomeler kullanılarak uygulanan metriklerden bir tanesi Generik indeksidir. Generik indeksi *Achnanthes*, *Cocconeis* ve *Cymbella* cinslerinin bolluk/nispi bolluk değerleri toplamının, *Cyclotella*, *Melosira* ve *Nitzschia* cinslerinin bolluk/nispi bolluk değerleri toplamına oranıdır. Diyatome topluluklarının değişimlerini ölçmek amacıyla kullanılır (Wu,1999). Son yıllarda alglerin sistematüğinde bazı değişiklikler ortaya konmuştur. Wu (1999)'nun çalışmasında kullanılan cins ve tür isimlerinden bazılarının isimleri güncel sistematikte değişmiştir. *Achnanthes* cinsinin bazı türlerinin *Achnantheidium* ve *Planothidium* cinslerine aktarılması, *Cymbella* cinsine ait bazı türlerin *Encyonema* cinsine ve *Nitzschia* cinsine ait bazı türlerin ise *Tryblionella* cinsine aktarılması sebebiyle generik indeks hesaplanmasına bu cinsler de dahil edilmiştir. Bu durumda Generik İndeks hesaplanmasında kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$GI= \frac{Achnanthes+Achnantheidium+Planothidium+Cocconeis+Cymbella+Encyonema}{Cyclotella+ Melosira+ Nitzschia + Tryblionella}$$

### 3.2.4.2. Çeşitlilik metrikleri

#### 3.2.4.2.1. Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi

Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (Shannon ve Weaver 1949) her bir taksonun birim hacim veya alandaki durumunu bildiren sayısal bir analizdir, sucul ve karasal ekosistemlerdeki biyotik çeşitliliği hesaplamak için kullanılan bir hesaplama yöntemidir. Yalakdere'nin epilitik diyatome çeşitliliğini belirlemek için Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\log_e P_i)$$

H': Shannon – Wiener indeksi

s: takson sayısı

Pi: i taksonuna ait birey sayısının, toplam popülasyondaki birey sayısına oranı

H' değerlerinin 3'ten büyük olması temiz su seviyesini, 1-3 arasında olması orta derecede kirlenmiş su olduğunu, 1'den küçük olması yüksek derecede kirlenmiş su seviyesinde olduğunu gösterir (Mason 1983) (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3. 4.** Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değerleri

>3	temiz su
1-3	orta derecede kirlenmiş su
<1	yüksek derecede kirlenmiş su

Evenness (E) yani kommunité dengesi ise her bir örneklemede hesaplanan Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değerlerinin aynı örneklemede kaydedilen toplam takson sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir. Aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$E = H' / \log_2 S$$

H': Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değeri

S: Her bir istasyondaki toplam takson sayısı

### 3.2.4.3. Takson Zenginliği metrikleri

Diyatome tür zenginliği her bir örneklemede kaydedilen diyatome takson sayısını ifade etmektedir. Tür zenginliği metriği, bir örnekleme içindeki alg türlerinin (diyatome, diyatome dışındaki türler veya her ikisi de) sayılarını tahmin etmek için kullanılır. Yüksek tür zenginliğinin yüksek biyotik bütünlüğü gösterdiği kabul edilir, çünkü birçok tür mevcut habitat koşullarına adapte olmaktadır. Tür zenginliğinin artan kirlilikle azalacağı tahmin edilmektedir, çünkü birçok tür stres altına girer. Bununla birlikte, birçok habitat düşük nutrient, düşük ışık ya da diğer faktörlerden dolayı doğal olarak stres altında

olabilmektedir. Kaynakta, verimsiz ve nutrient bakımından fakir sularda besin miktarındaki çok az artış, tür zenginliğinde artışa sebep olabilmektedir (Bahls ve ark. 1992).

Diyatome cins zenginliği, her bir örneklemede kaydedilen diyatome cins sayısını ifade etmektedir. Cins zenginliği referans alanlarda yüksek, kirlilikten etkilenmiş bölgelerde ise hassas cinslerin strese girmesi nedeni ile düşüktür. Toplam cins sayısı (diyatome, diyatome dışındaki türler veya her ikisi de) tür zenginliğine kıyasla daha sağlam sonuçlar verebilir, çünkü yakından ilişkili çok sayıda tür bazı cinslerin içindedir, böylece zenginlik tahminleri yapay olarak yüksek bulunabilmektedir (Stevenson ve Bahls 1999).

#### 3.2.4.4. Tolerans metrikleri

Trofik Diatom İndeksi (TDI), İngiltere’de akarsu ve nehirlerin trofik seviyesini belirlemek ve su sistemlerinin su kalitesini izleme çalışmalarında kullanılmak üzere 1995 yılında Kelly ve Whitton adlı araştırmacılar tarafından geliştirilen bir indekstir. TDI daha çok ötrofikasyon kontrolü ve tespiti amaçlı uygulamalarda kullanılmaktadır (Kelly ve Whitton 1995).

TDI, Zelinka ve Marvan (1961)’in ağırlıklı ortalama eşitliği temeline dayanmakta ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır;

$$index = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j v_j}{\sum_{j=1}^n a_j v_j}$$

$a_j$  = örnekteki  $j$  türüne ait valvelerin bolluğu veya oranı  $s_j = j$  türünün kirlilik hassasiyeti (1-5)  $v_j =$  indikatör değeri (1-3).

WMS (index) değeri taksonların ağırlıklı ortalama hassasiyet değerlerini göstermektedir. Bu değer 1 ile 5 arasında değişmektedir.

1= çok düşük nutrient konsantrasyonlarına sahip bölgeler.

2= düşük nutrient konsantrasyonlarına sahip bölgeler

3= orta derecede nutrient konsantrasyonlarına sahip bölgeler

4= yüksek nutrient konsantrasyonlarına sahip bölgeler

5= çok yüksek nutrient konsantrasyonların a sahip bölgeler

WMS değerinin 0'dan 100'e kadar olan skala üzerinde ifade edilmesi ile TDI değeri bulunmaktadır. TDI aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\mathbf{TDI} = (\mathbf{WMS} \times 25) - 25$$

Hesaplanan TDI değerinden su kalite sınıfını belirleyebilmek için Çizelge 3.5'den yararlanılmıştır.

**Çizelge 3. 5.** Trofik Diyatome İndeksi Skalası (Kelly ve Whitton 1995)

Su Kalite Sınıfı	Ekolojik Statü	TDI	Trofik Statü
I	Yüksek	<35	Oligotrofik
II	İyi	35-50	Oligo-Mezotrofik
III	Orta	50-60	Mezotrofik
IV	Kötü	60-75	Ötrofik
V	Zayıf	>75	Hipertrofik

Diyatome Kirlilik Tolerans İndeksi, çalışmada uygulanan metriklerden biridir. Lange-Bertalot (1979), artan kirliliğe toleranslarına göre diyatomeleleri 3 kategoriye ayırmıştır. En toleranslı taksonlar için 1 değeri (örneğin, *Nitzschia palea* veya *Gomphonema*

*parvulum*), nispeten hassas türler için ise 3 değeri verilmiştir. Lange Bertalot'un Kirlilik Tolerans İndeksi değerleri 1 ile 3 arasında değişmekte olup, 1 değeri en kirlenmiş suları, 3 değeri ise en az kirlenmiş suları ifade etmektedir (Stevenson ve Bahls 1999). Muscio (2002), Lange-Bertalot tarafından ortaya konulan tolerans değerlerinin versiyonu olarak indikatör değerlerini 1 ile 4 arasında göstermiştir. Diyatome Kirlilik Tolerans İndeksinin hesaplanmasında Muscio (2002) tarafından hazırlanan revize takson listesi kullanılmıştır. Diyatome Kirlilik Tolerans İndeksi, her bir taksonun tolerans değeriyle çarpım toplamının, toplam takson sayısına bölünmesiyle aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Muscio 2002).

$$PTI = \sum n_i t_i / N$$

$n_i$  = i türüne ait sayılan hücre sayısı

$t_i$  = i türüne ait tolerans değeri

$N$  = sayılan toplam hücre sayısı

Yalacdere'de tespit edilen epilolitik diyatomeleler aynı zamanda Van Dam ve ark. (1994)'nın autekolojik indekslerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Van Dam ve ark. (1994) tarafından ortaya konulan ekolojik tolerans tanımlamasına göre tatlısu diyatome taksonları tuzluluk, azot alımı metabolizması, oksijen ihtiyacı, saprobite ve trofik durum gibi özellikleri dikkate alınarak farklı ekolojik indikatör değerler almaktadırlar. Yalacdere'de her bir örneklemede tespit edilen diyatome taksonları gözönünde bulundurularak tuzluluk, azot alımı metabolizması, oksijen ihtiyacı, saprobite ve trofik durum için indeks değerleri, diyatome birliklerinin ağırlıklı ortalamalarından elde edilen değerlerden Van Dam ve ark. (1994) tarafından ortaya konulan listede yer alan ekolojik indikatör değerlerine dayanarak belirlenmiştir. Ekolojik indikatör değerlerinin sınıflandırılması Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

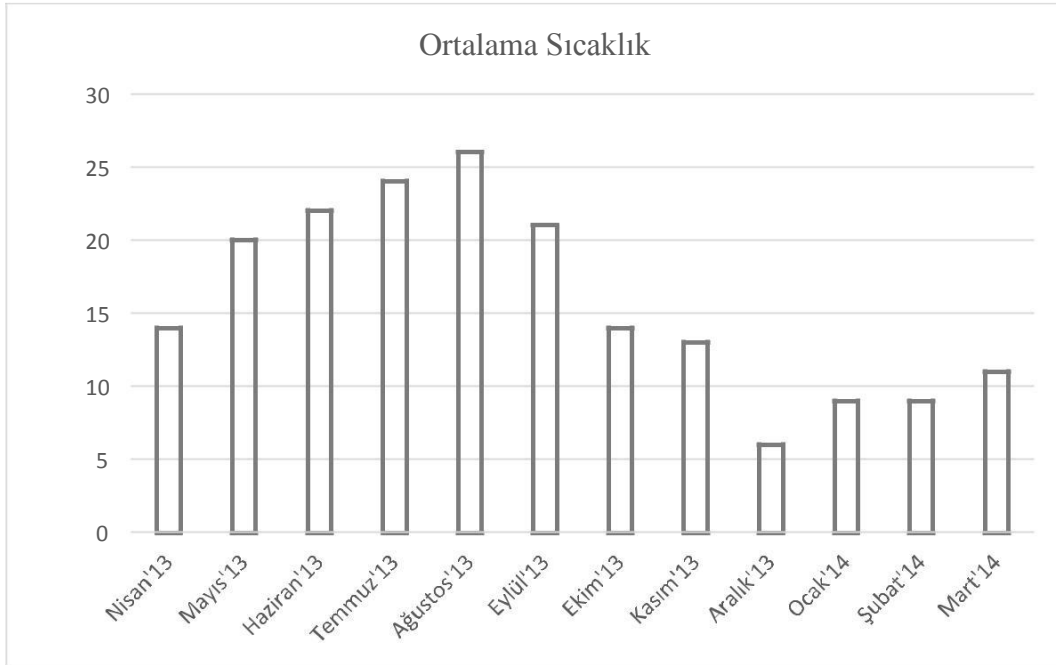
**Çizelge 3.6.** Ekolojik indikatör değerlerinin sınıflandırılması (Van Dam ve ark. 1994).

	<b>Tuzluluk</b>	Cl <sup>-</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	Tuzluluk (‰)
	1 tatlısu	<100	<0,2
	2 tatlısu – acısu	<500	<0,9
	3 acısu – tatlısu	500-1000	0,9-1,8
	4 acısu	1000-5000	1,8-9,0
	<b>Azot alımı metabolizması</b>		
	1 azot- ototrofik taksonlar, organik bağlı azotu çok küçük konsantrasyonlarda tolere edebilir		
	2 azot- ototrofik taksonlar, organik bağlı azotun yükselen konsantrasyonlarını tolere edebilir		
	3 fakültatif olarak azot heterotrofik taksonlar, periyodik olarak yükselen konsantrasyonlarda organik bağlı azota ihtiyaç duyarlar		
	4 zorunlu azot heterotrofik taksonlar, devamlı olarak yükselen konsantrasyonlarda organik bağlı azota ihtiyaç duyarlar		
	<b>Oksijen ihtiyacı</b>		
	1 Oksijen-devamlı yüksek (yaklaşık 100% doyumluk)		
	2 Oksijen-oldukça yüksek (%75 üstü doyumluk)		
	3 Oksijen-orta (%50 üstü doyumluk)		
	4 Oksijen-düşük (%30 üstü doyumluk)		
	5 Oksijen-çok düşük (yaklaşık %10 doyumluk)		
	<b>Saprobite</b>	su kalite sınıfı	oksijen doyumluğu(%) BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> (mg l <sup>-1</sup> )
	1 Saprobite-oligosaprobik	I, I-II	>85 <2
	2 Saprobite-beta-mesosaprobik	II	70-85 2-4
	3 Saprobite-alfa-mesosaprobik	III	25-70 4-13
	4 Saprobite-alfa-meso-/polisaprobik	III-IV	10-25 13-22
	5 Saprobite-polisaprobik	IV	<10 >22
	<b>Trofik durum</b>		
	1 Trofik-oligotröfentik		
	2 Trofik-oligo-mesotröfentik		
	3 Trofik-mesotröfentik		
	4 Trofik-meso-eutröfentik		
	5 Trofik-eutröfentik		
	6 Trofik-hipereutröfentik		
	7 Trofik-oligo-ila eutröfentik hipereutröfentik		

## 4. BULGULAR

### 4.1. Meteorolojik Bulgular

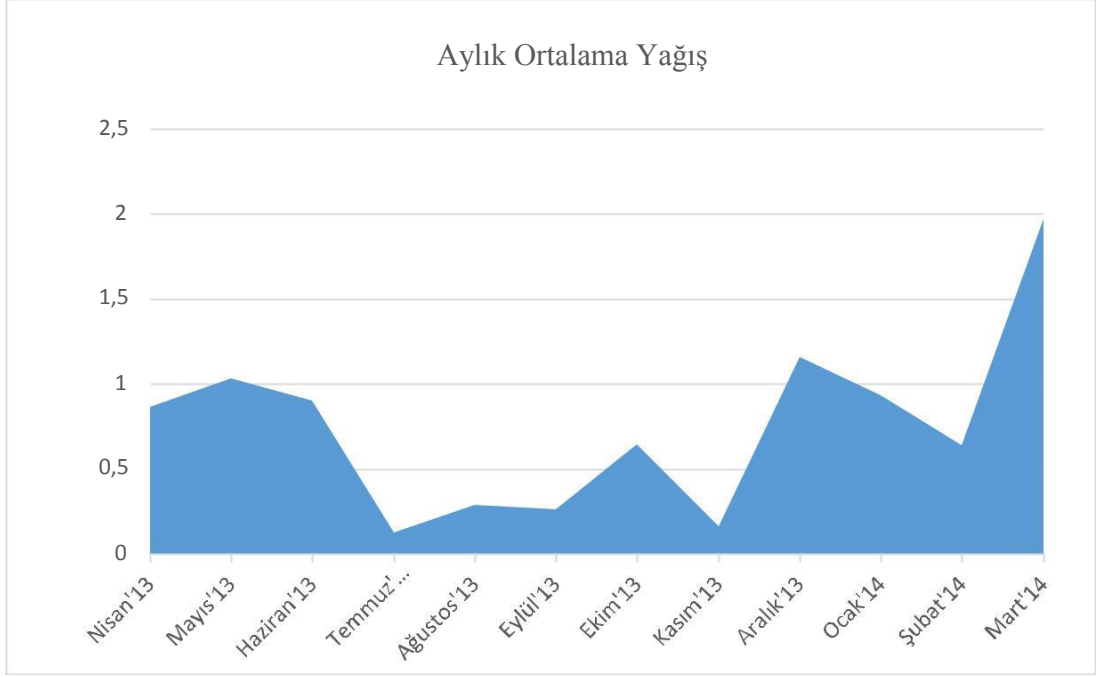
Yalova iline ait atmosferik sıcaklık değişimlerine ilişkin grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Çalışma dönemi boyunca ortalama sıcaklık değerleri 6 °C ile 26 °C arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek sıcaklık değeri Ağustos 2013’te, en düşük sıcaklık değeri ise Aralık 2013’te kaydedilmiştir.



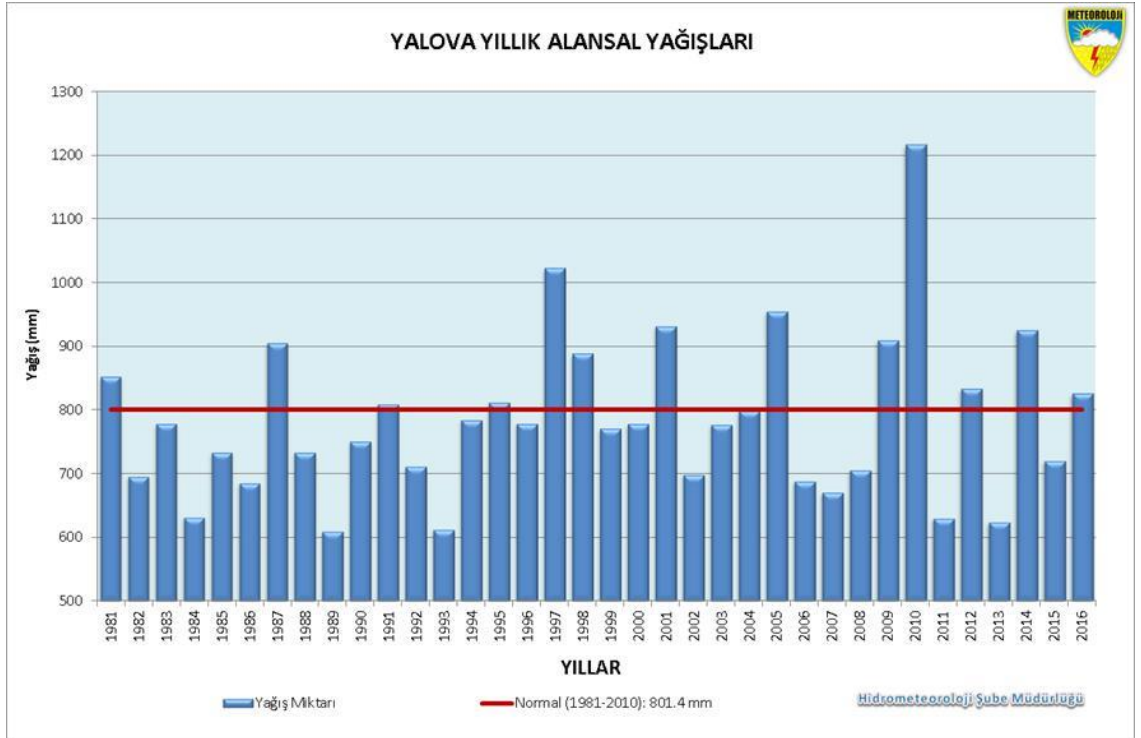
Şekil 4.1. Yalova iline ait atmosferik sıcaklık değişimleri

Yalova ilinin yıllara ait yağış değerleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Çalışma dönemi boyunca Yalova İli ortalama yağış miktarı 2 mm'nin altında kalmıştır. Bu değerler bize çalışma süresince yağış şiddetinin hafif yağış sınıfında olduğunu göstermiştir (Anonim 2016d). Yalova ilinin yıllık yağış miktarları Şekil 4.3’te gösterilmiştir. 2012 yılında normal değerlerin üzerine çıkan yağışlar 2013 yılında ortalamanın bir hayli altına düşmüş ve 500 mm civarında tespit edilmiştir (Anonim 2014b).





**Şekil 4. 2.** Yalova iline ait ortalama yağış değerleri



**Şekil 4. 3.** Yalova ilinin uzun yıllara ait toplam yağış verileri

## 4.2. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Nisan 2013 ile Mart 2014 tarihleri arasında Yalakdere’de belirlenen dört istasyonda yapılan fiziksel ölçümler ve kimyasal analizlerin sonuçlarına ait minimum, maksimum değerleri, hesaplanan aritmetik ortalama ve standart hata değerleri verilmiştir (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1.** Yalakdere’de belirlenen dört istasyona ait fiziksel ve kimyasal değerlerin minimum, maksimum, aritmetik ortalama ve standart hata sonuçları

	n	Min.	Max.	Art. Ort.	SH
T (°C)	39	4,23	34,37	15,7	1,08
pH	39	7,32	8,73	8,25	0,043
EC (µS/cm)	39	418	585	514,44	7,004
DO (mg/l)	39	6,66	13,23	10,85	0,264
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	39	18,3	152,5	115,43	5,99
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	39	0,00	72,00	17,85	3,05
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	39	0,036	0,436	0,116	0,013
TP (mg/l)	39	0,085	1,75	0,30	0,049
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	39	0,001	0,018	0,007	0,001
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	39	0,018	0,748	0,263	0,035
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	39	0,134	1,093	0,252	0,029
TN (mg/l)	39	3,566	14,694	6,003	0,357
SO <sub>4</sub> (mg/l)	39	5,912	110,649	40,654	3,036
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	39	2,5	135,0	19,5	3,2
Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	39	32,064	92,184	71,681	1,870
Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	39	3,648	94,848	19,55	2,98
TOM (mg/l)	37	0,0	3,96	1,189	0,158
AKM (mg/l)	39	0,10	68,70	17,52	3,19
Si (mg/l)	39	7,0	18,16	13,1	0,51
TH (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	39	136,112	344,29	211,06	6,305

Çalışma dönemi boyunca yapılan ölçümlere göre su sıcaklık değerlerinin 4,23°C ile 34,37 °C arasında değiştiği gözlenmiştir. En düşük su sıcaklık değeri Aralık 2013’de 3. istasyonda, en yüksek su sıcaklık değeri Temmuz 2013’de 1. istasyonda kaydedilmiştir. Nisan 2013’de 13°C dolaylarında gözlenen su sıcaklık değerleri, Mayıs ve Haziran aylarında 20°C’nin üstüne çıkmıştır. Eylül, Ekim ve Kasım aylarında 12°C, Aralık ayında 4°C dolaylarında gözlenmiştir. Ocak, Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde ise kademeli olarak artış göstermiş, ancak 10°C’nin altına düşmemiştir.

Çalışma dönemi boyunca ölçülen pH değerleri 7,32 - 8,73 arasında değişmiştir. YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu değer Yalakdere'nin I.- IV. su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

EC değerleri 418  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile 585  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında ölçülmüştür. YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu değer aralığı Yalakdere'nin II. sınıf su kalite sınıfı içinde olduğunu göstermektedir.

Çalışma dönemi boyunca ölçülen DO değerleri 6,66 mg/l - 13,23 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Haziran 2013'de 2. istasyonda, en yüksek değer Ekim 2013'de 1. istasyonda kaydedilmiştir. 1. istasyonda DO değerleri 10 mg/l'nin altına düşmemiş ve en yüksek değer Ekim 2013'de 13,23 olarak kaydedilmiştir. Bu değerler YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu istasyon için I. sınıf su kalite sınıfını göstermektedir. 2. istasyonda ölçülen en yüksek DO değeri 11,56 mg/l olarak Aralık 2013'de ve en düşük DO değeri ise 6,66 mg/l olarak Haziran 2013'de ölçülmüştür. Bu değerler YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu istasyon için I.- II. sınıf su kalite sınıfını göstermektedir. 3. istasyonda çalışma boyunca en düşük DO değeri Haziran 2013'de 7,75 mg/l olarak kaydedilmiş olup, diğer aylarda 8 mg/l'nin altına düşmemiştir. Bu değerler YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu istasyon için I.-II. sınıf su kalite sınıfını göstermektedir. 4. istasyonda ise DO değerleri 9 mg/l'nin altında kaydedilmemiş olup YSKY (Anonim 2016c)' ye göre I. sınıf su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Çalışma dönemi boyunca TP değerleri 0,085 mg/l - 1,75 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Ekim 2013'de 1. istasyonda, en yüksek değer Mart 2014'de 3. istasyonda kaydedilmiştir. 1. istasyonda değerler 0,085 mg/l ile 0,837 mg/l arasında değişmiştir. En düşük TP değeri Ekim 2013'de 0,085 mg/l ve en yüksek değer Eylül 2013'de 0,837mg/l olarak kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu değerler II.-III. ve IV. sınıf su kalite sınıfı içinde olduğunu göstermektedir. 2. istasyonda değerler 0,090 mg/l ile 0,967 mg/l arasında değişmiş olup, en düşük değer Ekim 2013'de, en yüksek değer ise Nisan 2013'de belirlenmiştir. YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu değerler II.-III. ve IV. sınıf su kalite sınıfını işaret etmektedir. 3. istasyonda TP değerleri 0,108 mg/l ile 1,746 mg/l arasında belirlenmiştir. En düşük Ekim 2013'de, en yüksek değer ise Mart 2014'de kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu değerler II.-III. ve IV. sınıf su kalite sınıfı içinde olduğunu göstermektedir. 4. istasyonda değerler 0,085 mg/l ile 0,340 mg/l

arasında değişmiştir. En düşük değer Ekim 2013’de, en yüksek değer Mayıs 2013’de kaydedilmiş olup, YSKY (Anonim 2016c)’ye göre bu değerler II.-III. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Çalışma dönemi boyunca NO<sub>2</sub>-N değerleri 0,001mg/l ile 0,018 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Haziran 2013’de 1. istasyonda, en yüksek değer Nisan 2013’de 4. istasyonda kaydedilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca NO<sub>3</sub>-N değerleri 0,018 mg/l – 0,748 mg/l değerleri arasında değişmiştir. En düşük değer Temmuz 2013’de 1.istasyonda, en yüksek değer Aralık 2013’de 1. istasyonda kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016c)’ye göre bu değerler Yalakdere’de tüm aylarda tüm istasyonların I. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Çalışma dönemi boyunca NH<sub>4</sub>-N değerleri 0,134 mg/l – 1,093 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Ekim 2013’de 1.istasyonda, en yüksek değer şubat 2014’de 1.istasyonda kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016c)’ye göre bu değerler şubat ayında 1.istasyonda İİİ. sınıf su kalite sınıfını, diğer ay ve istasyonlarda I.-II. sınıf su kalite sınıfını işaret etmektedir.

PO<sub>4</sub>-P değerleri 0,036 mg/l - 0,436 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Ekim 2013’de 1. istasyonda, en yüksek değer Nisan 2013’de 2. istasyonda kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016c)’ye göre bu değerler I.-III. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

TN değerleri 3,566 mg/l – 14,694 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Mart 2014’de 4. İstasyonda, en yüksek değer Nisan 2013’de 2. istasyonda kaydedilmiştir. YSKY (Anonim 2016c)’ye göre bu değerler Yalakdere’nin TN değerlerine göre II.-III. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri en düşük Mayıs 2013’de 1.istasyonda 18,3 mgCaCO<sub>3</sub>/l, en yüksek değer 152,5 mgCaCO<sub>3</sub>/l olarak Nisan 2013’de 2. istasyonda, Ekim 2013’de 2. ve 3. istasyonlarda, Kasım 2013’de 3. istasyonda belirlenmiştir. Aritmetik ortalaması 115,43±5,99 mg/l olarak bulunmuştur.

$\text{CO}_3^{2-}$  değerleri bazı aylarda 0 mg $\text{CO}_3/\text{l}$  ve en yüksek değer Mart 2014'de 1. istasyonda 72 mg $\text{CO}_3/\text{l}$  olarak belirlenmiştir. Aritmetik ortalaması 17,85±3,05 mg $\text{CO}_3/\text{l}$  olarak bulunmuştur.

$\text{SO}_4$  değerleri 5,912 mg/l – 110,649 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Mayıs 2013'de 2. istasyonda, en yüksek değer ise Ocak 2014'de 4. istasyonda belirlenmiştir. Aritmetik ortalaması 40,654±3,036 mg/l olarak bulunmuştur.

$\text{Cl}^-$  değerleri en düşük 2,5 mg/l olarak Mayıs 2013'de 2. ve 3. istasyonlarda, en yüksek değer ise Kasım 2013'de 3. istasyonda 135,0 mg/l olarak belirlenmiştir. Aritmetik ortalaması 19,5±3,2 mg/l olarak bulunmuştur.

$\text{Ca}^{+2}$  değerleri 32,064 mg/l – 92,184 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Haziran 2013'de 3.istasyonda en yüksek değer Ekim 2013'de 4.istasyonda belirlenmiştir. Aritmetik ortalaması 71,682±1,870 mg/l olarak bulunmuştur.

$\text{Mg}^{+2}$  değerleri 3,648 mg/l – 94,848 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Ekim ayında 3. ve 4. istasyonlarda kaydedilmiştir. Aritmetik ortalaması 19,55±2,98 mg/l olarak bulunmuştur.

$\text{Si}$  değerleri 7,0 mg/l - 18,16 mg/l arasında değişmiştir. En yüksek Aralık 2013'de 3. İstasyonda, en düşük değer ise Mart 2014'de 1. istasyonda kaydedilmiştir. Aritmetik ortalaması 13,1±0,51mg/l olarak hesaplanmıştır.

TOM değerleri Kasım, Aralık 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde 0 mg $\text{O}_2/\text{l}$  olarak belirlenmiştir. En yüksek değer olan 3,96 mg $\text{O}_2/\text{l}$  Mayıs 2013'de 1. istasyonda belirlenmiştir. Aritmetik ortalama 1,189±0,158 mg $\text{O}_2/\text{l}$  olarak bulunmuştur.

AKM değerleri 0,10 mg/l – 68,70 mg/l arasında değişmiş olup, en düşük değer Aralık 2013'de 1. istasyonda en yüksek değer ise Mayıs 2013'de 4.istasyonda kaydedilmiştir. Aritmetik ortalaması 17,52±3,19 mg/l olarak bulunmuştur.

Toplam sertlik (TH) değerleri 136,112 mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$  – 344,29 mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$  arasında değişmiş olup, aritmetik ortalaması 211,06 ±6,305 mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$  olarak hesaplanmıştır.

### 4.3. Biyolojik Bulgular

#### 4.3.1. Epilitik diyatomelerin kommunité kompozisyonu ve mevsimsel değişimi

Yalacdere'de Nisan 2013 - Mart 2014 tarihleri arasında yapılan aylık örneklemelerde epilitik diyatomelerin organizma yoğunluğu mevsimsel olarak ve çevresel değişkenlere göre her istasyonda farklılık göstermiştir. Epilitik diyatome florasında Bacillariophyta divizyosuna ait toplam 86 takson tespit edilmiştir. Takson listesi Çizelge 4.2'de verilmiştir. Tespit edilen taksonlar Bacillariophyceae, Bacillariophyta incertae sedis, Coscinodiscophyceae ve Mediophyceae sınıflarına ait toplam 36 cins ile temsil edilmişlerdir. Bacillariophyceae sınıfı *Achnantheidium*, *Adlafia*, *Amphora*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Craticula*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Denticula*, *Diatoma*, *Diploneis*, *Encyonema*, *Fragilaria*, *Geissleria*, *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Halamphora*, *Hippodonta*, *Luticola*, *Mayamae*, *Navicula*, *Neidium*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Planothidium*, *Pseudostaurosira*, *Reimeria*, *Rhoicosphenia*, *Sellaphora*, *Surirella*, *Tryblionella*, *Ulnaria* cinslerine ait toplam 82 takson ile temsil edilmiştir. Coscinodiscophyceae sınıfına ait diyatomeler *Melosira* cinsine ait 1'er takson ile Mediophyceae sınıfına ait diyatomeler *Cyclotella* ve *Pantocsekiella* cinslerine ait 1'er takson ile ve Bacillariophyta incertae sedis sınıfına ait diyatomeler ise *Placogeia* cinsine ait 1 takson ile temsil edilmişlerdir.

**Çizelge 4.2.** Yalacdere epilitik diyatomelerinin takson listesi

---

**Phylum: Bacillariophyta****Class: Bacillariophyceae**

*Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

*Adlafia minuscula* (Grunow) Lange-Bertalot

*Amphora libyca* Ehrenberg

*Amphora ovalis* (Kützing) Kützing

*Amphora pediculus* (Kützing) Grunow

*Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve

*Cocconeis pediculus* Ehrenberg

**Çizelge 4. 2.** Yalakdere epilitik diyatomelerinin takson listesi (devam)

---

*Cocconeis placentula* Ehrenberg

*Craticula ambigua* (Ehrenberg) D.G.Mann

*Craticula cuspidata* (Kützing) D.G.Mann

*Craticula halophila* (Grunow) D.G.Mann

*Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W.Smith

*Cymatopleura solea* (Brébisson) W.Smith

*Cymbella affinis* Kützing

*Denticula tenuis* Kützing

*Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M.Williams

*Diatoma vulgare* Bory

*Diploneis oblongella* (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler

*Encyonema leibleinii* (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.Veiga Ludwig & M.Menezes

*Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann *Fragilaria acus* (Kützing) Lange-Bertalot

*Fragilaria capucina* Desmazières

*Geissleria schoenfeldii* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin

*Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst

*Gomphonema augur* Ehrenberg

*Gomphonema gracile* Ehrenberg *Gomphonema*

*minutum* (C.Agardh) C.Agardh *Gomphonema*

*olivaceum* (Hornemann) Brébisson *Gomphonema*

*parvulum* (Kützing) Kützing *Gyrosigma*

*acuminatum* (Kützing) Rabenhorst *Gyrosigma*

*attenuatum* (Kützing) Rabenhorst *Gyrosigma*

*scalpoides* (Rabenhorst) Cleve *Halamphora*

*montana* (Krasske) Levkov

*Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

*Luticola cohnii* (Hilse) D.G.Mann

*Luticola goeppertiana* (Bleisch ex Rabenhorst) D.G.Mann

**Çizelge 4. 2.** Yalakdere epilitik diyatomelerinin takson listesi (devam)

---

*Mayamaea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot  
*Navicula capitatoradiata* H.Germain  
*Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs  
*Navicula cryptocephala* Kützing  
*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot  
*Navicula phyllepta* Kützing  
*Navicula recens* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot  
*Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory  
*Navicula trivialis* Lange-Bertalot  
*Navicula veneta* Kützing  
*Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg  
*Neidium binode* (Ehrenberg) Hustedt  
*Neidium dubium* (Ehrenberg) Cleve  
*Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith  
*Nitzschia amphibia* Grunow  
*Nitzschia capitellata* Hustedt  
*Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst  
*Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow  
*Nitzschia gracilis* Hantzsch  
*Nitzschia inconspicua* Grunow  
*Nitzschia linearis* W.Smith  
*Nitzschia lorenziana* Grunow  
*Nitzschia nana* Grunow  
*Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith  
*Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow  
*Nitzschia sigma* (Kützing) W.Smith  
*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W.Smith  
*Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot  
*Pinnularia interrupta* W.Smith



**Çizelge 4. 2.** Yalakdere epilitik diyatomelerinin takson listesi (devam)

---

*Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot

*Pseudostaurosira parasitica* (W.Smith) Morales

*Reimeria sinuata* (W.Gregory) Kociolek & Stoermer

*Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot

*Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkovsky

*Surirella amphioxys* W.Smith

*Surirella angusta* Kützing

*Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot

*Surirella minuta* Brébisson ex Kützing

*Surirella ovalis* Brébisson

*Surirella splendida* (Ehrenberg) Kützing

*Tryblionella angustata* W.Smith

*Tryblionella apiculata* W.Gregory

*Tryblionella hungarica* (Grunow) Frenguelli

*Tryblionella littoralis* (Grunow) D.G.Mann

*Ulnaria biceps* (Kützing) Compère

*Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère

**Class: Bacillariophyta incertae sedis**

*Placogeia similis* (Krasske) Bukhtiyarova

**Class: Coscinodiscophyceae**

*Melosira varians* C.Agardh

**Class: Mediophyceae**

*Cyclotella meneghiniana* Kützing

*Pantocsekiella ocellata* (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács

---

Çalışma boyunca tespit edilen taksonlar sırasıyla en fazla *Nitzschia* (15 takson), *Navicula* (10 takson), *Gomphonema* (6 takson) ve *Surirella* (6 takson) cinslerine aittir. Taksonların tekerrür oranları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Epilitik diyatomelerin tekerrür oranları

Örnek Alma İstasyonları	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.
Alınan Örnek Sayısı	11	9	10	9
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	100	100	100	100
<i>Adlafia minuscula</i>	72,72	66,66	90	88,88
<i>Amphora libyca</i>	27,27	22,22	30	22,22
<i>Amphora ovalis</i>	45,45	33,33	20	55,55
<i>Amphora pediculus</i>	100	100	100	100
<i>Caloneis silicula</i>	9,09	0	0	0
<i>Cocconeis pediculus</i>	27,27	33,33	50	33,33
<i>Cocconeis placentula</i>	90,9	100	90	77,77
<i>Craticula ambigua</i>	9,09	0	0	0
<i>Craticula cuspidata</i>	0	0	0	11,11
<i>Craticula halophila</i>	63,63	55,55	90	77,77
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	45,45	22,22	40	11,11
<i>Cymatopleura elliptica</i>	18,18	11,11	20	11,11
<i>Cymatopleura solea</i>	27,27	11,11	20	0
<i>Cymbella affinis</i>	72,72	66,66	60	66,66
<i>Denticula tenuis</i>	0	0	20	0
<i>Diatoma moniliformis</i>	18,18	44,44	40	22,22
<i>Diatoma vulgare</i>	36,36	22,22	10	55,55
<i>Diploneis oblongella</i>	9,09	11,11	10	0
<i>Encyonema leibleinii</i>	9,09	0	0	11,11
<i>Encyonema silesiacum</i>	63,63	66,66	60	55,55
<i>Fragilaria acus</i>	0	0	0	11,11
<i>Fragilaria capucina</i>	9,09	11,11	60	33,33
<i>Geissleria schoenfeldii</i>	18,18	0	10	11,11
<i>Gomphonema angustatum</i>	0	22,22	10	11,11
<i>Gomphonema augur</i>	0	0	20	0
<i>Gomphonema gracile</i>	36,36	22,22	20	33,33
<i>Gomphonema minutum</i>	54,54	44,44	50	66,66
<i>Gomphonema olivaceum</i>	100	88,88	100	66,66
<i>Gomphonema parvulum</i>	63,63	55,55	70	88,88
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	9,09	0	30	33,33
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	9,09	22,22	20	11,11
<i>Gyrosigma scalproides</i>	0	0	20	22,22
<i>Halamphora montana</i>	9,09	0	10	11,11
<i>Hippodonta capitata</i>	18,18	33,33	30	22,22
<i>Luticola cohnii</i>	0	0	10	0
<i>Luticola goeppertiana</i>	0	0	10	0
<i>Mayamaea atomus</i>	36,36	11,11	10	11,11
<i>Melosira varians</i>	81,81	66,66	90	77,77
<i>Navicula capitatoradiata</i>	72,72	33,33	80	66,66
<i>Navicula cincta</i>	0	0	10	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	63,63	55,55	50	55,55

**Çizelge 4.3.** Epilitik diyatomelerin tekerrür oranları (devam)

<i>Navicula cryptotenella</i>	90,9	77,77	100	88,88
<i>Navicula phyllepta</i>	0	11,11	10	0
<i>Navicula recens</i>	0	0	10	0
<i>Navicula tripunctata</i>	90,9	88,88	100	88,88
<i>Navicula trivialis</i>	9,09	11,11	0	0
<i>Navicula veneta</i>	100	100	100	100
<i>Navicula viridula</i>	63,63	44,44	60	88,88
<i>Neidium binode</i>	9,09	0	0	0
<i>Neidium dubium</i>	0	0	0	11,11
<i>Nitzschia acicularis</i>	0	0	10	0
<i>Nitzschia amphibia</i>	63,63	33,33	50	33,33
<i>Nitzschia capitellata</i>	0	11,11	0	22,22
<i>Nitzschia dissipata</i>	100	100	100	66,66
<i>Nitzschia fonticola</i>	27,27	11,11	40	33,33
<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	10	0
<i>Nitzschia inconspicua</i>	100	100	100	100
<i>Nitzschia linearis</i>	0	0	20	33,33
<i>Nitzschia lorenziana</i>	0	0	10	0
<i>Nitzschia nana</i>	0	0	10	11,11
<i>Nitzschia palea</i>	90,9	88,88	80	77,77
<i>Nitzschia paleacea</i>	27,27	33,33	20	22,22
<i>Nitzschia sigma</i>	0	0	10	11,11
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0	0	30	0
<i>Nitzschia umbonata</i>	0	0	0	11,11
<i>Pantocsekiella ocellata</i>	0	0	20	0
<i>Pinnularia interrupta</i>	0	0	10	11,11
<i>Placogeia similis</i>	0	11,11	0	0
<i>Planothidium lanceolatum</i>	90,9	88,88	100	77,77
<i>Pseudostaurosira parasitica</i>	27,27	22,22	30	22,22
<i>Reimeria sinuata</i>	100	100	100	77,77
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	54,54	55,55	50	33,33
<i>Sellaphora pupula</i>	45,45	44,44	60	33,33
<i>Surirella amphioxys</i>	45,45	11,11	30	22,22
<i>Surirella angusta</i>	27,27	0	10	33,33
<i>Surirella brebissonii</i>	18,18	11,11	10	11,11
<i>Surirella minuta</i>	63,63	55,55	70	66,66
<i>Surirella ovalis</i>	9,09	0	0	0
<i>Surirella splendida</i>	0	0	10	0
<i>Tryblionella angustata</i>	54,54	22,22	50	66,66
<i>Tryblionella apiculata</i>	27,27	33,33	20	22,22
<i>Tryblionella hungarica</i>	9,09	0	0	0
<i>Tryblionella littoralis</i>	0	0	0	11,11
<i>Ulnaria biceps</i>	9,09	0	0	0
<i>Ulnaria ulna</i>	54,54	55,55	40	77,77

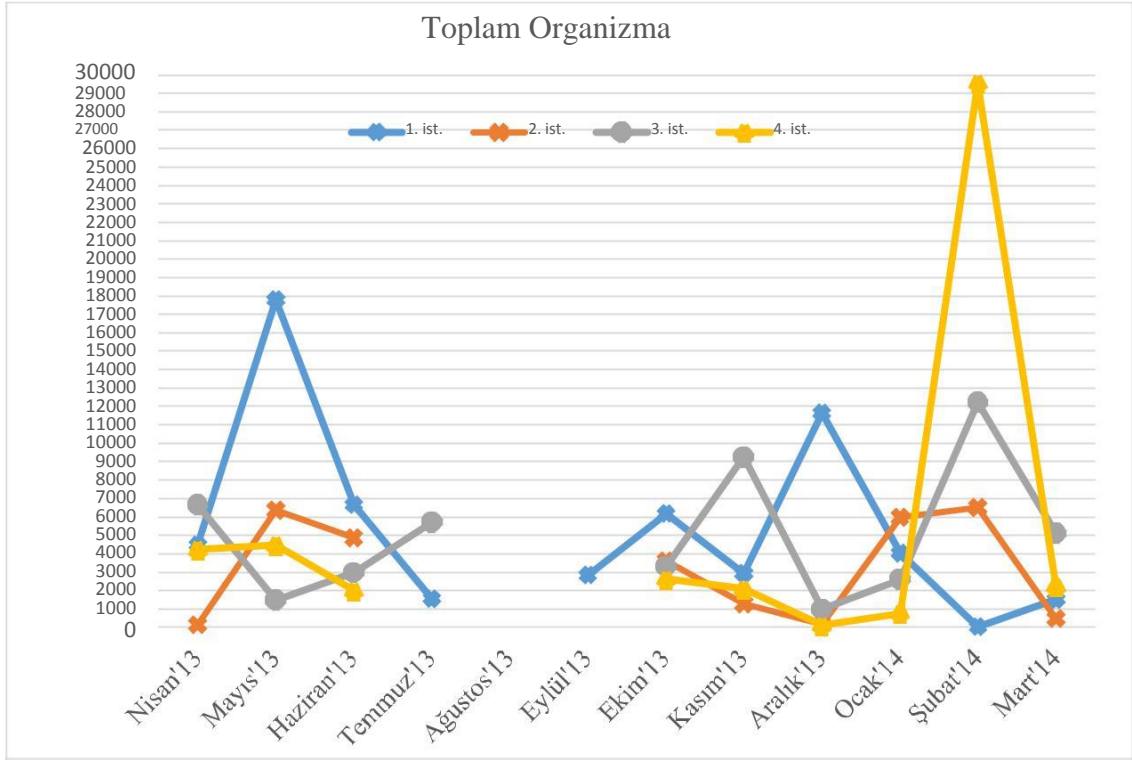
(% 100-81 Devamlı mevcut, % 80-61 Çoğunlukla mevcut, %60-41 Ekseriya mevcut, % 40-21 Bazen mevcut, % 20-1 Nadiren mevcut)

Çalışma dönemi boyunca yapılan aylık örneklemeler sonucunda tespit edilen epilitik diyatomelerin toplam organizma yoğunluğu  $29 \text{ org/mm}^2$  ile  $29\,552 \text{ org/mm}^2$  değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Bununla birlikte Temmuz ayı 2. ve 4. istasyonlarda, Ağustos ayı tüm istasyonlarda ve Eylül ayı 2., 3. ve 4. istasyonlarda dere kurumuş olduğundan örnekleme yapılamamıştır. Tüm çalışma boyunca en düşük toplam organizma yoğunluğu Şubat 2014'de 1. istasyonda  $29 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir, bu örneklemede tür zenginliği de diğer aylara nazaran oldukça düşük bulunmuştur. En yüksek organizma yoğunluğu ise Şubat 2014'de 4. istasyonda  $29\,552 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).

1. istasyonda Nisan 2013'de toplam organizma yoğunluğu milimetrekarede  $4\,476 \text{ org/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Bu istasyonda gözlenen ilk belirgin artış Mayıs ayında  $17\,792 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiş olup bu değer tüm çalışma dönemi boyunca 1. istasyon için kaydedilen en yüksek değer olmuştur. Bu aydan itibaren toplam organizma yoğunluğu azalmış olup Haziran ayında  $6\,666 \text{ org/mm}^2$ 'ye, Temmuz ayında  $1\,558 \text{ org/mm}^2$ 'ye gerilemiştir. Ağustos ayı kuraklığından sonra Eylül, Ekim ve Kasım aylarında toplam organizma yoğunlukları sırasıyla  $2\,832 \text{ org/mm}^2$ ,  $6\,170 \text{ org/mm}^2$  ve  $2\,913 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. Aralık ayında  $11\,634 \text{ org/mm}^2$  sayılarak organizma yoğunluğu bu istasyonda kaydedilen en yüksek ikinci yüksek değere ulaşmıştır. Bu ayda yoğunluğu en fazla bulunan takson *Amphora pediculus* olmuş ve toplam organizmanın %35,9'unu oluşturmuştur. Toplam organizma yoğunluğu Ocak 2014'de  $4\,031 \text{ org/mm}^2$ 'ye gerilemiş, bu istasyonda kaydedilen en düşük organizma yoğunluğu Şubat 2014'de  $29 \text{ org/mm}^2$  olmuştur. Mart 2014'te ise organizma yoğunluğu tekrar artarak  $1\,513 \text{ org/mm}^2$  değerine yükselmiştir.

2. istasyonda en düşük toplam organizma yoğunluğu Nisan 2013'de  $134 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. Toplam organizma yoğunluğu Mayıs ayında çok belirgin bir artış göstererek  $6\,342 \text{ org/mm}^2$ 'ye yükselmiş, bu değer Haziran ayında  $4\,844 \text{ org/mm}^2$ 'ye gerilemiştir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında dere kurduğundan dolayı örnekleme

yapılamamış, organizma yoğunluğu Ekim ve Kasım aylarında sırasıyla 3 601 org/mm<sup>2</sup> ve 1 267 org/mm<sup>2</sup> olarak, Aralık ayında ise 145 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Toplam organizma yoğunluğu önemli bir artış göstererek Ocak 2014 tarihinde 5 969 org/mm<sup>2</sup>,ya, Şubat ayında 6 491 org/mm<sup>2</sup>,ya ulaşmıştır. Mart 2014'te ise milimetrekarede 500 organizmanın altında kaydedilmiştir.



**Şekil 4.4.** Epilitik diyatomelerin toplam organizma yoğunluğunun mevsimsel değişimi

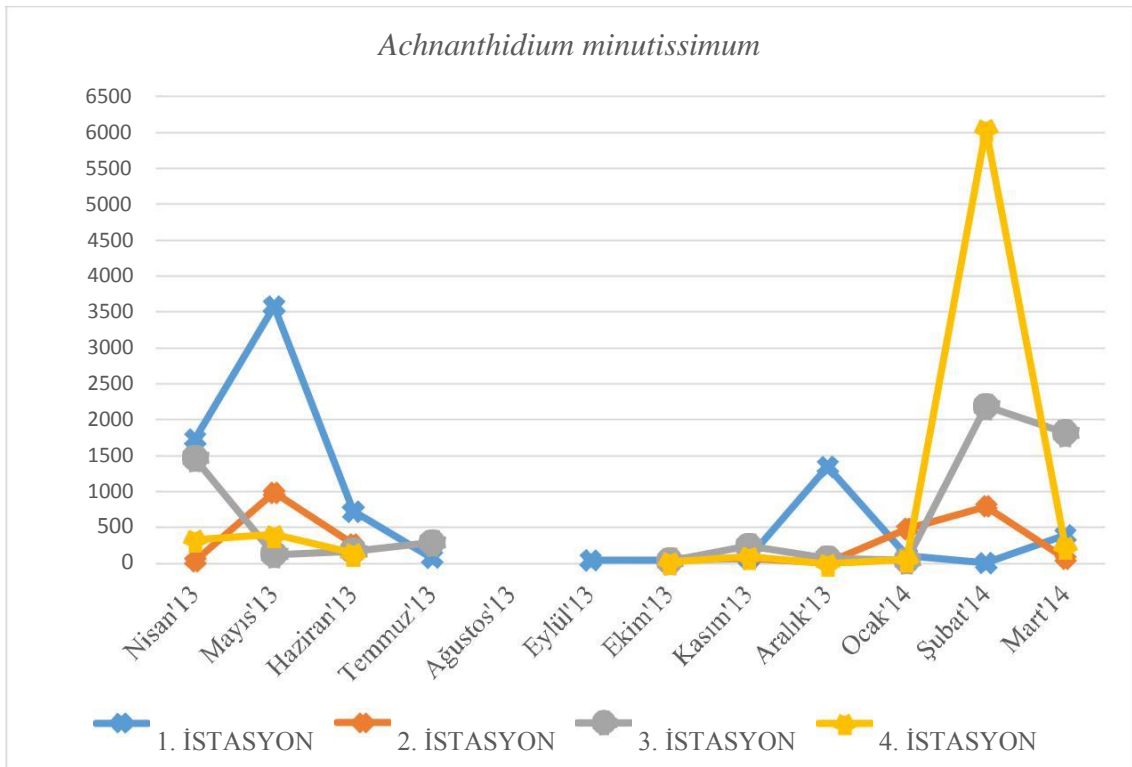
3. istasyonda Nisan 2013'de toplam organizma yoğunluğu 6 654 org/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Mayıs ayında toplam organizma yoğunluğu azalarak 1 478 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Bu tarihten itibaren organizma yoğunluğu artarak Haziran ayında 2 954 org/mm<sup>2</sup> ve Temmuz ayında 5 697 org/mm<sup>2</sup>,ye ulaşmıştır. Ağustos ve Eylül aylarında dere kurduğundan dolayı örnekleme yapılamamış, Ekim ve Kasım aylarında 3 309 org/mm<sup>2</sup> ve 9 241 org/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Bu aylardan sonra organizma yoğunluğu belirgin bir azalma göstermiş, bu istasyondaki en düşük organizma yoğunluğu Aralık ayında 965 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Ocak 2014 tarihinde 2 611 org/mm<sup>2</sup> sayılmış ve Şubat ayında organizma yoğunluğu önemli bir artış göstererek bu istasyondaki

en yüksek deęeri olan 12 214 org/mm<sup>2</sup>,ye ulařmıřtır. Mart 2014'te ise toplam organizma yoęunluęu 5 090 org/mm<sup>2</sup>,ya dūřmūřtır.

4. istasyonda toplam organizma yoğunluğu Nisan ve Mayıs 2013 tarihlerinde 4 224 org/mm<sup>2</sup> ve 4 463 org/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Haziran ayında toplam organizma yoğunluğu 1 989 org/mm<sup>2</sup>,ya gerilemiştir. Temmuz, Aęustos ve Eylūl aylarında dere kurumuş olduğundan dolayı örnekleme yapılamamıştır. Toplam organizma yoğunluğu Ekim ve Kasım aylarında 2 613 org/mm<sup>2</sup> ve 2 081 org/mm<sup>2</sup> olmuş, bu istasyonda en dūřuk organizma yoğunluğu Aralık ayında 94 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Ocak 2014'te toplam organizma yoğunluğu milimetrekarede 1 000 organizmayı geğmemiştir. Çalışma boyunca ve istasyondaki en yüksek değer şubat 2014'te 29 552 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş, Mart 2014'te ise 2 204 org/mm<sup>2</sup>,ye gerilemiştir.

*Achnanthidium* cinsine ait yalnızca 1 takson gözlenmiştir. Çalışma dönemi boyunca en önemli türlerden biri olan *Achnanthidium minutissimum* tekerrür oranı bakımından tüm istasyonlarda devamlı mevcut olmuştur. Bu türün 1. istasyonda Nisan ayında organizma yoğunluğu 1 727 org/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuş, türe ait en yüksek nispi bolluk değeri %38.5 olarak bu örneklemede kaydedilmiştir. Bu tür en yüksek bolluk değerine Mayıs ayında ulaşmıştır, bu ayda türe ait organizma yoğunluğu 3 575 org/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuş, bu esnada toplam organizmanın %20,09'unu oluşturmuştur. Bu aydan itibaren organizma yoğunluğu azalmaya başlamış, Haziran ayında 720 org/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuş, Aralık ayına kadar organizma yoğunluğu milimetrekarede 100 organizmanın altında kaydedilmiştir. Aralık ayında 1 345 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilen organizma yoğunluğu takip eden aylarda 400 organizmanın altında bulunmuştur. 2. istasyonda Nisan 2013 ve Mart 2014 tarihleri arasında tespit edilen organizma yoğunluğu 12 org/mm<sup>2</sup> ile 982 org/mm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. En yüksek değere Mayıs ayında ulaşmış ve bu esnada toplam organizmanın %15,4'ünü oluşturmuştur. 3. istasyonda *A. minutissimum*'un organizma yoğunluğu ilk örnekleme yapılan Nisan ayında 1 463 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş, bu esnada toplam organizmanın %21,9'unu oluşturmuştur. şubat ayına kadar organizma yoğunluğu milimetrekarede 300 organizmayı geğmemiş ve nispi bolluk değeri ise %10'un altında kalmıştır. Bu istasyondaki en yüksek bolluk değerine şubat ayında ulaşmış, organizma yoğunluğu 2 189 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Bu değer toplam

organizmanın %17,9'unu oluşturmuştur. *A. minutissimum* türüne ait ikinci en yüksek bolluk değeri Mart 2014'te 1 819 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş olup, bu esnada toplam organizmanın %35,7'sini oluşturmuştur. 4. istasyonda *A. minutissimum*'un organizma yoğunluğu Nisan 2013 ile Ocak 2014 tarihleri arasında 500 org/mm<sup>2</sup>'yi geçmemiştir. Aralık ayında organizma yoğunluğu 1 org/mm<sup>2</sup>'ye düşerek çalışma dönemi boyunca kaydedilen en düşük değer olmuştur. Şubat ayında organizma yoğunluğu 6 046 org/mm<sup>2</sup>'ye yükselmiş olup bu değer ise çalışma dönemi boyunca 4. istasyonda kaydedilmiş en yüksek *A. minutissimum* yoğunluk değeridir ve toplam organizmanın %20,4'ünü oluşturmuştur. Mart ayında ise *A. minutissimum* organizma yoğunluğu tekrar 243 org/mm<sup>2</sup>'ye gerilemiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5.** *Achnanthidium minutissimum*'un bolluk değerleri

*Adlafia* cinsine ait tespit edilen tek tür olan *Adlafia minuscula*, 1. ve 2. istasyonlarda çoğunlukla mevcut, 3. ve 4. istasyonlarda devamlı mevcut olmuş olup, tüm çalışma boyunca toplam organizma yoğunluğu 300 org/mm<sup>2</sup>'yi, nispi bolluk değeri ise %7'yi geçmemiştir.

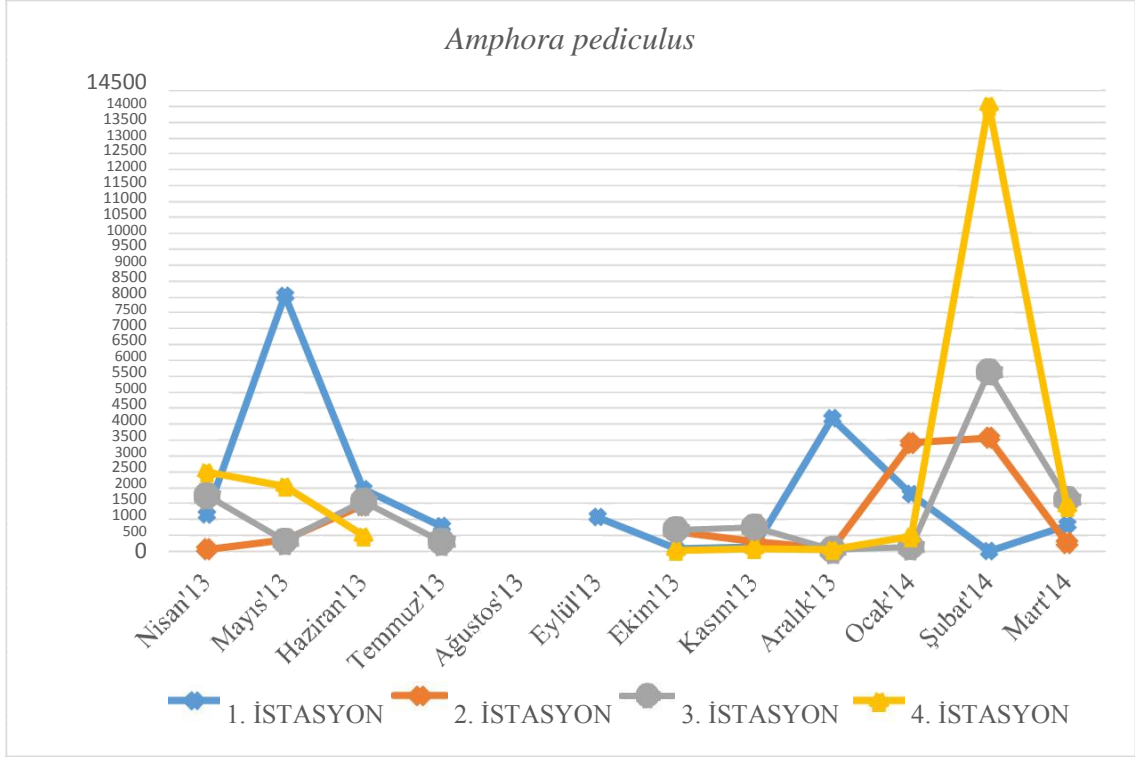
Çalışma dönemi boyunca *Amphora* cinsine ait 3 takson belirlenmiştir. *A. libyca* tekerrür oranı tüm istasyonlarda bazen mevcut bulunmuştur. 1. istasyonda Eylül 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde, 2. istasyonda Haziran 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde, 3. istasyonda Şubat ve Mart 2014’de, 4. istasyonda ise Nisan, Ekim 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde kaydedilen *A. libyca* türünün organizma yoğunluğu milimetrekarede  $2 \text{ org/mm}^2$  ile  $81 \text{ org/mm}^2$  arasında değişmiştir. *A. ovalis* türü 1. ve 4. istasyonlarda ekseriya mevcut, 2. istasyonda bazen mevcut ve 3. istasyonda nadiren mevcut bulunmuştur. Bu tür 1. istasyonda Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül ve Kasım 2013 tarihlerinde, 2. istasyonda Haziran, Ekim 2013 ve Şubat 2014 tarihlerinde, 3. istasyonda Mayıs, Haziran 2013 ve Şubat 2014 tarihlerinde ve 4. istasyonda ise Nisan, Mayıs, Haziran 2013, Ocak ve Mart 2014 tarihlerinde kaydedilmiştir. Organizma yoğunluğu bu dönemlerde  $5 \text{ org/mm}^2$  ile  $96 \text{ org/mm}^2$  arasında değişim göstermiştir.

*A. pediculus* çalışma dönemi boyunca her istasyonda bolluk ve nisbi bolluk değerleri yönünden en önemli taksonlardan biri olmuş ve tüm istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunmuştur. Organizma yoğunluğu  $5 \text{ org/mm}^2$  ile  $14\,042 \text{ org/mm}^2$  arasında değişmiştir. Bu tür 1. istasyonda Nisan 2013’de toplam organizmanın %25,58’ini oluşturmuş, organizma yoğunluğu  $1\,145 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Mayıs ayında  $8\,036 \text{ org/mm}^2$  olarak bu istasyondaki en yüksek değerine ulaşmış olup toplam organizmanın %45,14’ünü oluşturmuştur. Haziran ve Temmuz aylarında sırasıyla  $1\,948 \text{ org/mm}^2$  ve  $775 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiş olup toplam organizmanın sırasıyla %29,22’si ile % 49,74’ünü oluşturmuştur. Eylül ayında organizma yoğunluğu  $1\,076 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiş ve toplam organizmanın %37,9’unu oluşturmuştur. *A. pediculus* türünün organizma yoğunluğu Ekim ayında  $79 \text{ org/mm}^2$ ’ye gerilemiş, türün çalışma dönemi boyunca kaydedilen en düşük nispi bolluk değeri %1,2 olarak bu istasyonda belirlenmiştir. Kasım ayında milimetrekarede 131 organizma olmuş ve bu istasyonda Aralık ayında  $4\,184 \text{ org/mm}^2$  olarak tespit edilmiş olup bu esnada toplam organizmanın %35,9’unu oluşturmuştur. Şubat 2014’de ise bu istasyondaki en düşük değer olan  $5 \text{ org/mm}^2$  olarak tespit edilmiştir. Bu değer toplam organizmanın %17,4’ünü oluşturmuştur. Mart 2014’de organizma yoğunluğu  $819 \text{ org/mm}^2$ ’ye yükselmiş bu esnada toplam organizmanın %54,1’ini temsil ederek istasyondaki en yüksek nispi bolluk değerine ulaşmıştır. 2. istasyonda çalışma dönemi boyunca kaydedilmiş organizma



yoğunluğu Nisan, Mayıs ve Haziran 2013 tarihlerinde sırasıyla 60 org/mm<sup>2</sup>, 343 org/mm<sup>2</sup> ve 1 454 org/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında dere kurduğundan dolayı örnekleme yapılamamıştır. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında organizma yoğunluğu 606 org/mm<sup>2</sup>, 314 org/mm<sup>2</sup> ve 77 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş, nispi bolluk değerleri yalnızca Aralık ayında %50'nin üstünde bulunmuştur. Ocak ve Şubat 2014 tarihlerinde organizma yoğunluğu 3 415 org/mm<sup>2</sup> ve 3 571 org/mm<sup>2</sup>,ye yükselerek toplam organizmanın %35,1 ve %57,2'sini oluşturmuş ve bu istasyondaki en yüksek değerine ulaşmıştır. Mart 2014'de ise *A. pediculus* yoğunluğu 245 org/mm<sup>2</sup> olmasına rağmen toplam organizmanın %50'sini oluşturmuştur. 3. istasyonda Nisan, Mayıs ve Haziran 2013 tarihlerinde *A. pediculus*'un yoğunluğu 1 746 org/mm<sup>2</sup>, 321 org/mm<sup>2</sup> ve 1 564 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş olup toplam organizmanın sırasıyla %26,2, %21,71 ve %52,9'unu oluşturmuştur. Ağustos ve Eylül aylarında dere kurduğu için örnekleme yapılamamıştır. Temmuz 2013'den Şubat 2014'e kadar *A. pediculus*'un organizma yoğunluğu milimetrekarede 1 000 organizmayı geçmemiştir. Şubat 2014'de önemli bir artış göstererek organizma yoğunluğu 5 635 org/mm<sup>2</sup>,ye çıkmış ve bu esnada toplam organizmanın %46,1'ini oluşturmuştur. Mart 2014'de organizma yoğunluğu 1 625 org/mm<sup>2</sup>,ye gerileyerek toplam organizmanın %31,9'unu oluşturmuştur. 4. istasyonda Nisan ve Mayıs 2013'de organizma yoğunluğu sırasıyla 2 494 org/mm<sup>2</sup> ve 2 042 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Haziran 2013 ile Ocak 2014 tarihleri arasında organizma yoğunluğu milimetrekarede 500 organizmayı geçmemiştir. Şubat 2014'de organizma yoğunluğu çalışma döneminin en yüksek değerine ulaşarak 14 042 org/mm<sup>2</sup> olmuş ve toplam organizmanın %47,51'ini oluşturmuştur. Mart 2014'te organizma yoğunluğu 1 399 org/mm<sup>2</sup>,ya gerilemiş, bu esnada *A. pediculus* türü toplam organizmanın %63,47'sini oluşturmuştur (Şekil 4.6).

*Caloneis silicula* türü *Caloneis* cinsine ait tek tür olup yalnızca Eylül 2013'de 1. istasyonda kaydedilmiştir. Organizma yoğunluğu 6 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenen tür, tekerrür oranı bakımından nadiren mevcut bulunmuştur.

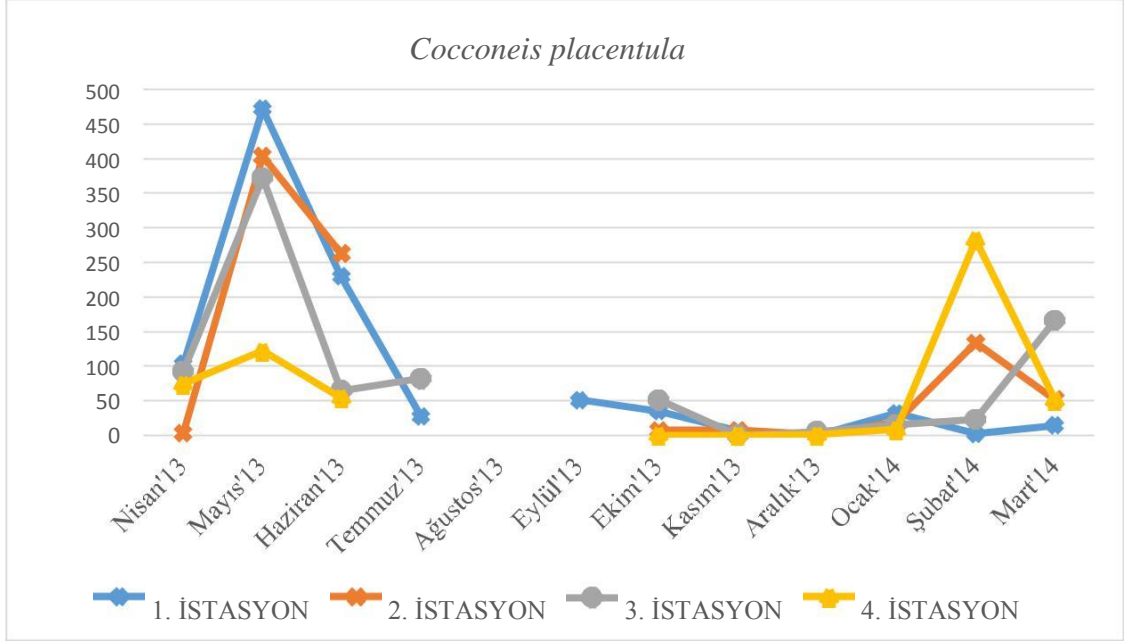


**Şekil 4.6.** *Amphora pediculus*'un bolluk değerleri

*Cocconeis* cinsine ait iki tür belirlenmiştir. *Cocconeis pediculus* 1., 2. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut, 3. istasyonda ekseriya mevcut bulunmuştur. Türe ait en yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014'de 2. istasyonda  $267 \text{ org/mm}^2$  ve yine Şubat 2014'de 4. istasyonda  $254 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir.

*Cocconeis* cinsine ait tespit edilen en önemli tür olan *Cocconeis placentula* 1., 2. ve 3. istasyonlarda devamlı mevcut, 4. istasyonda ise çoğunlukla mevcut bulunmuştur. Bu tür çalışma dönemi boyunca tekerrür oranları bakımından önemli bulunmuş, ancak bolluk ve nispi bolluk değerleri yönünden yüksek değerler kaydedilmemiştir. Çalışma dönemi boyunca türe ait en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013'de 1. istasyonda  $472 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. Aynı istasyonda takip eden aylarda bolluk değerleri kademeli olarak azalmıştır. 2. ve 3. istasyonlarda türe ait en yüksek organizma yoğunluğu yine Mayıs ayında tespit edilmiştir. Türün 4. istasyonda ulaşılan en yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014'de  $283 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiş, aynı istasyonda kaydedilen

ikinci en yüksek organizma yoğunluğu ise Mayıs 2013’de 122 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** *Cocconeis placentula*'nın bolluk değerleri

Çalışma dönemi boyunca *Craticula* cinsine ait üç tür belirlenmiştir. *Craticula ambigua* türü yalnızca Temmuz 2013’de 1. istasyonda, *Craticula cuspidata* türü ise Ekim 2013’de 4. istasyonda kaydedilmiştir. Her iki tür de tekerrür oranları bakımından nadiren mevcut olmuş, bolluk ve nispi bolluk değerleri ise oldukça düşük değerlerde belirlenmiştir.

*Craticula halophila* türü 1. ve 4. istasyonlarda çoğunlukla mevcut, 2. istasyonda ekseriya mevcut, 3. istasyonda ise devamlı mevcut olarak kaydedilmiştir. En yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014’de 3. istasyonda 438 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Cyclotella* cinsine ait *Cyclotella meneghiniana* türü 1. ve 3. istasyonlarda ekseriya mevcut, 2. istasyonda bazen mevcut ve 4. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedilmiştir. Çalışma dönemi boyunca organizma yoğunluğu 1., 2. ve 3. istasyonlarda 300 org/mm<sup>2</sup>’yi geçmemiş, 4. istasyonda ise yalnızca Haziran 2013’de 35 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir.

*Cymatopleura* cinsine ait çalışma dönemi boyunca iki tür tespit edilmiştir. *Cymatopleura elliptica* ve *Cymatopleura solea* türleri çalışma dönemi boyunca önemli bolluk ve nispi bolluk değerine ulaşamamıştır. *Cymatopleura elliptica* türü 1., 2., 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut olarak belirlenmiştir. Bu tür yalnızca Haziran ve Eylül 2013 tarihlerinde 1.istasyonda, Ocak 2014’de 2.istasyonda, Haziran ve Temmuz 2013 tarihlerinde 3. istasyonda ve Mayıs 2013’de 4. istasyonda gözlenmiştir. *Cymatopleura solea* türü ise 1. istasyonda bazen mevcut olarak kaydedilirken, 2. ve 3. istasyonlarda nadiren mevcut olmuş, 4. istasyonda ise hiç gözlenmiştir.

Çalışma dönemi boyunca tespit edilen *Cymbella* cinsine ait *Cymbella affinis* türü 1., 2. ve 4. istasyonlarda çoğunlukla mevcut, 3. istasyonda ise ekseriya mevcut olarak kaydedilmiştir. Bu türe ait en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013’de 2. istasyonda  $502 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir, bu esnada tür toplam organizmanın 7,9’unu oluşturmuştur.

Çalışma dönemi boyunca *Denticula* cinsi yalnızca bir tür ile temsil edilmiştir. *Denticula tenuis* türü sadece 3. istasyonda Temmuz 2013 ve Ocak 2014 tarihlerinde gözlenmiş olup, nadiren mevcut olarak bulunmuştur. Bu türe ait toplam organizma yoğunluğu sırasıyla  $15 \text{ org/mm}^2$  ve  $5 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir.

*Diatoma* cinsine ait çalışma dönemi boyunca iki tür kaydedilmiştir. *Diatoma moniliformis* türü 1. istasyonda nadiren mevcut, 2. ve 3. istasyonlarda ekseriya mevcut ve 4. istasyonda bazen mevcut olarak bulunmuştur. Bu türe ait gözlenen en yüksek organizma yoğunluğu Ocak 2014’de 3. istasyonda  $134 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. Diğer aylarda ve istasyonlarda bolluk ve nisbi bolluk değerleri bakımından önemsiz olmuştur. *Diatoma vulgaris* türü 1. ve 2. istasyonda bazen, 3. istasyonda nadiren, 4. istasyonda ekseriya mevcut olarak kaydedilmiştir. Bu türe ait en yüksek yoğunluk değeri 1. istasyonda Mayıs 2013’de  $107 \text{ org/mm}^2$  olarak bulunmuş, nispi bolluk değeri önemli olmamıştır.

Çalışma dönemi boyunca *Diploneis* cinsine ait bir tür tespit edilmiştir. *Diploneis oblongella* türü 1. ve 3. istasyonda yalnızca Haziran 2013’de, 2. istasyonda ise yalnızca

Mayıs 2013’de kaydedilmiş olup, nadiren mevcut olarak bulunmuştur. Bu tür önemli bolluk ve nispi bolluk değerlerine ulaşmamıştır. 4 istasyonda ise hiç kaydedilmemiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Encyonema* cinsine ait iki tür belirlenmiştir. *Encyonema leiblenii* türü bolluk ve nispi bolluk değerleri bakımından oldukça düşük değerlerde kalmıştır. Yalnızca 1. istasyonda Temmuz 2013’de ve 4. istasyonda Nisan 2013’de kaydedilmiş olup, tekerrür oranı bakımından nadiren mevcut olarak bulunmuştur. *Encyonema silesiacum* türü ise 1. ve 2. istasyonlarda ekseriya mevcut, 3.ve 4. istasyonlarda çoğunlukla mevcut bulunmuştur. Bu türe ait organizma yoğunluğu çalışma dönemi boyunca  $300 \text{ org/mm}^2$ ,nin altında kaydedilmiştir.

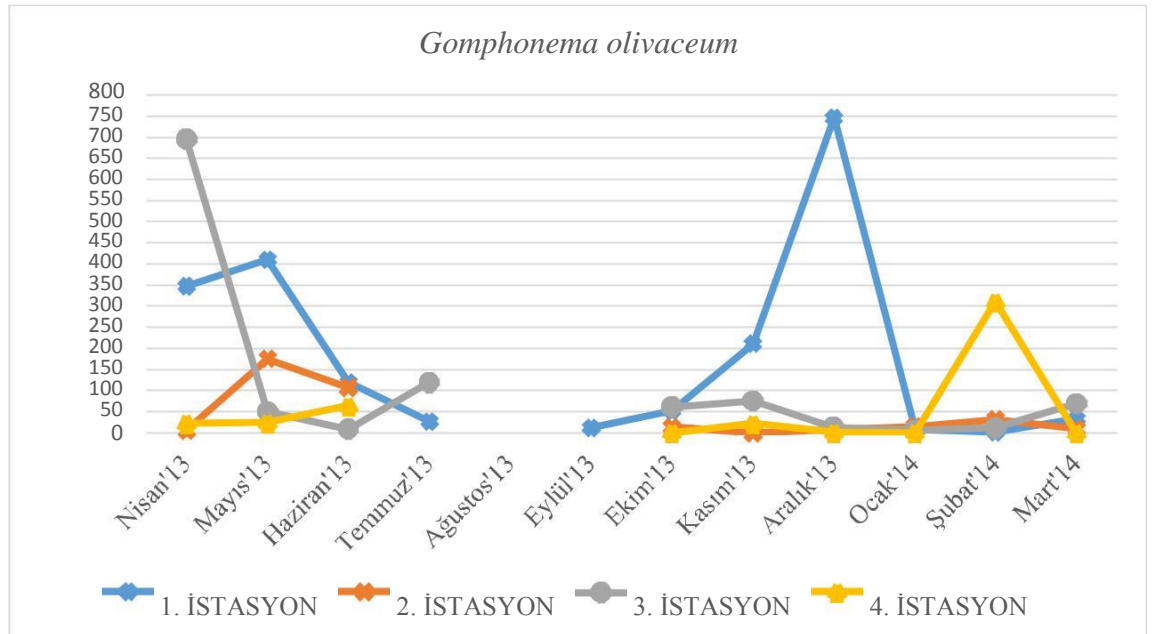
Çalışma dönemi boyunca *Fragilaria* cinsine ait toplam iki tür belirlenmiştir. *Fragilaria acus* yalnızca 4. istasyonda Ekim 2013’de kaydedilmiş olup, bu istasyonda nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur. *Fragilaria capucina* türü 1.ve 2. istasyonlarda nadiren mevcut olup, yalnızca Aralık 2013 ve Ocak 2014 tarihlerinde kaydedilmiştir. Bu tür 3. istasyonda ekseriya mevcut olmuş, bu istasyondaki ve çalışma dönemi boyunca belirlenen en yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014’de  $35 \text{ org/mm}^2$  olarak tespit edilmiştir. 4. istasyonda ise yalnızca Ekim 2013 ve Şubat 2014 tarihlerinde sırasıyla  $14 \text{ org/mm}^2$  ve  $3 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir.

*Geissleria* cinsi tek bir tür ile temsil edilmiştir. *Geissleria schonfeldii* türü 1., 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut olarak bulunmuş, 2. istasyonda ise kaydedilmemiştir. En yüksek organizma yoğunluğu 1. istasyonda Mayıs 2013’de  $53 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Gomphonema* cinsi altı tür ile temsil edilmiştir. *Gomphonema angustatum* türü 1. istasyonda kaydedilmemiş, 2. istasyonda bazen mevcut, 3. ve 4. istasyonlarda ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur. Bu tür önemli bolluk ve nispi bolluk değerine ulaşmamıştır. *G. augur* türü yalnızca 3. istasyonda Temmuz 2013’de kaydedilmiş olup, nadiren mevcut olarak bulunmuştur. *G. gracile* çalışma dönemi boyunca tüm istasyonlarda bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Bolluk değeri ise milimetrekarede 35 organizmayı geçmemiştir. *G. minutum* 1., 2. ve 3. istasyonlarda

ekseriya mevcut, 4. istasyonda ise çoğunlukla mevcut olarak kaydedilmiştir. En yüksek bolluk değeri Mayıs 2013’de 2. istasyonda  $396 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiş olan tür önemli nispi bolluk değerine ulaşmamıştır.

*G. olivaceum* türü *Gomphonema* cinsine ait önemli taksonlardan biri olmuştur. *G. olivaceum* 1., 2. ve 3. istasyonlarda devamlı mevcut olarak kaydedilmiştir. *G. olivaceum* türü en yüksek organizma yoğunluğuna 1. istasyonda Aralık 2013’de  $747 \text{ org/mm}^2$  olarak ulaşmış, bu esnada toplam organizmanın % 6,42’sini oluşturmuştur. Bu tür için 2. istasyonda kaydedilen en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013’de  $175 \text{ org/mm}^2$  olarak ve 3. istasyonda kaydedilen en yüksek organizma yoğunluğu Nisan 2013’de  $696 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Aynı tür 4. istasyonda çoğunlukla mevcut olmuştur, bu istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014’de  $311 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8.** *Gomphonema olivaceum*'un bolluk değerleri

*Gomphonema* cinsine ait diğer önemli tür *G. parvulum* olmuştur. Ancak bu tür önemli bolluk ve nispi bolluk değerlerine ulaşmamıştır. 1. ve 3. istasyonlarda çoğunlukla mevcut olmuş, bu istasyonlarda organizma yoğunluğu  $100 \text{ org/mm}^2$ 'yi geçmemiştir. *G. parvulum*

türü 2. istasyonda ekseriya mevcut, 4. istasyonda ise devamlı mevcut olarak bulunmuştur. Bu türe ait en yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014'de 4. istasyonda  $141 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Gyrosigma* cinsine ait üç tür tespit edilmiştir. *G. acuminatum* 1.istasyonda nadiren mevcut olarak yalnızca Eylül 2013'de kaydedilmiş, 3. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur. 2.istasyonda ise kaydedilmemiştir. Organizma yoğunluğu çalışma dönemi boyunca en yüksek 3. istasyonda ve Temmuz 2013'de  $283 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. *G. attenuatum* 1., 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut olurken, 2. istasyonda bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Organizma yoğunluğu çalışma dönemi boyunca  $25 \text{ org/mm}^2$ 'yi geçmemiştir. *G. scalproides* çalışma dönemi boyunca 1. ve 2. istasyonlarda kaydedilmemiştir, 3. istasyonda Ekim 2013 ve Mart 2014'de rastlanmış ve nadiren mevcut bulunmuştur, 4. istasyonda ise yalnızca Ekim 2013'de rastlanmış ve bazen mevcut olarak kaydedilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Halamphora* cinsine ait tek tür belirlenmiştir. *Halamphora montana* türü 1., 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut bulunmuş, 2. istasyonda ise kaydedilmemiştir.

*Hippodonta* cinsine ait tek tür belirlenmiştir. *Hippodonta capitata* 1. istasyonda nadiren mevcut, 2., 3. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut bulunmuştur. Organizma yoğunluğu çalışma dönemi boyunca  $22 \text{ org/mm}^2$  değerinin üzerine çıkmamıştır.

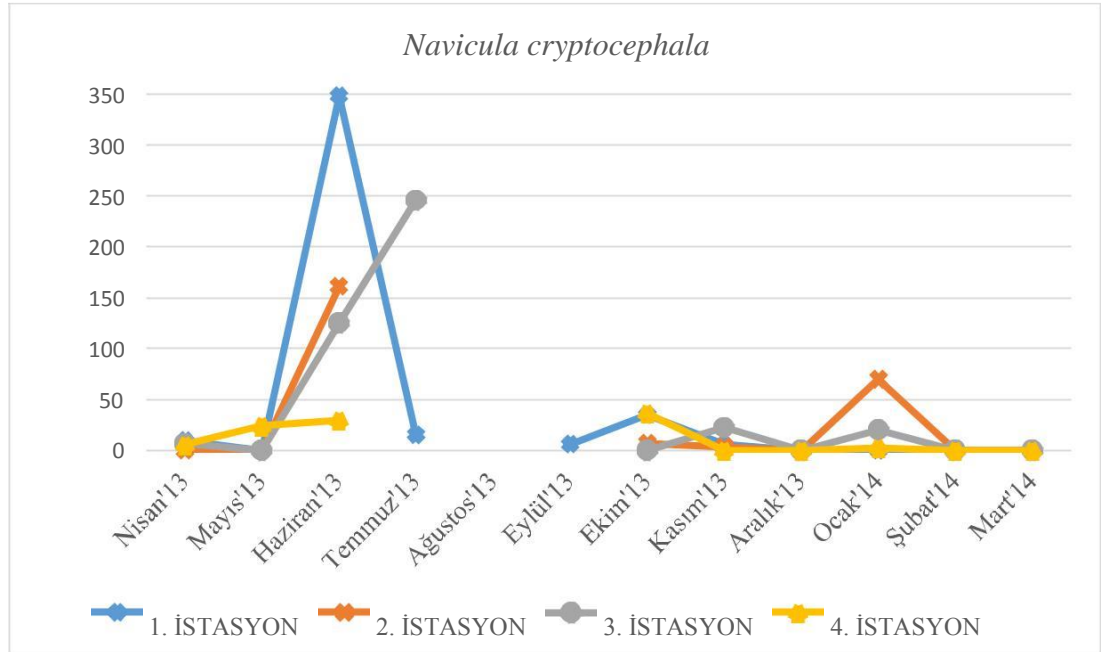
Çalışma dönemi boyunca *Luticola* cinsine ait iki tür tespit edilmiştir. *L. cohnii* ve *L. goeppertiana* türleri yalnızca 3. istasyonda kaydedilmişler ve nadiren mevcut olarak bulunmuşlardır.

*Mayamaea* cinsi çalışma dönemi boyunca tek tür ile temsil edilmiştir. *M. atomus* 1. istasyonda bazen mevcut bulunmuş olup organizma yoğunluğu en yüksek Kasım 2013'de  $51 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. 2., 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut olarak kaydedilmiştir.

*Melosira* cinsine ait yalnızca bir tür belirlenmiştir. *M. varians* 1. ve 3. istasyonlarda devamlı mevcut olmuş, 2. ve 4. istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur. Çalışma dönemi boyunca en yüksek organizma yoğunluğu 1. istasyonda Haziran 2013'de  $665 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca epilitik diyatome birliği içinde *Navicula* cinsine ait on takson belirlenmiştir. *N. capitatoradiata* 1., 3. ve 4. istasyonlarda çoğunlukla mevcut, 2. istasyonda ise bazen mevcut olmuştur. Organizma yoğunluğu en yüksek Temmuz 2013’de 3. istasyonda  $885 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiş ve bu esnada toplam organizmanın %15,53’ünü oluşturmuştur. *N. cincta* türü sadece Aralık 2013’de 3. istasyonda tespit edilmiş, diğer istasyonlarda rastlanılmamıştır.

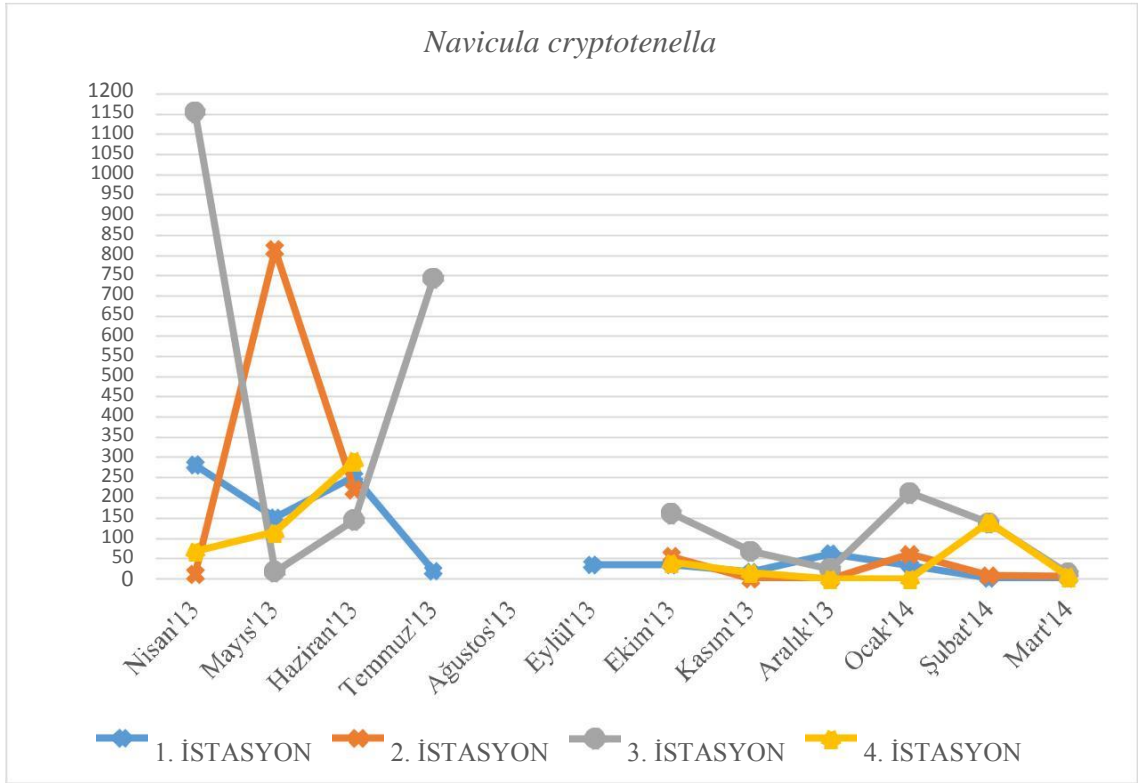
*N. cryptocephala* 1. istasyonda çoğunlukla mevcut olmuş ve organizma yoğunluğu çalışma dönemi boyunca en yüksek değerine  $348 \text{ org/mm}^2$  olarak Haziran 2013’de ulaşmıştır, bu esnada toplam organizmanın %5,2’sini oluşturmuştur. *N. cryptocephala* türü 1. istasyonda Mayıs ve Aralık 2013 ile Ocak, Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde gözlenmemiş, diğer aylarda ise organizma yoğunluğu milimetrekarede 40 organizmayı geçmemiştir. Aynı tür 2., 3. ve 4. istasyonlarda ekseriya mevcut olmuş, organizma yoğunluğu 2. istasyonda en yüksek  $161 \text{ org/mm}^2$  olarak Haziran ayında, 3. istasyonda en yüksek  $245 \text{ org/mm}^2$  olarak Temmuz ayında ve 4. istasyonda en yüksek  $37 \text{ org/mm}^2$  olarak Eylül ayında belirlenmiştir. Bu esnada önemli nispi bolluk değerlerine ulaşmamıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *Navicula cryptocephala*'nın bolluk değerleri



*N. cryptotenella* çalışma dönemi boyunca epilitik diyatome birliği içinde dağılım gösteren önemli türlerden biri olmuştur. 1., 3. ve 4. istasyonlarda devamlı mevcut, 2. istasyonda çoğunlukla mevcut olmuştur. *N. cryptotenella* organizma yoğunluğu en yüksek Nisan 2013’de 3. istasyonda 1 155 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiş, bu esnada toplam organizmanın %17,3’ünü oluşturmuştur. 1. ve 4. istasyonlarda organizma yoğunluğu milimetrekarede 300 organizmayı geçmemiştir. 2. istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013’de 815 org/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuş, bu esnada toplam organizmanın %12,8’ini oluşturmuştur (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10.** *Navicula cryptotenella*'nin bolluk değerleri

*N. phyllepta* türü yalnızca 2. istasyonda Ekim 2013’de ve 3. istasyonda Temmuz 2013’de kaydedilmiş, bu istasyonlarda nadiren mevcut olarak bulunmuştur. Diğer istasyonlarda ise rastlanılmamıştır. *N. recens* türüne yalnızca 3. istasyonda Kasım 2013’de rastlanmış ve nadiren mevcut olarak bulunmuştur. *N. tripunctata* çalışma dönemi boyunca tüm

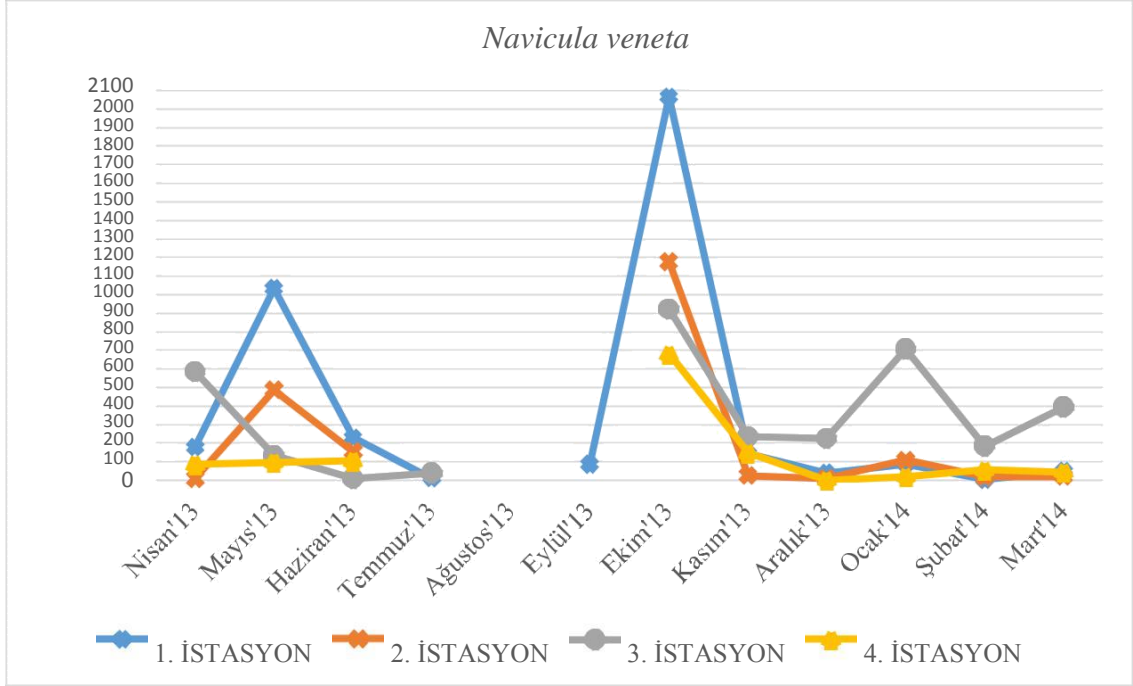
istasyonlarda devamlı mevcut olmuştur. Ancak organizma yoğunluğu çalışma boyunca milimetrekarede 500 organizmayı geçmemiştir. En yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014'de 4. istasyonda  $452 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. *N. trivialis* 1. ve 2. istasyonlarda yalnızca Ekim 2013'de rastlanmış ve nadiren mevcut olarak bulunmuş, 3. ve 4. istasyonlarda ise gözlenmemiştir.

Çalışma dönemi boyunca epilitik diyatome birliği içinde *N. veneta* tüm istasyonlarda devamlı mevcut olarak kaydedilmiştir. 1. istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu 2 065  $\text{org/mm}^2$  olarak Ekim 2013'de belirlenmiş olup, bu esnada toplam organizmanın %33,4'ünü oluşturmuştur. Bu değer çalışma dönemi içinde *N. veneta* için belirlenmiş en yüksek değerdir. Türün bu istasyonda ulaştığı ikinci en yüksek organizma yoğunluğu ise 1 034  $\text{org/mm}^2$  olarak Mayıs 2013'de kaydedilmiştir. 2. istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu Ekim 2013'de 1 177  $\text{org/mm}^2$  olarak belirlenmiş ve bu esnada toplam organizmanın %32,6'sını oluşturmuştur. Bu istasyonda ikinci en yüksek organizma yoğunluğu ise Mayıs 2013'de 487  $\text{org/mm}^2$  olarak bulunmuştur. 3. ve 4. istasyonlarda da organizma yoğunluğu Ekim 2013'de en yüksek değerlere ulaşarak sırasıyla 921  $\text{org/mm}^2$  ve 681  $\text{org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Bu esnada nispi bolluk değerleri sırasıyla %27,8 ile %26 olmuştur (Şekil 4.11).

*N. virudula* 1. istasyonda çoğunlukla mevcut, 2. ve 3. istasyonlarda ekseriya mevcut, 4. istasyonda ise devamlı mevcut olmuştur. Çalışma dönemi boyunca en yüksek organizma yoğunluğu 2. istasyonda Mayıs 2013'de 244  $\text{org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Neidium* cinsine ait iki tür tespit edilmiştir. *N. binode* yalnızca 1. istasyonda Ekim 2013'de ve *N. dubium* ise yalnızca 4. istasyonda Mayıs 2013'de kaydedilmiş olup, nadiren mevcut olarak bulunmuşlardır.

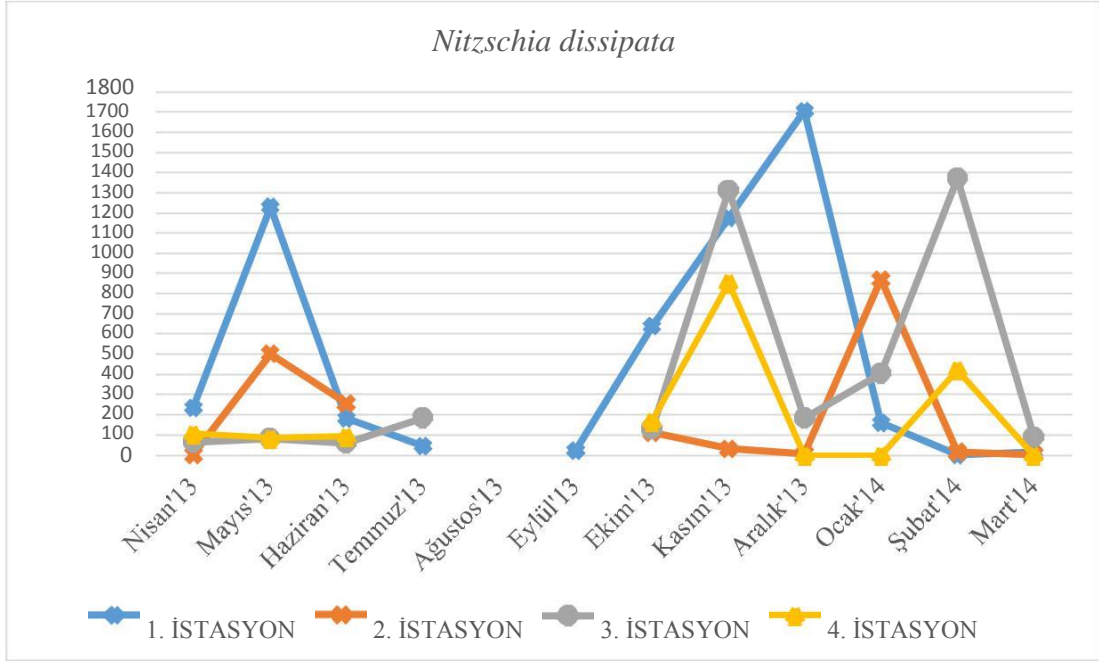
Çalışma dönemi boyunca epilitik diyatome birliğinin önemli bir kısmını oluşturan *Nitzschia* cinsine ait toplam on beş takson tespit edilmiştir. *N. acicularis* yalnızca 3. istasyonda ve Aralık 2013'de kaydedilmiş, diğer istasyonlarda ise rastlanmamıştır. *N. amphibia* 1. istasyonda çoğunlukla mevcut, 3. istasyonda ekseriya mevcut, 2. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Çalışma dönemi boyunca en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013'de 4. istasyonda 274  $\text{org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. *N. capitellata* 2. istasyonda nadiren mevcut olarak Mayıs 2013'de ve 4. istasyonda bazen mevcut olarak Nisan ve Mayıs 2013'de 1'er organizma ile temsil edilmiştir.



**Şekil 4.11.** *Navicula veneta*'nin bolluk değerleri

Çalışma dönemi boyunca *N. dissipata* bolluk ve nispi bolluk bakımından çalışma alanındaki epilitik diyatome birliğini en fazla oluşturan türlerden biri olmuştur (Şekil 4.12). 1., 2. ve 3. istasyonlarda devamlı mevcut olarak kaydedilmiştir. 1. istasyonda organizma yoğunluğu Nisan 2013'de 235 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Mayıs ayında 1 230 org/mm<sup>2</sup>,ya yükselmiş ve bu esnada toplam organizmanın %6,9'unu oluşturmuştur. Bu aydan itibaren türe ait organizma yoğunluğu azalarak Eylül ayında 23 org/mm<sup>2</sup>,ye kadar gerilemiştir. Ekim ayında organizma yoğunluğu 639 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Kasım ayında 1 174 org/mm<sup>2</sup>,ya yükselerek bu esnada toplam organizmanın %40,3'ünü oluşturmuştur. *N. dissipata* çalışma boyunca en yüksek organizma yoğunluğuna bu istasyonda Aralık ayında 1 703 org/mm<sup>2</sup> olarak ulaşmıştır, bu esnada toplam organizmanın %14,6'sını oluşturmuştur. Bu aydan itibaren organizma yoğunluğunda tekrar düşüş gözlenmiştir. 2. istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013'de 502 org/mm<sup>2</sup> ve Ocak 2014'de 870 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda Kasım ayına kadar organizma yoğunluğu milimetrekarede 200 organizmayı geçmemiştir. Kasım ayında organizma yoğunluğu 1 311 org/mm<sup>2</sup>,ye yükselmiş ve toplam organizmanın %14,1'ini oluşturmuştur. Aralık 2013 ve Ocak 2014 tarihlerinde organizma

yoğunluğu sırasıyla 183 org/mm<sup>2</sup>,ya ve 405 org/mm<sup>2</sup>,ya gerilemiş olup Şubat 2014'de tekrar 1 371 org/mm<sup>2</sup>,ya yükselmiştir. Mart 2014'de ise milimetrekarede 100 organizmanın altında sayılmıştır. 4. istasyonda *N. dissipata* ekseriya mevcut olmuş, en yüksek organizma yoğunluğu Kasım ayında 854 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiş ve bu esnada toplam organizmanın %41'ini oluşturmuştur.



**Şekil 4.12.** *Nitzschia dissipata*'nın bolluk değerleri

*N. fonticola* tekerrür oranları bakımından 1., 3. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut, 2. istasyonda nadiren mevcut olmuştur. Çalışma dönemi boyunca organizma yoğunluğu milimetrekarede 500 organizmayı geçmemiştir. *N. gracilis* ise yalnızca Aralık 2013'de 3. istasyonda 1 organizma ile temsil edilmiştir.

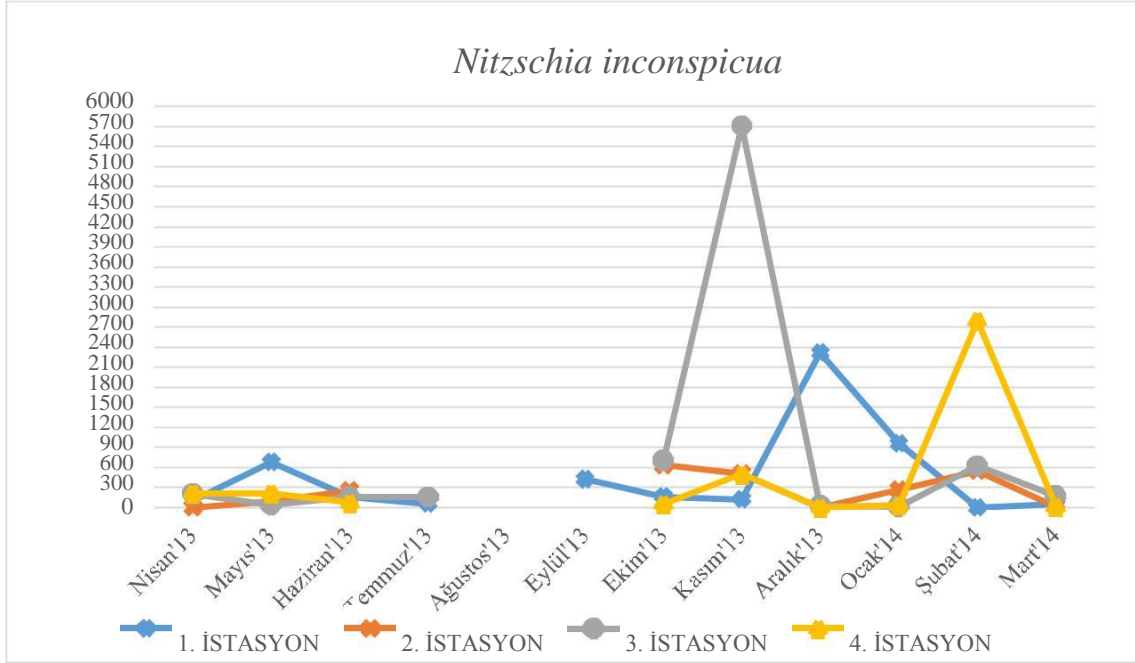
Epilitik diyatome birliği içinde önemli olan bir diğer *Nitzschia* türü *N. inconspicua* olmuştur. Bu tür çalışma dönemi boyunca tüm istasyonlarda tekerrür oranı bakımından devamlı mevcut olmuştur. 1. istasyonda organizma yoğunluğu Aralık 2013 tarihine kadar milimetrekarede 1 000 organizmayı geçmemiştir. Organizma yoğunluğu Aralık ayında 2 317 org/mm<sup>2</sup>,ya ulaşmış, bu esnada toplam organizmanın %19,9'unu oluşturmuştur.

Ocak 2014'de organizma yoğunluğu  $958 \text{ org/mm}^2$ ,ya gerilemiş, Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde milimetrekarede 60 organizmanın altında kaydedilmiştir. 2. istasyonda organizma yoğunluğu Ekim 2013 tarihine kadar milimetrekarede 260 organizmayı geçmemiştir. Dere kurduğundan dolayı Temmuz, Ağustos ve Eylül 2013 tarihlerinde örnekleme yapılamamıştır. En yüksek organizma yoğunluğu Ekim 2013'de  $641 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiş olup, nispi bolluk değeri %17,8 olarak belirlenmiştir. Kasım 2013'de organizma yoğunluğu  $512 \text{ org/mm}^2$  olarak bulunmuş, bu esnada toplam organizmanın %40'ını oluşturmuştur. Aralık 2013'de organizma yoğunluğu  $3 \text{ org/mm}^2$ ,ya gerilemiştir. Ocak, Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde ise organizma yoğunluğu milimetrekarede 500 organizmayı geçmemiştir. 3. istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu  $5707 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir, bu değer tüm istasyonlarda kaydedilmiş en yüksek değer olmuştur. Bu esnada toplam organizmanın %61,7'sini oluşturmuştur. 4. istasyonda *N. inconspicua* türünün organizma yoğunluğu Kasım 2013 tarihine kadar düşük bulunmuştur. Kasım ayında organizma yoğunluğu  $498 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiş, bu esnada toplam organizmanın %23,9'unu oluşturmuştur. Bu istasyondaki en yüksek organizma yoğunluğu Şubat 2014'de  $2797 \text{ org/mm}^2$  olarak sayılmış, bu esnada toplam organizmanın %9,4'ünü oluşturmuştur (Şekil 4.13).

Çalışma dönemi boyunca *N. linearis* 3. istasyonda tekerrür oranı bakımından nadiren mevcut ve 4. istasyonda bazen mevcut olmuştur. *N. lorenziana* türü yalnızca 3. istasyonda Temmuz 2013'de nadiren mevcut olarak tespit edilmiştir. *N. nana* türü ise 3. istasyonda Mayıs 2013'de, 4. istasyonda Kasım 2013'de kaydedilmiş ve bu istasyonlarda 1'er organizma ile temsil edilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *N. palea* epilitik diyatome birliği içinde 1. ve 2. istasyonlarda devamlı mevcut, 3. ve 4. istasyonlarda çoğunlukla mevcut bulunmuştur. 1. istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu Ekim 2013'de  $726 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiş ve bu esnada toplam organizmanın %11,7'sini oluşturmuştur. Mart 2014'te bu türe rastlanılmamış, diğer aylarda ise organizma yoğunluğu milimetrekarede 250 organizmayı geçmemiştir. 2. istasyonda Nisan 2013'de bu türe rastlanmamıştır. Bu istasyonda en yüksek organizma yoğunluğu Mayıs 2013'de  $305 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiş olup, takip eden aylarda organizma yoğunluğu milimetrekarede 200 organizmayı geçmemiştir. 3. istasyonda organizma yoğunluğu milimetrekarede 200 organizmayı geçmemiş, Mayıs 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde bu türe rastlanmamıştır. 4. istasyonda *N. palea* türünün

organizma yoğunluğu en yüksek Ekim 2013’de 557 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş ve bu esnada toplam organizmanın %21,3’ünü oluşturmuştur (Şekil 4.14).

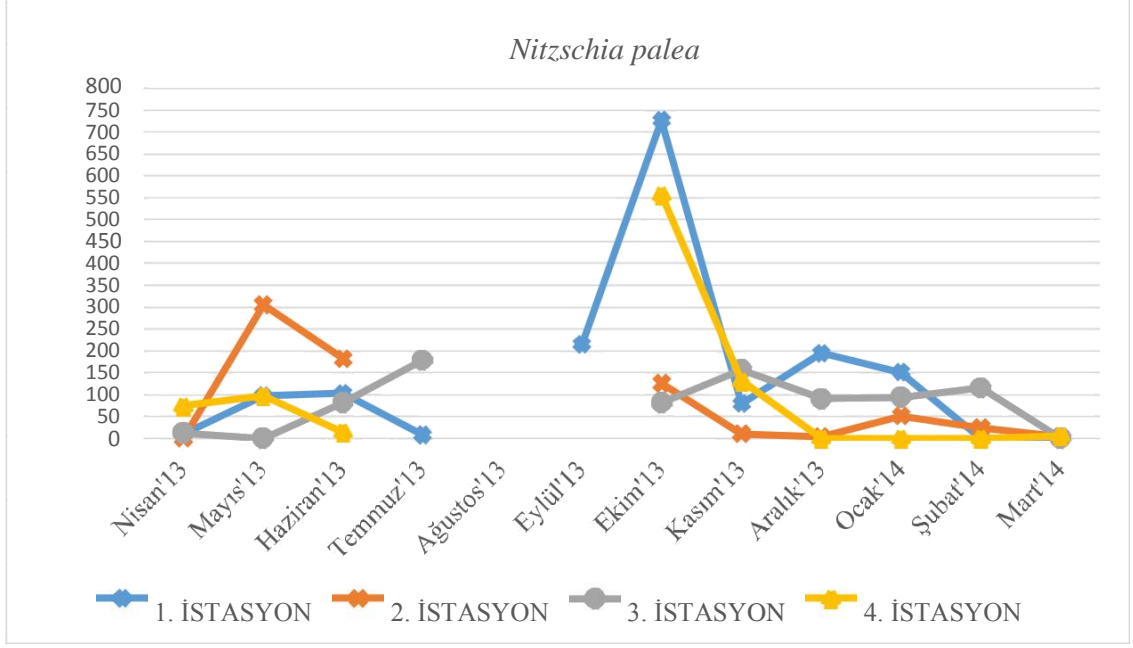


**Şekil 4.13.** *Nitzschia inconspicua*'nın bolluk değerleri

*N. paleacea* 1., 2. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut, 3. istasyonda ise nadiren mevcut olarak kaydedilmiştir. En yüksek organizma yoğunluğu 4. istasyonda Ekim 2013’de 202 org/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. *N. sigma* yalnızca Mayıs 2013’de 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut olarak kaydedilmiş ve 1’er organizma ile temsil edilmiştir.

*N. sigmoidea* yalnızca 3. istasyonda Nisan, Mayıs ve Aralık 2013 tarihlerinde nadiren mevcut olarak bulunmuştur. *N. umbonata* ise yalnızca 4. istasyonda Nisan 2013’de 1 organizma ile temsil edilmiş ve nadiren mevcut olarak bulunmuştur.

Çalışma dönemi boyunca *Pantocsekiella* cinsine ait yalnızca bir takson belirlemiştir. *P. ocellata* 3. istasyonda Nisan 2013’de 7 org/mm<sup>2</sup> ve Temmuz 2013’de 290 org/mm<sup>2</sup> olarak kaydedilmiş ve nadiren mevcut olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.14.** *Nitzschia palea*'nın bolluk değerleri

Çalışma dönemi boyunca *Pinnularia* cinsine ait bir takson belirlenmiştir. *P. interrupta* 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut olarak bulunmuş, 1. ve 2. istasyonlarda ise tespit edilmemiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Placogeia* cinsine ait bir takson belirlenmiştir. *P. similis* 2. istasyonda Şubat 2014'de 1 organizma ile temsil edilmiş olup, tekerrür oranı bakımından nadiren mevcut olarak kaydedilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Planothidium* cinsine ait bir takson belirlenmiştir. *P. lanceolatum* 1., 2. ve 3. istasyonlarda tekerrür oranı bakımından devamlı mevcut olmuş ve yalnızca 3. istasyonda tüm aylarda gözlenmiştir. 4. istasyonda ise çoğunlukla mevcut olarak kaydedilmiştir. *P. lanceolatum* türünün en yüksek organizma yoğunluğu 4. istasyonda Şubat 2014'de  $932 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir.

*Pseudostaurosira* cinsine ait bir takson belirlenmiştir. *P. parasitica* çalışma dönemi boyunca tüm istasyonlarda gözlenmiş ve tekerrür oranı bakımından bazen mevcut olarak kaydedilmiştir.

*Reimeria* cinsine ait yalnızca bir takson belirlenmiştir. *R. sinuata* 1., 2. ve 3. istasyonlarda devamlı mevcut olarak, 4. istasyonda ise çoğunlukla mevcut olarak gözlenmiştir. Çalışma dönemi boyunca en yüksek organizma yoğunluğu 4. istasyonda Şubat 2014'de  $1\ 271\ \text{org}/\text{mm}^2$  olarak kaydedilmiştir.

*Rhoicosphenia* cinsine ait bir takson belirlenmiştir. *R. abbreviata* tekerrür oranı bakımından 1., 2. ve 3. istasyonlarda ekseriya mevcut, 4. istasyonda ise bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Türe ait en yüksek organizma yoğunluğu 1. istasyonda Mayıs 2013'de  $446\ \text{org}/\text{mm}^2$  olarak kaydedilmiştir.

*Sellaphora* cinsine ait yalnızca bir takson tespit edilmiştir. Tekerrür oranı bakımından *S. pupula* 1., 2. ve 3. istasyonlarda ekseriya mevcut ve 4. istasyonda bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Türe ait en yüksek organizma yoğunluğu Ekim 2013'de 1. istasyonda  $35\ \text{org}/\text{mm}^2$  olarak belirlenmiştir.

Çalışma dönemi boyunca epilitik diyatome bütünlüğü içinde *Surirella* cinsine ait toplam altı takson belirlenmiştir. *S. amphioxys* 1. istasyonda ekseriya mevcut, 2. istasyonda nadiren mevcut, 3. ve 4. istasyonlarda ise bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Genellikle yaz aylarında gözlenmiş olan *S. amphioxys* için en yüksek organizma yoğunluğu 3. istasyonda Temmuz 2013'de  $74\ \text{org}/\text{mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. *S. angusta* 1. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut, 3. istasyonda nadiren mevcut olmuştur. 2. istasyonda bu tür tespit edilmemiştir. Türe ait en yüksek organizma yoğunluğu Ekim 2013'de  $83\ \text{org}/\text{mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. *S. brebissonii* çalışma dönemi boyunca tüm istasyonlarda nadiren mevcut olarak kaydedilmiştir. 1. istasyonda Ekim ve Kasım 2013'de, 2. istasyonda Ocak 2014'de ve 4. istasyonda Nisan 2013'de 1'er organizma ile, 3. istasyonda ise Şubat 2014'de yalnızca 2 organizma ile temsil edilmiştir. *S. minuta* 1., 3. ve 4. istasyonlarda çoğunlukla mevcut olarak, 2. istasyonda ise ekseriya mevcut olarak kaydedilmiştir. En yüksek organizma yoğunluğu 4. istasyonda Şubat 2014'de  $339\ \text{org}/\text{mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. *S. ovalis* yalnızca 1. istasyonda Eylül 2013'de gözlenmiş ve 1 organizma ile temsil edilmiştir. *S. splendida* ise yalnızca 3. istasyonda Temmuz 2013'de gözlenmiş ve 1 organizma ile temsil edilmiştir. Bu tür diğer istasyon ve aylarda gözlenmemiştir.

Çalışma dönemi boyunca *Tryblionella* cinsine ait 4 takson belirlenmiştir. *T. angustata* 1. ve 3. istasyonlarda ekseriya mevcut, 2. istasyonda bazen mevcut, 4. istasyonda ise



çoğunlukla mevcut bulunmuştur. Türe ait en yüksek organizma yoğunluğu 1. istasyonda Haziran 2013'de  $71 \text{ org/mm}^2$  olarak belirlenmiştir.

*T. apiculata* türü 1., 2. ve 4. istasyonlarda bazen mevcut, 3. istasyonda nadiren mevcut olarak bulunmuştur. En yüksek organizma yoğunluğu 1. istasyonda Ekim 2013'de  $411 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiştir. Diğer istasyonlarda önemli bolluk ve nispi bolluk değerine ulaşamamıştır.

*T. hungarica* ve *T. littoralis* çalışma dönemi boyunca yalnızca 1'er kez gözlenmiştir. *T. hungarica* 1. istasyonda Kasım 2013'de, *T. apiculata* ise 4. istasyonda Nisan 2013'de 1'er organizma ile temsil edilmiştir.

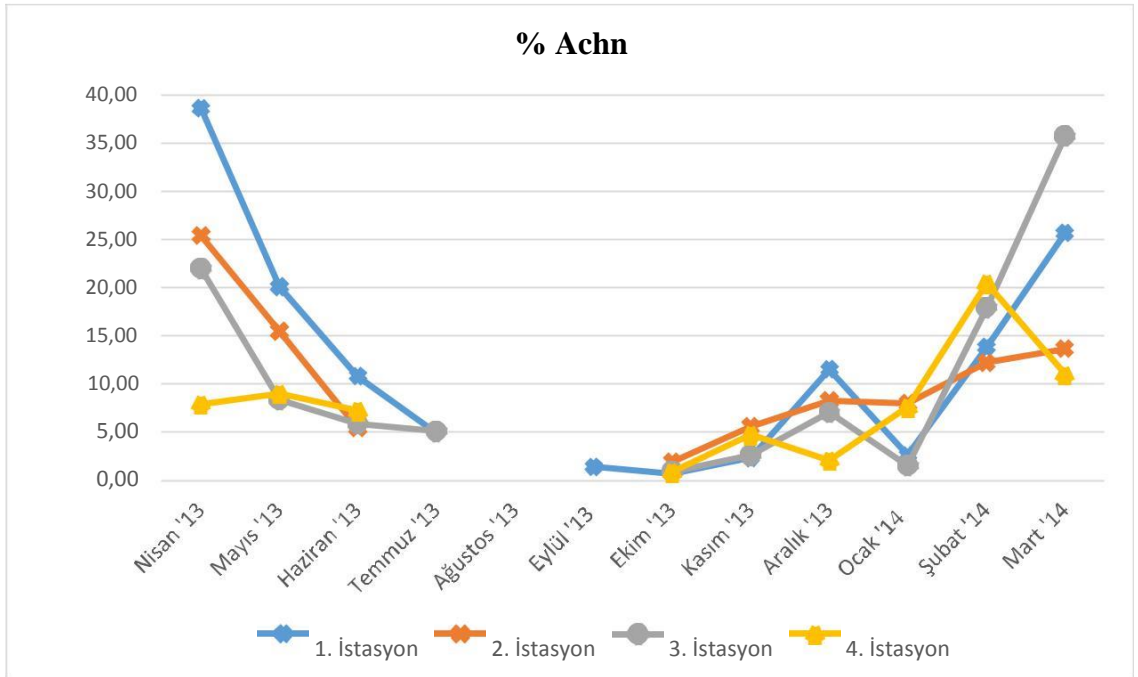
Çalışma dönemi boyunca epilitik diyatome birliği içinde *Ulnaria* cinsine ait iki takson tespit edilmiştir. *U. biceps* yalnızca 1. istasyonda Kasım ayında 1 organizma ile temsil edilmiştir. *U. ulna* ise 1. ve 2. istasyonlarda ekseriya mevcut olarak kaydedilmiştir. Türe ait en yüksek organizma yoğunluğu 2. istasyonda Haziran 2013'de  $687 \text{ org/mm}^2$  olarak kaydedilmiş ve tür bu esnada toplam organizmanın %14,1'ini oluşturmuştur. *U. ulna* 3. istasyonda bazen mevcut olarak bulunmuştur. 4. istasyonda ise çoğunlukla mevcut olup, organizma yoğunluğu milimetrekarede 30 organizmayı geçmemiştir.

#### **4.3.2. Epilitik diyatomelerin kullanıldığı metrikler**

##### **4.3.2.1. Kompozisyon metrikleri sonuçları**

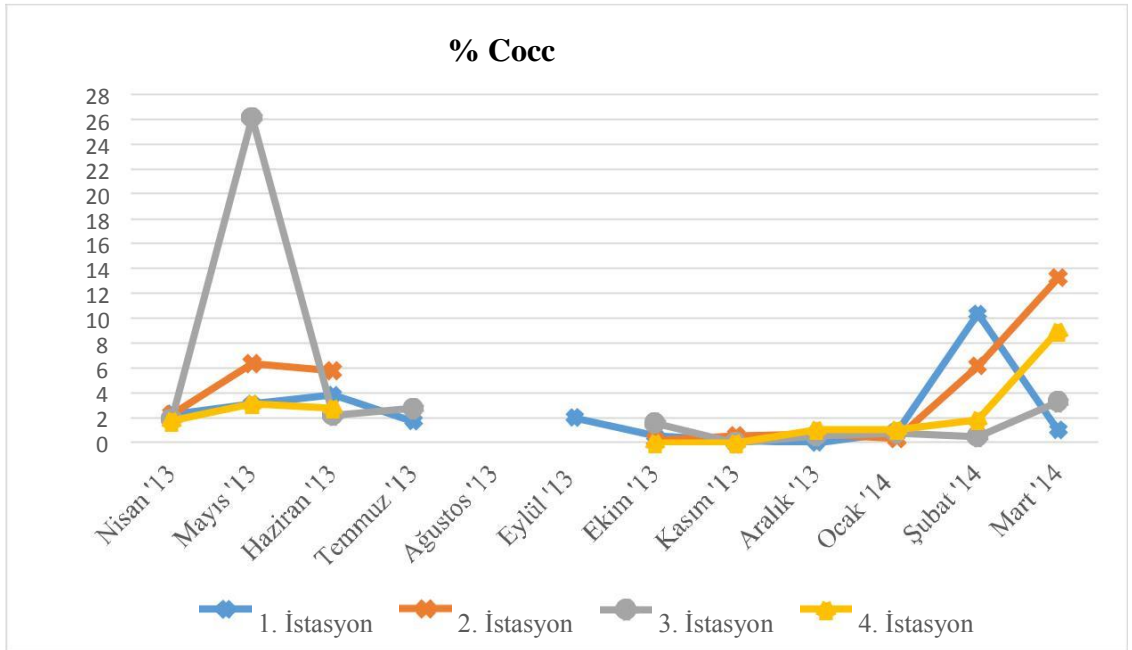
Çalışma dönemi boyunca %Achn değerleri değişkenlik göstermiştir. 1. istasyonda en yüksek %Achn değeri Nisan 2013'de 38,58 olarak belirlenmiş olup, bu değer çalışma dönemi boyunca kaydedilen en yüksek %Achn değeri olmuştur. Bu aydan itibaren %Achn değeri kademeli olarak azalarak en düşük Ekim ayında 0,71 olarak kaydedilen çalışma dönemi boyunca ve bu istasyondaki en düşük değer olmuştur. Kasım ayında 2,33 olarak kaydedilen %Achn değeri Aralık ayında 11,56 olarak belirlenmiş ve Ocak ayında tekrar 2,58 olarak kaydedilmiştir. Takip eden aylarda tekrar yükselen %Achn değeri Mart 2014'te bu istasyondaki ikinci en yüksek değerine 25,64 olarak ulaşmıştır. 2. istasyonda en yüksek %Achn değeri Nisan 2013'de 25,37 olarak kaydedilmiştir. Ekim ayına kadar

kademeli olarak azalmış olup bu istasyondaki en düşük %Achn değeri 1,94 olarak Ekim ayında kaydedilmiştir. Kasım ayında 5,60 olarak belirlenen %Achn değeri bu aydan itibaren itibaren kademeli olarak artarak Aralık, Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla 8,28, 7,99 ve 12,22 olarak belirlenmiştir. Bu istasyondaki ikinci en yüksek %Achn değeri Mart 2014'te 13,66 olarak kaydedilmiştir. 3.istasyonda %Achn değeri Nisan 2013'de 21,99 olarak kaydedilmiştir. Ekim ayına kadar kademeli olarak azalarak bu istasyondaki en düşük %Achn değeri 0,91 olarak kaydedilmiştir. Kasım, Aralık ve Ocak aylarında sırasıyla 2,60, 7,05 ve 1,53 olarak belirlenmiş olup, Şubat ayında artarak 17,92 olarak kaydedilmiş ve bu istasyondaki en yüksek %Achn değeri Mart ayında 35,74 olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 7,95, 9,01 ve 7,24 olarak belirlenen %Achn değerleri Ekim ayında bu istasyondaki en düşük değeri 0,88 olarak kaydedilmiştir. Kasım, Aralık ve Ocak aylarında 4,76, 2,13 ve 7,63 olarak belirlenen %Achn değeri bu istasyondaki en yüksek değerine 20,46 olarak Şubat ayında ulaşmış olup olup, Mart ayında 11,03 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15).



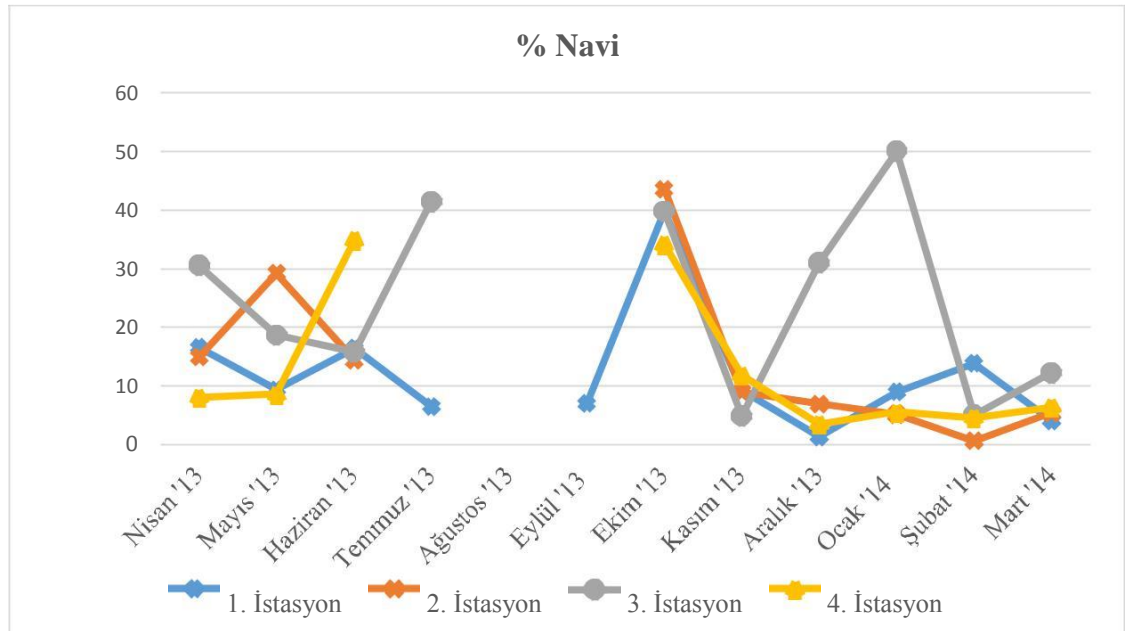
**Şekil 4.15.** % Achn kompozisyon metriği değişimi

Çalışma dönemi boyunca % Cocc nispi bollukları düşük değerlerde gözlenmiştir. 1. istasyonda en düşük % Cocc değeri 0,21 olarak Kasım 2013’de belirlenmiş olup, Aralık 2013’de *Cocconeis* gözlenmemiştir. En yüksek % Cocc değeri 10,34 olarak Şubat 2014’de kaydedilmiştir. 2. istasyonda % Cocc değerleri Nisan, Mayıs ve Haziran 2013 tarihlerinde sırasıyla 2,24, 6,34 ve 5,76 olarak belirlenmiş olup, Şubat 2014 tarihine kadar 1 değerinin altında gözlenmiştir. Şubat 2014’de 6,16 olarak bulunan %Cocc değeri, Mart 2014’de artış göstererek bu istasyondaki en yüksek değerine ulaşmış ve 13,25 olarak tespit edilmiştir. 3. istasyonda % Cocc 0,47 ile 26,12 değerleri arasında değişmiştir. % Cocc bu istasyonda en yüksek değerine Mayıs 2013’de ulaşmıştır, bu değer aynı zamanda çalışma dönemi boyunca kaydedilmiş en yüksek değer olmuştur. % Cocc değerinin bu tarihten itibaren azaldığı gözlenmiş, Kasım 2013’de hiç *Cocconeis* sayılmamıştır. En düşük değer Şubat 2014’de tespit edilmiştir. 4. istasyonda Ekim ve Kasım 2013 tarihlerinde *Cocconeis* kaydedilmemiştir. En yüksek % Cocc değeri Mart 2014’de 8,98 olarak bulunmuş, en düşük %Cocc değeri ise Ocak 2014’de 1,05 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.16).



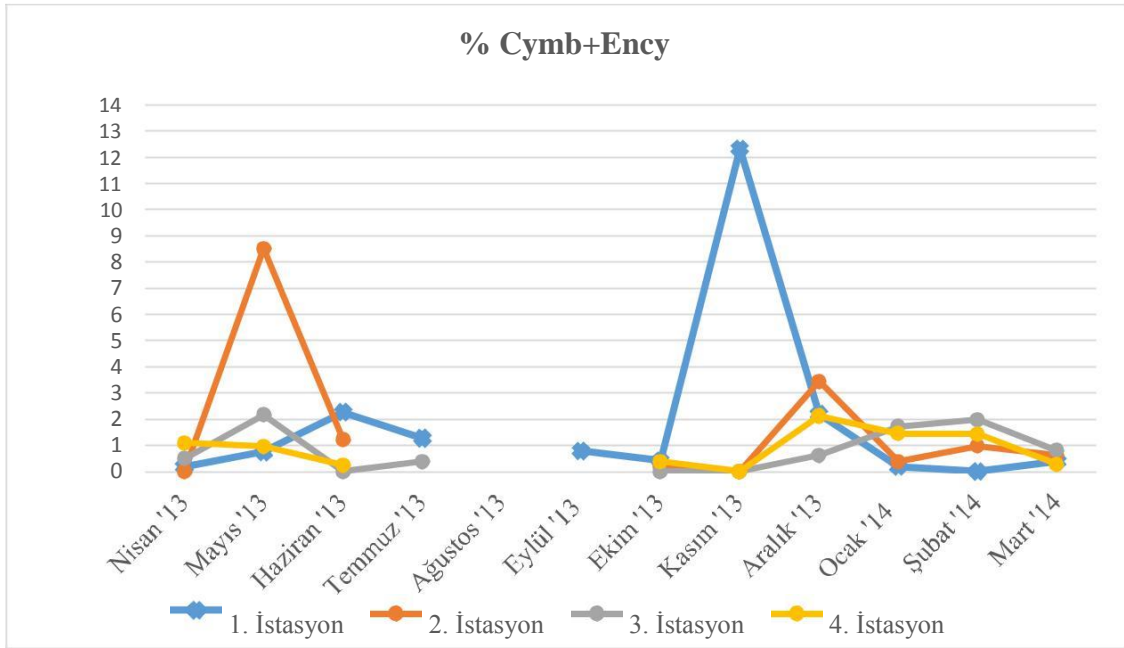
Şekil 4.16. % Cocc kompozisyon metriği değişimi

% Navi nispi bollukları çalışma boyunca aylara ve istasyonlara bağlı olarak değişmiştir. 1. istasyonda en düşük % Navi değeri 1,34 olarak Aralık 2013’de, en yüksek % Navi değeri 39,85 olarak Ekim 2013’de kaydedilmiştir. 2. istasyonda % Navi Nisan, Mayıs ve Haziran 2013 tarihlerinde sırasıyla 14,93, 29,19 ve 14,41 olarak kaydedilmiştir. Bu aylardan sonra Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında dere kuru olduğu için örnekleme yapılamamış, Ekim 2013’de % Navi değeri 43,54 olarak en yüksek değerine ulaşmıştır. Bundan sonra % Navi değerleri düşük değerlerde gözlenmiş olup, en düşük değer Şubat 2014’de 0,62 olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda % Navi değeri Nisan 2013’de 30,58 olarak kaydedilmiş, sonraki aylarda azalış göstermiş ve Temmuz 2013’de tekrar yükselerek 41,37 olarak kaydedilmiştir. Ekim 2013’de 39,77 olarak kaydedilen % Navi değeri Kasım 2013’de 4,84 olarak en düşük değerde kaydedilmiştir. Bu istasyonda en yüksek değer 50,06 olarak Ocak 2014’de gözlenmiş olup, bu değer çalışma dönemi boyunca kaydedilen en yüksek % Navi değeri olmuştur. 4. istasyonda % Navi değerleri Nisan ve Mayıs 2013 tarihlerinde sırasıyla 8,07 ve 8,6 olarak bulunmuş, Haziran 2013’de en yüksek değere ulaşarak 34,94 olarak kaydedilmiştir. Bu istasyonda ikinci en yüksek % Navi değeri 34,14 olarak Ekim 2013’de belirlenmiş, bu tarihten sonra % Navi nispi bollukları azalmıştır. En düşük değer Aralık ayında 3,5 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.17).



**Şekil 4.17.** % Navi kompozisyon metriği değişimi

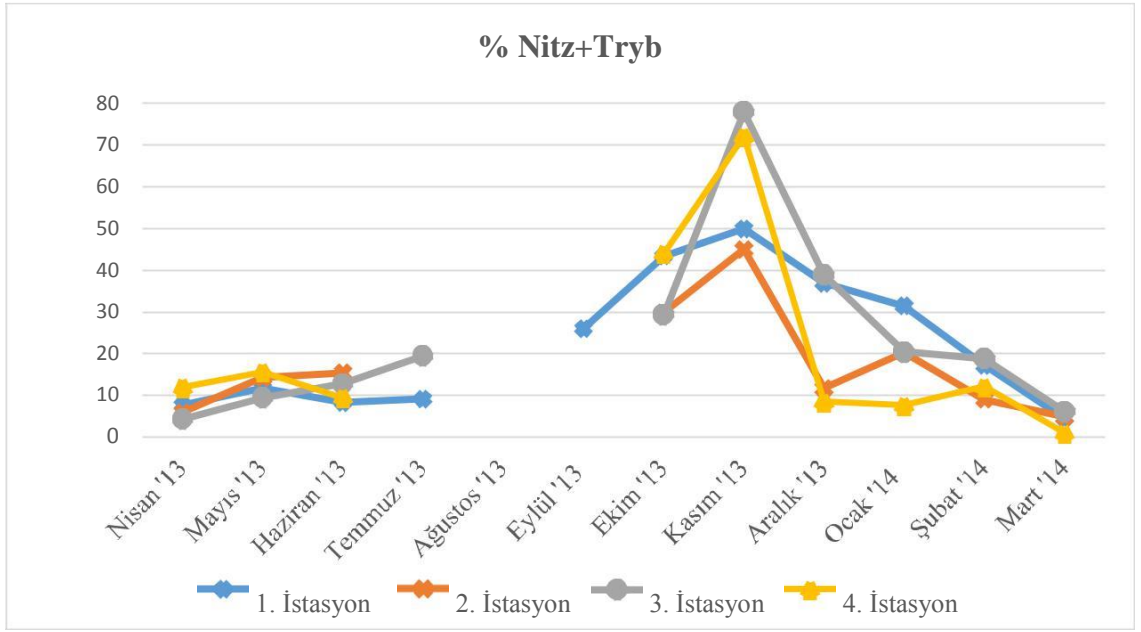
Çalışma dönemi boyunca *Cymbella* ve *Encyonema* nispi bolluk toplamları düşük değerlerde belirlenmiştir. 1. istasyonda % Cymb+Ency değerleri Kasım 2013’de 12,32 olarak çalışma dönemindeki en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu istasyonun diğer aylarında 2,27 değerinin altında kaydedilmiş, Şubat 2014’de ise hiç gözlenmemiştir. 2. istasyonda Nisan 2013 ve Kasım 2013 tarihlerinde % Cymb+Ency hiç gözlenmemiştir. En yüksek değer 8,51 olarak Mayıs 2013’de, en düşük değer ise 0,19 olarak Ekim 2013’de kaydedilmiştir. 3. istasyonda en yüksek % Cymb+Ency değeri 2,17 olarak Mayıs 2013’de tespit edilmiş, diğer aylarda bu değerinin altında bulunmuştur. Bu istasyonda Haziran, Ekim ve Kasım 2013 tarihlerinde *Cymbella* ve *Encyonema* gözlenmemiştir. 4. istasyonda en yüksek % Cymb+Ency değeri 2,13 olarak Aralık 2013’de kaydedilmiştir. *Cymbella* ve *Encyonema* cinsleri bu istasyonda Kasım 2013’de hiç gözlenmemiştir (Şekil 4.18).



**Şekil 14.18.** % Cymb+Ency kompozisyon metriği değişimi

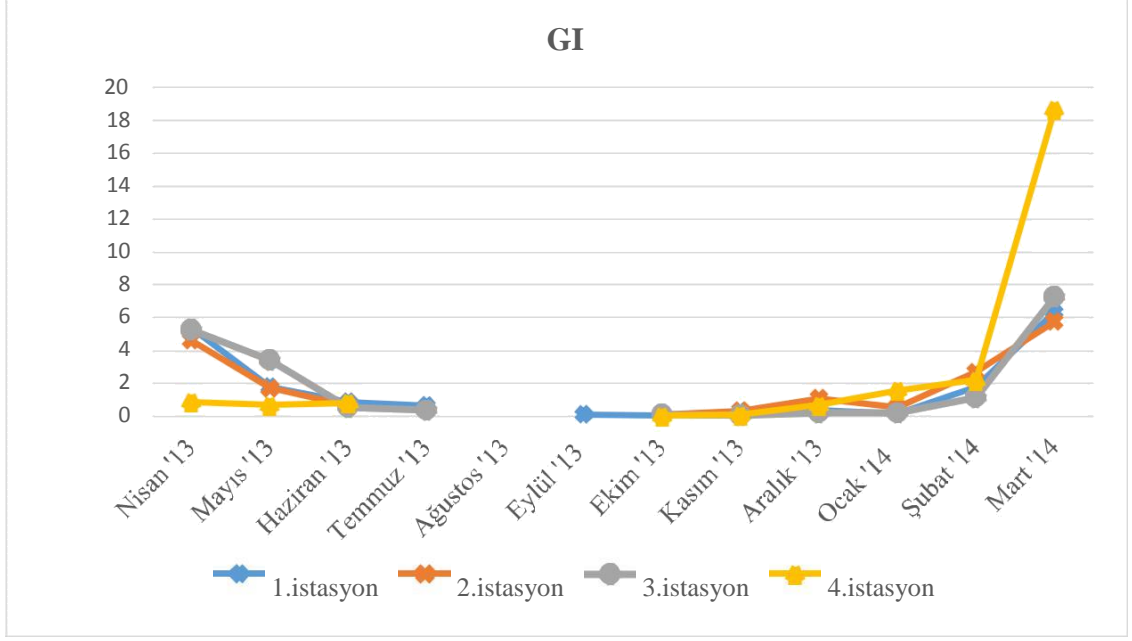
%Nitz+Tryb nispi bolluk değerleri çalışma dönemi boyunca nispeten daha yüksek değerlerde gözlenmiştir. 1. istasyonda en yüksek % Nitz+Tryb değeri 49,88 olarak Mayıs 2013’de, en düşük % Nitz+Tryb değeri Mart 2014’de 4,49 olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda % Nitz+Tryb değerleri 4,97 - 44,91 arasında değişmiştir. En düşük değer Mart

2014’de, en yüksek değer ise Kasım 2013’de kaydedilmiştir. 3. istasyonda en düşük % Nitz+Tryb değeri Nisan 2013’de 4,34 olarak bulunmuştur. % Nitz+Tryb değeri bu tarihten itibaren artış göstermiş, en yüksek değerine 77,88 olarak Kasım 2013’de ulaşmıştır. Bu değer çalışma dönemi boyunca kaydedilen en yüksek % Nitz+Tryb değeri olmuştur. 4. istasyonda % Nitz+Tryb değerleri 1,13 ile 71,98 arasında değişmiştir. En düşük değer Mart 2014’de, en yüksek değer ise Kasım 2013’de kaydedilmiştir (Şekil 4.19).



**Şekil 4.19.** % Nitz+Tryb kompozisyon metriği değişimi

Yalacdere’de kaydedilen Genetik İndeks (GI) değerleri 1. istasyonda Nisan 2013’de 5,4 olarak kaydedilmiş ve bu tarihten itibaren azalarak en düşük değer Eylül ve Ekim aylarında 0,1 olarak kaydedilmiştir. Bu istasyondaki en yüksek GI değeri ise 6,4 olarak Mart 2014’te kaydedilmiştir. 2. istasyonda en düşük değer 0,1 olarak Ekim 2013’de, en yüksek değer 5,8 olarak Mart 2014’de belirlenmiştir. 3. istasyonda en düşük GI değeri 0,1 olarak Ekim ve Kasım 2013 tarihlerinde aynı değerde belirlenmiş olup, en yüksek değer ise 7,3 olarak Mart 2014’de kaydedilmiştir. 4. istasyonda en düşük GI değeri 0,05 olarak Ekim 2013’de, en yüksek GI değeri 18,64 olarak Mart 2014’de belirlenmiştir. 4. istasyonda belirlenen bu değerler çalışma dönemi boyunca tespit edilmiş en yüksek ve en düşük GI değerleri olmuştur (Şekil 4.20).



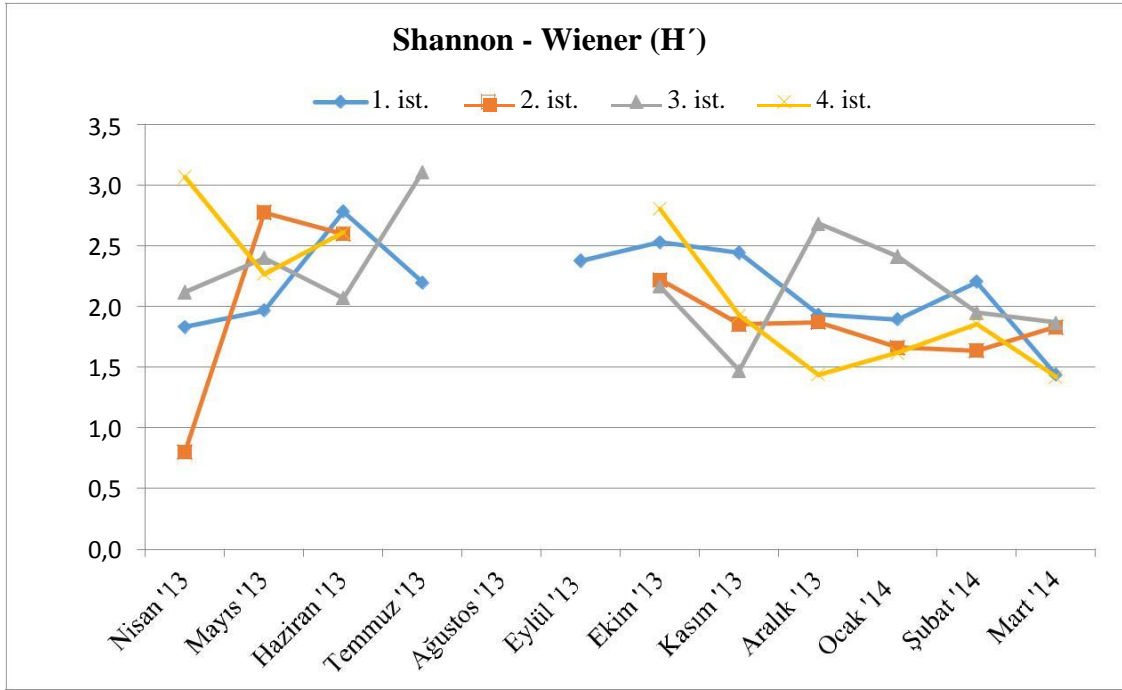
**Şekil 4.20.** İstasyonlara ait GI değerlerinin değişimi

#### 4.3.2.2. Çeşitlilik metrikleri sonuçları

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi sonuçlarına göre Yalakdere'de çeşitlilik değerleri çalışma dönemi boyunca Temmuz 2013'de 3. istasyonda ve Nisan 2013'de 4. istasyonda olmak üzere yalnızca iki örneklemede 3 değerinin biraz üzerine çıkmış ve sırasıyla 3,11 ve 3,06 olarak kaydedilmiştir. Çeşitlilik değerleri çalışma dönemi boyunca yalnızca bir örneklemede Nisan 2013'de 2. istasyonda 1 değerinin altında bulunmuş ve 0.80 olarak tespit edilmiştir. Bu örneklemler dışında tüm aylarda ve istasyonlarda çeşitlilik indeksi sonuçları 1,42 ile 2,80 arasında değişmiştir (Şekil 4.21). Mason (1983)'a göre Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değerlerinin 3'ten büyük olması temiz su seviyesini, 1-3 arasında olması orta derecede kirlenmiş su olduğunu, 1'den küçük olması yüksek derecede kirlenmiş su seviyesinde olduğunu göstermektedir.

Çeşitlilik indeksi değerleri 1.istasyonda 1,44 ile 2,78 arasında değişmiş olup, en düşük değer Mart 2014'de, en yüksek değer Haziran 2013'de gözlenmiştir. 2.istasyonda en düşük çeşitlilik indeksi değeri Nisan 2013'de 0,80 olarak bulunmuştur, bu değer çalışma boyunca kaydedilen en düşük çeşitlilik indeksi değeri olmuştur. Bu istasyonda en yüksek

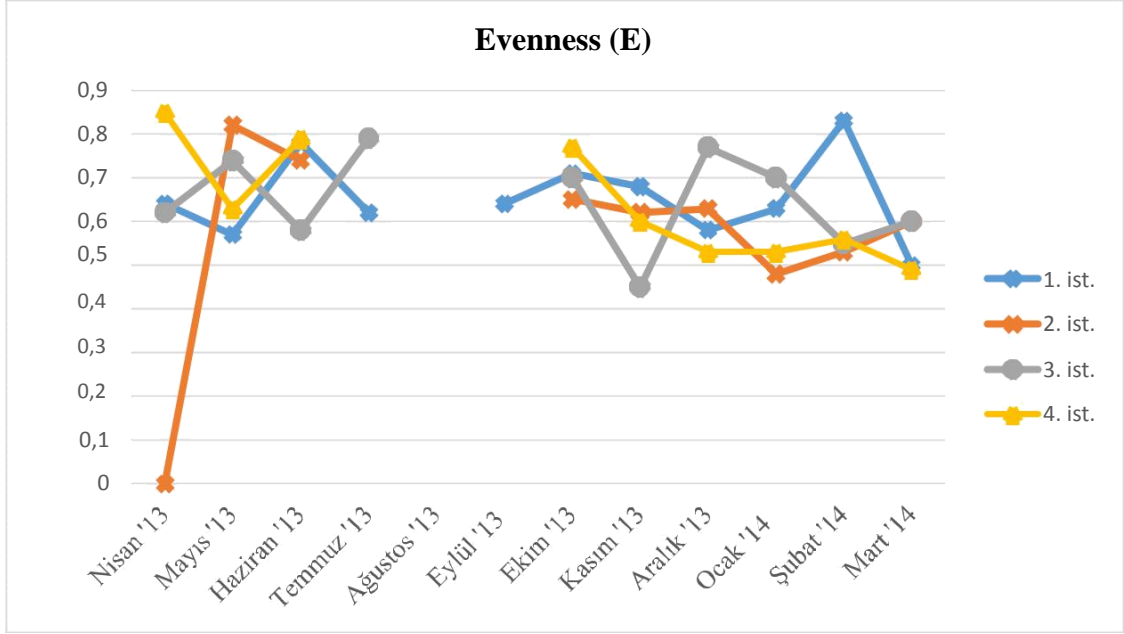
çeşitlilik indeksi değeri ise Mayıs 2013’de 2,77 olarak bulunmuştur. 3.istasyonda çeşitlilik indeksi değerleri 1,47 ile 3,11 arasında değişmiş olup, en düşük değer Kasım 2013’de, en yüksek değer Temmuz 2013’de gözlenmiştir. Çalışmada kaydedilen en yüksek çeşitlilik indeksi değeri 3,11 olarak Temmuz 2013’de bu istasyonda kaydedilmiştir. 4.istasyonda en düşük çeşitlilik indeksi değeri 1,42 olarak Mart 2014’de, en yüksek çeşitlilik indeksi değeri 3,06 olarak Nisan 2013’de bulunmuştur (Şekil 4.20).



**Şekil 4.21.** İstasyonlara ait Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değerlerinin değişimi

Evenness değerleri 1. istasyonda en düşük 0,51 olarak Mart 2014’de, en yüksek 0,83 olarak Şubat 2014’de gözlenmiştir. 2. istasyonda en düşük evenness değeri Nisan 2013’de 0 olarak kaydedilmiş olup, bu istasyondaki en yüksek değerine 0,82 olarak Mayıs 2013’de ulaşmıştır. 3. istasyonda evenness değerleri 0,45 ile 0,79 arasında değişmiş, en düşük değer Kasım 2013’de, en yüksek değer ise Temmuz 2013’de kaydedilmiştir. 4. istasyonda en düşük evenness değeri 0,49 olarak Mart 2014’de, en yüksek evenness değeri ise 0,85 olarak Nisan 2013’de kaydedilmiştir (Şekil 4.22).

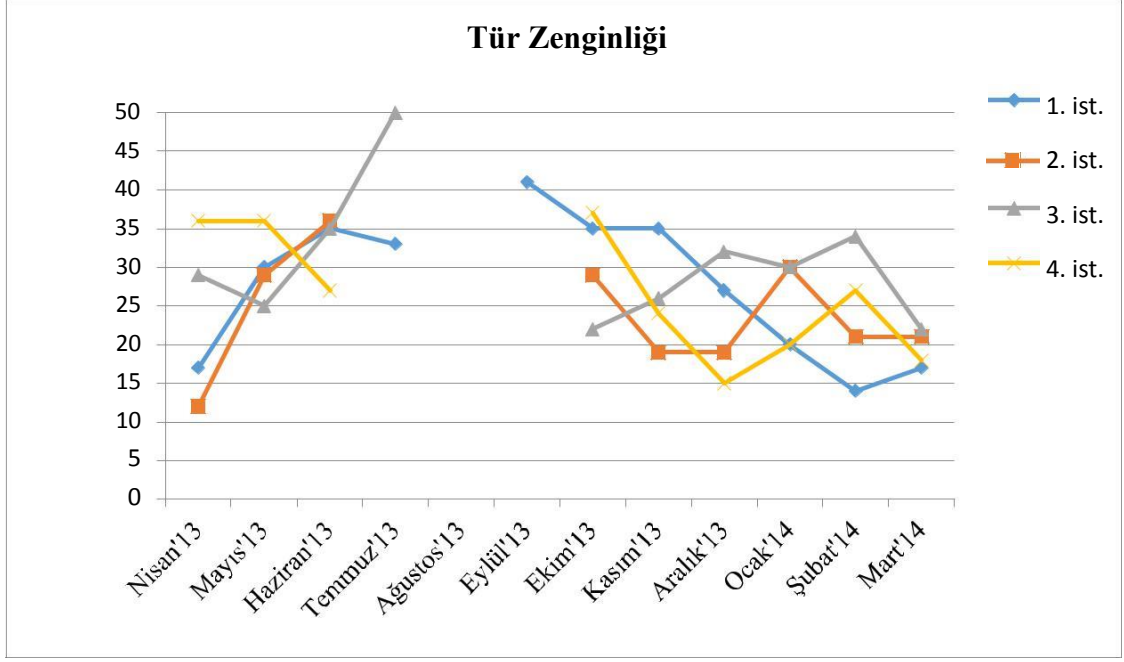




**Şekil 4.22.** İstasyonlara ait Evenness değerlerinin değişimi

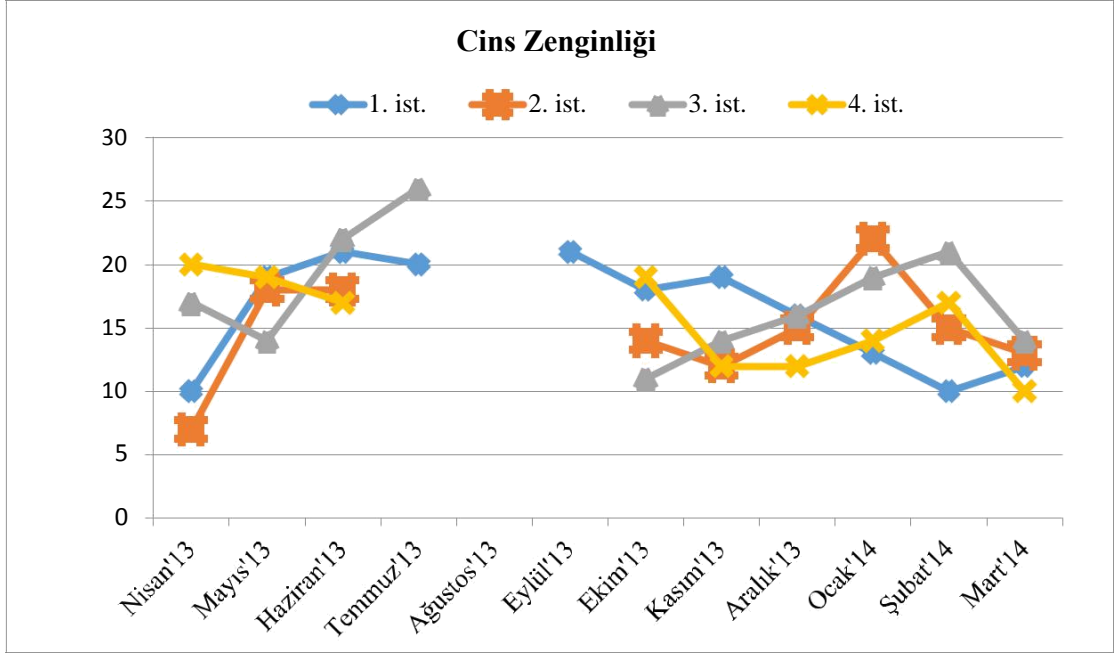
#### 4.3.2.3. Takson zenginliği metrikleri sonuçları

Yalakdere’de tüm istasyonlarda toplam 86 diyatome taksonu tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.2). Çalışma dönemi boyunca her bir örneklemede kaydedilen toplam diyatome takson sayısı 12 ile 50 arasında değişmiştir. 1. istasyonda en düşük diyatome takson sayısı 14 olarak Şubat 2014’de, en yüksek diyatome takson sayısı 41 olarak Eylül 2013’de kaydedilmiştir. 2. istasyonda belirlenen en düşük diyatome takson sayısı 12 olup, Nisan 2013’de tespit edilmiştir. Bu değer aynı zamanda çalışma boyunca bir örneklemede kaydedilen en düşük sayı olmuştur. Aynı istasyonda en yüksek diyatome takson sayısı 36 olarak Haziran 2013’de gözlenmiştir. 3. istasyonda tespit edilen en düşük diyatome takson sayısı Ekim 2013 ve Mart 2014’de 22 olarak, en yüksek diyatome takson sayısı Temmuz 2013’de 50 olarak bulunmuştur. Bu değer aynı zamanda çalışma boyunca bir örneklemede kaydedilen en yüksek diyatome takson sayısıdır. 4. istasyonda diyatome takson sayısı en düşük olarak Aralık 2013’de 15, en yüksek olarak Ekim 2013’de 37 takson olarak bulunmuştur (Şekil 4.23).



**Şekil 4.23.** İstasyonlara ait Tür Zenginliği değerlerinin değişimi

Çalışma dönemi boyunca Yalakdere’de toplam 36 diyatome cinsi tespit edilmiştir. Her bir örneklemede kaydedilen cins zenginliği değerleri 7 ile 26 arasında değişmiştir. 1. istasyonda cins zenginliği 10 ile 21 arasında değişmiş olup, en düşük diyatome cins sayısı Nisan 2013 ve Şubat 2014’de, en yüksek diyatome cins sayısı Haziran 2013 ve Eylül 2013’de kaydedilmiştir. 2. istasyonda en düşük diyatome cins sayısı 7 olup, Nisan 2013’de tespit edilmiştir. Aynı istasyonda en yüksek diyatome cins sayısı 22’dir ve Ocak 2014’de kaydedilmiştir. 3. istasyonda en düşük diyatome cins sayısı Ekim 2013’de 11 olarak bulunmuştur. Bu istasyonda kaydedilen en yüksek diyatome cins sayısı Temmuz 2013’de 26 olup, bu değer çalışma dönemi boyunca bir örneklemede kaydedilen en yüksek diyatome cins sayısı olmuştur. 4. istasyonda en düşük diyatome cins sayısı 10 olarak Mart 2014’de, en yüksek diyatome cins sayısı ise 20 olarak Nisan 2013’de bulunmuştur (Şekil 4.24).

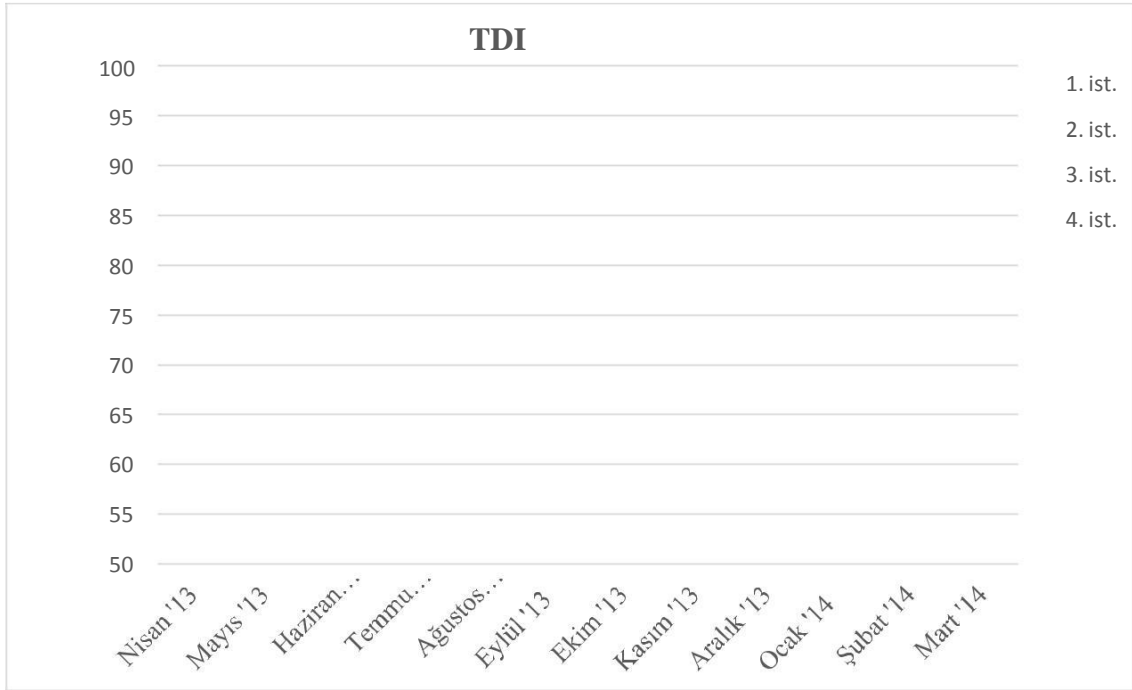


**Şekil 4.24.** İstasyonlara ait Cins Zenginliği değerlerinin değişimi

#### 4.3.2.4. Tolerans metrikleri sonuçları

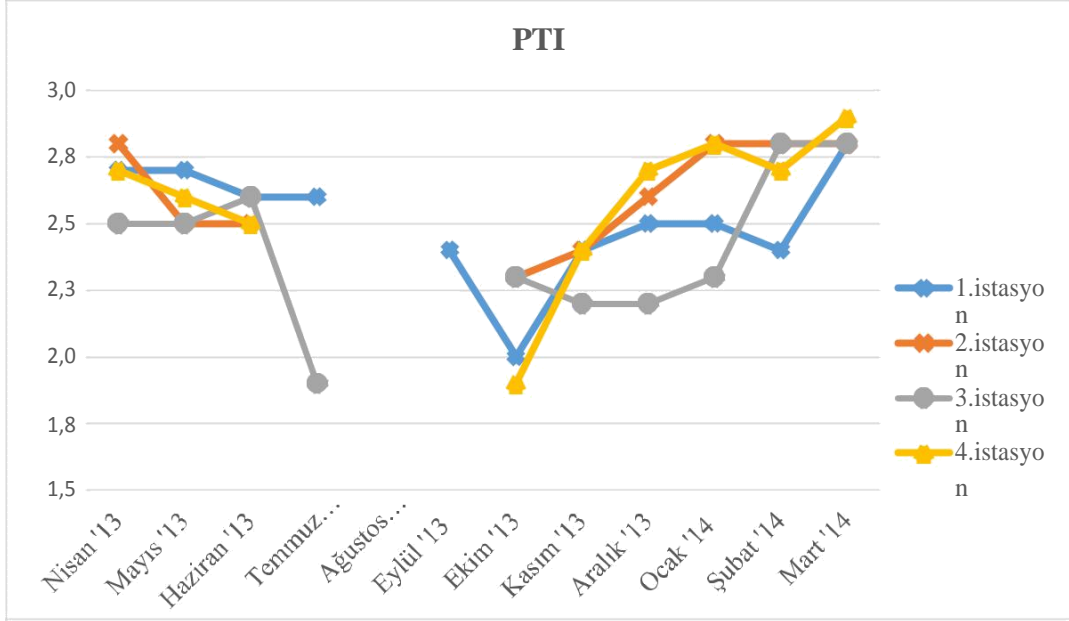
Yalakdere’de tespit edilen epilitik diyatomeler kullanılarak hesaplanan Trofik Diyatome İndeks sonucuna göre 1. istasyonda en düşük TDI değeri 65,24 olarak Nisan 2013’de bulunmuş, ikinci en düşük TDI değerini ise Şubat 2014’de 71,15 olarak kaydedilmiştir. Bu istasyonda en yüksek TDI değerini 92,02 olarak Ocak 2014’de gözlenmiştir. Diğer aylarda ise TDI değerleri 75,0 değerinin üzerinde kaydedilmiştir. 2. istasyonda kaydedilen en düşük TDI değerini 63,33 olarak Mayıs ayındadır. TDI değerini bu istasyonda diğer aylarda 75,0 değerinin altında kaydedilmemiş olup, en yüksek değer 90,05 olarak Ocak 2014’de kaydedilmiştir. 3. istasyonda en düşük TDI değerleri Mart 2014’de 61,95, Mayıs 2013’de 64,33 ve Temmuz 2013’de 73,61 olarak kaydedilmiş olup, diğer aylarda bu değerlerin üstünde bulunmuştur. En yüksek TDI değerini ise Kasım 2013’de 93,94 olarak hesaplanmıştır. 4. istasyonda hesaplanan TDI değerleri 76,67 – 91,39 arasında değişmiş olup en düşük değer Şubat 2014’de, en yüksek değer ise Kasım 2013’de kaydedilmiştir (Şekil 4.25).

TDI sonuçlarına göre istasyonların su kalite sınıflarının dağılımına bakıldığında 1. istasyonun Nisan ve Şubat aylarında, 2. istasyonun Mayıs ayında, 3. istasyonun Mart, Mayıs ve Temmuz aylarında IV. su kalite (kötü) sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir. TDI'ya göre 1., 2. ve 3. istasyonlarda diğer tüm aylarda ve 4. istasyonda çalışma boyunca tüm aylarda V. su kalite (zayıf) sınıfı gözlenmiştir (bkz Çizelge 3.5).



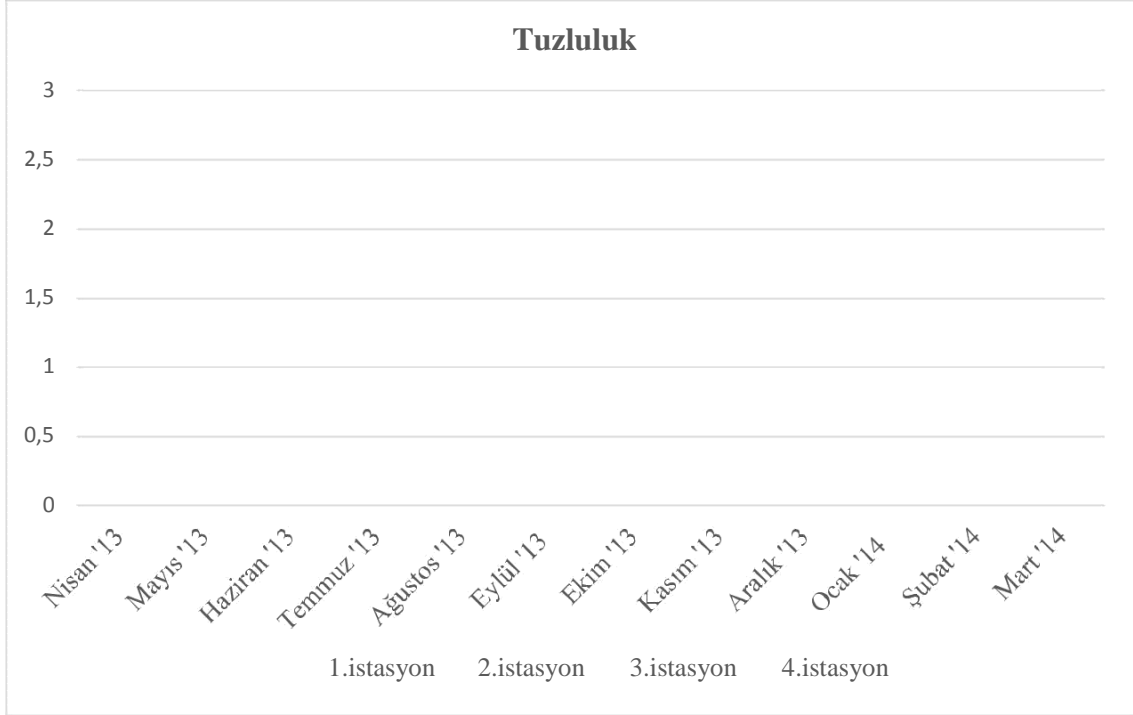
**Şekil 4.25.** İstasyonlara ait TDI değerlerinin değişimi

Yalacdere'de 1. istasyonda Kirlilik Tolerans İndeksi (PTI)'ne göre belirlenen değerler 2,0 – 2,8 arasında hesaplanmıştır. Bu istasyonda en düşük PTI değeri Ekim 2013'te, en yüksek PTI değeri ise Mart 2014'te kaydedilmiştir. 2. istasyonda PTI değerleri 2,3 – 2,8 arasında değişmiştir. En düşük değer Ekim 2013'de, en yüksek değer ise Nisan 2013 ile Ocak, Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde belirlenmiştir. 3. istasyonda en düşük PTI değeri 1,9 olarak Temmuz 2013'de, en yüksek değer ise 2,8 olarak Şubat ve Mart 2014'de tespit edilmiştir. 4. istasyonda en düşük PTI değeri Ekim 2013'de 1,9 olarak belirlenmiştir. En yüksek değer 2,9 olarak Mart 2014'de belirlenmiş ve bu değer çalışma dönemi boyunca Yalacdere için kaydedilen en yüksek PTI değeri olmuştur (Şekil 4.26).



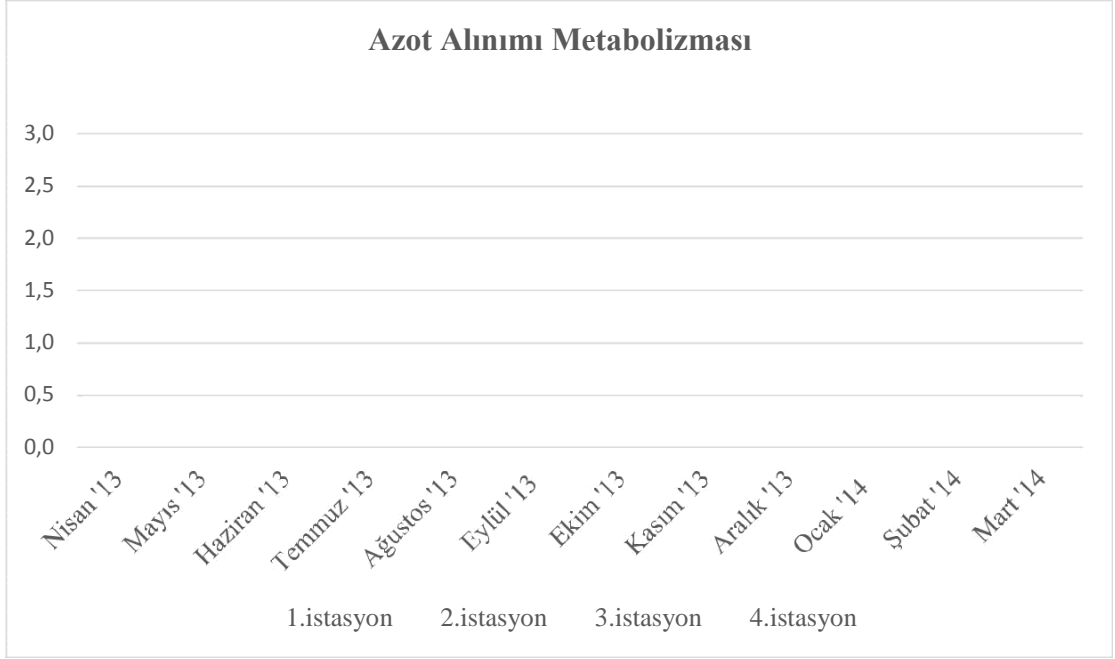
**Şekil 4.26.** İstasyonlara ait PTI değerlerinin değişimi

Van Dam ve ark. (1994)'nın tuzluluk indeksi sonuçları çalışma dönemi boyunca 2 ile 2,6 arasında değişmiştir. 1. istasyonda en düşük değer 2 olarak Nisan 2013'de, en yüksek değerler ise 2,3 olarak Eylül ve Ekim 2013 ile Ocak ve Şubat 2014 tarihlerinde kaydedilmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Nisan ayında 2 olarak, en yüksek değer Ekim ve Kasım aylarında 2,4 olarak bulunmuş, diğer aylarda ise 2,1 olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda kaydedilen en düşük tuzluluk indeksi değeri Temmuz 2013'de 2 olarak, en yüksek tuzluluk indeksi değeri ise Kasım 2013'de 2,6 olarak belirlenmiş olup, bu değer aynı zamanda çalışma boyunca belirlenen en yüksek tuzluluk indeksi değeri olmuştur. 4. istasyonda tuzluluk indeksi değeri Ekim ayında 2,2 ve Kasım ayında 2,3 olarak kaydedilmiş olup, örnekleme yapılan diğer aylarda 2,1 olarak bulunmuştur (Şekil 4.27).



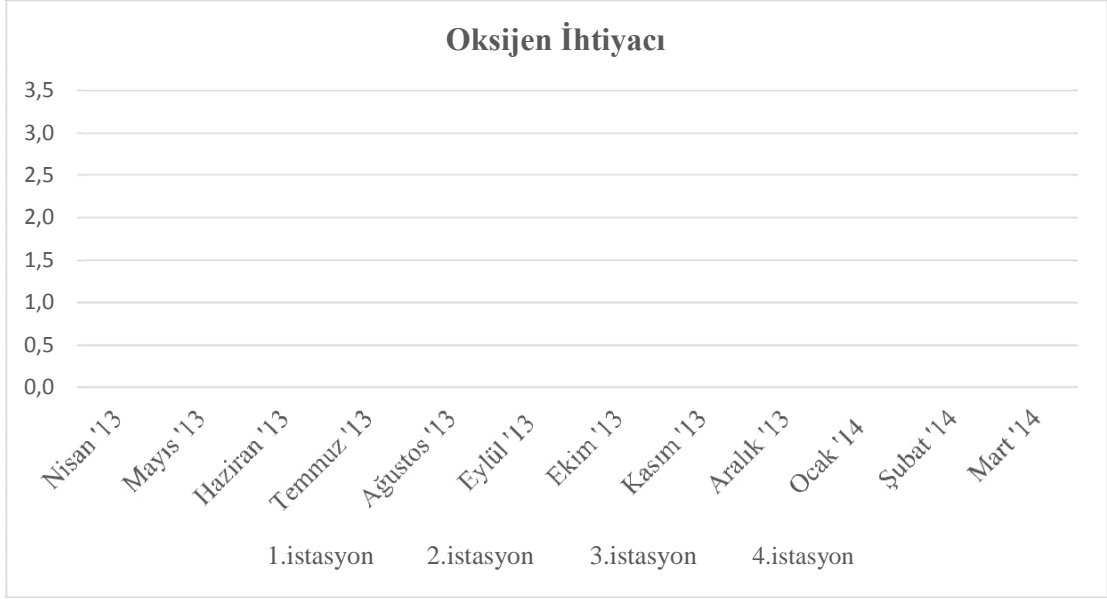
**Şekil 4.27.** Van Dam tuzluluk indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler

Van Dam ve ark. (1994)'nın azot alınımı metabolizması indeksine göre Yalacdere'de çalışma dönemi boyunca kaydedilen değerler 1,6 ile 2,6 arasında değişmiştir. 1. istasyonda değerler en düşük Nisan 2013'de 1,8 olarak ve en yüksek Eylül 2013'de 2,4 olarak kaydedilmiştir. 2. istasyonda en düşük değer 1,7 olarak Mayıs 2013'de, en yüksek değer 2,3 olarak Kasım 2013'de belirlenmiştir. 3. istasyonda en düşük organik azot birikim metabolizması indeks değeri 1,6 olarak Nisan 2013'de, en yüksek değer ise 2,6 olarak Kasım 2013'de kaydedilmiştir. 4. istasyonda değerler 1,7 ile 2,4 arasında değişmiş olup, en düşük değer Haziran 2013'de, en yüksek değer Ekim 2013'de belirlenmiştir (Şekil 4.28).



**Şekil 4.28.** Van Dam azot alınımı metabolizması indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler

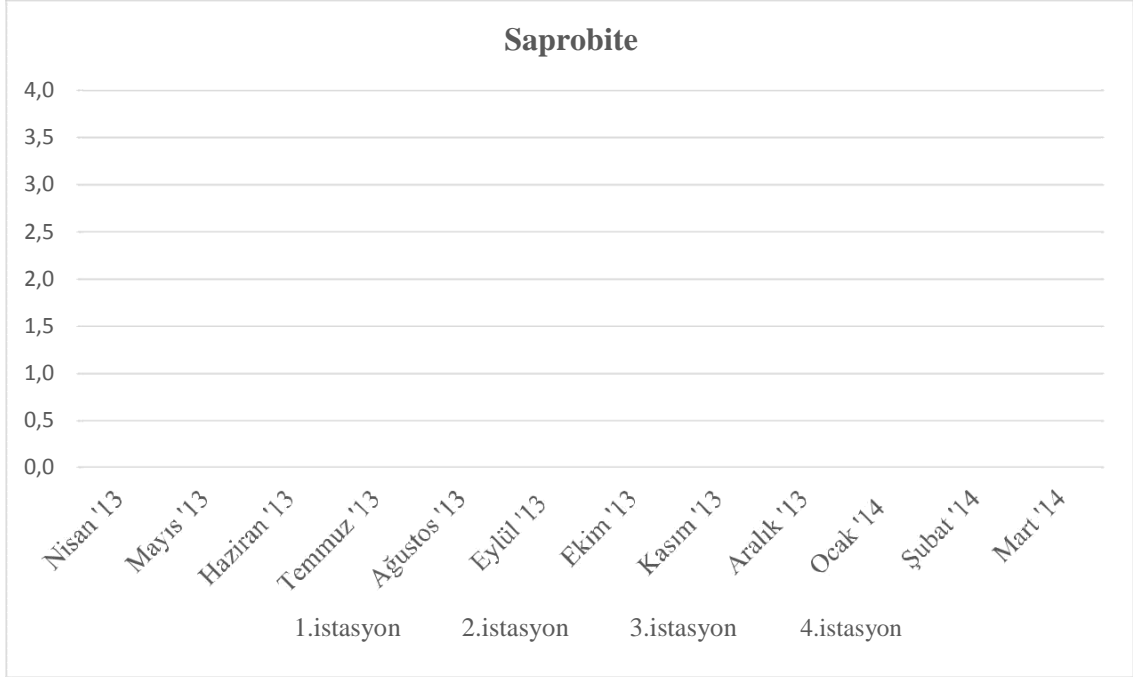
Van Dam ve ark. (1994)'nin oksijen ihtiyacı indeksine göre Yalacdere epilitik diyatometleri için belirlenen değerler çalışma dönemi boyunca 1,5 ile 3 değerleri arasında değişmiştir. 1. istasyonda en düşük değer 1,5 olarak Nisan 2013'de belirlenmiş, Mayıs 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde sırasıyla 1,9 ve 1,8 değerleri kaydedilmiş, diğer aylarda ise değerler 2 ve 2'nin üzerinde bulunmuştur. Bu istasyonda en yüksek değer 2,9 olarak Ekim 2013'de kaydedilmiştir. 2. istasyonda oksijen ihtiyacı indeksi değerleri en düşük Nisan ve Mayıs 2013 tarihlerinde sırasıyla 1,7 ve 1,8 olarak, en yüksek değer ise 2,8 olarak Ekim 2013'de kaydedilmiştir. 3. istasyonda kaydedilen en düşük değerler Nisan 2013 ile Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde sırasıyla 1,6, 1,9 ve 1,8 olmuş, diğer aylarda değerler 2 ve üzerinde bulunmuştur. Bu istasyonda en yüksek oksijen ihtiyacı indeksi değeri Ekim ve Kasım 2013 tarihlerinde 2,7 olarak kaydedilmiştir. 4. istasyonda en düşük değer 1,8 olarak Mart 2014'de, en yüksek değer 3 olarak Ekim 2013'de belirlenmiş olup, bu değer çalışma boyunca kaydedilen en yüksek oksijen ihtiyacı indeksi değeri olmuştur (Şekil 4.29).



**Şekil 4.29.** Van Dam oksijen ihtiyacı indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler

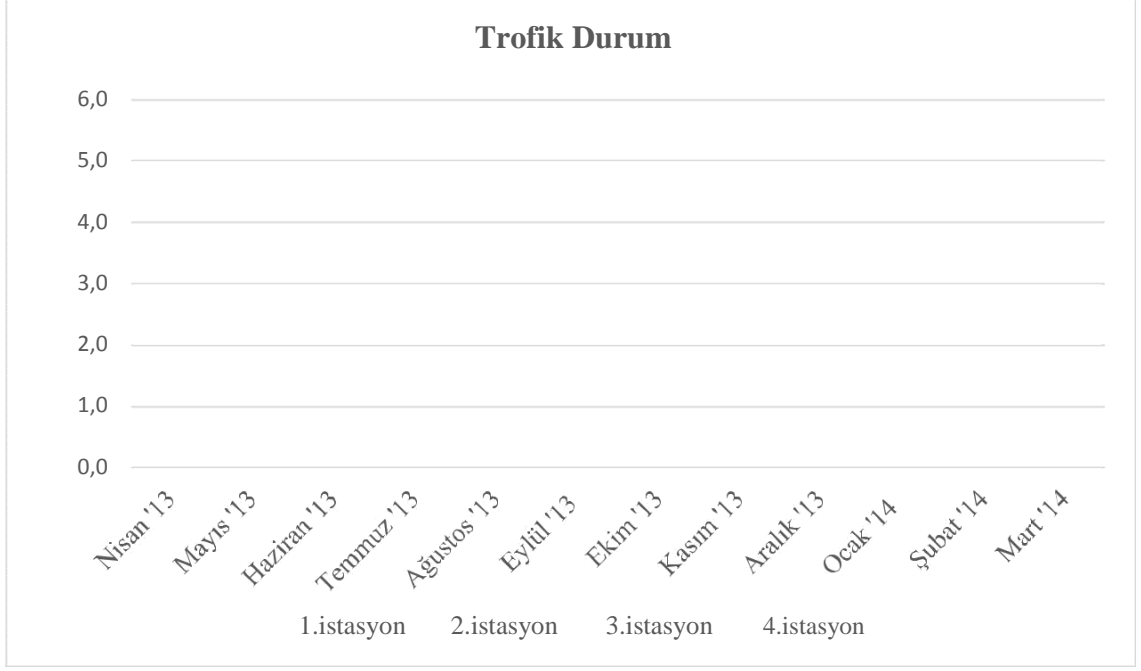
Van Dam ve ark. (1994)'nın saprobite indeksine göre Yalakdere'de tespit edilen değerler 2,1 ile 3,4 arasında değişmiştir. 1.istasyonda en düşük değerler Nisan 2013 ve Mart 2014 tarihlerinde 2,1 olarak belirlenmiş, en yüksek değer ise 3,1 olarak Ekim 2013'de kaydedilmiştir. 2. istasyonda en düşük saprobite indeks değeri Nisan 2013'de 2,1 olarak belirlenmiş, bu aydan sonra artarak bu istasyondaki en yüksek değerine 3 olarak Ekim 2013'de ulaşmıştır. Kasım 2013'de 2,6'ya düşen saprobite indeks değeri Aralık 2013 ile Ocak, Şubat ve Mart 2014 tarihlerinde 2,2 olarak tespit edilmiştir. 3. istasyonda en düşük değer Nisan 2013'de 2,1 olarak kaydedilmiştir. Bu aydan itibaren artarak en yüksek değerine Aralık 2013'de 3 olarak ulaşmış ve takip eden aylarda tekrar düşmüştür. 4. istasyondaki en düşük saprobite indeksi değeri Nisan, Aralık ve Mart aylarında 2,1 olarak bulunmuştur. Çalışma boyunca kaydedilen en yüksek saprobite indeksi değeri bu istasyonda 3,4 olarak Ekim 2013 tarihinde kaydedilmiştir (Şekil 4.30.).





**Şekil 4.30.** Van Dam saprobite indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler

Van Dam ve ark. (1994)'nın trofik durum indeksine göre Yalakdere'de her bir istasyonda kaydedilen değerler 6,0 değerini geçmemiş, en yüksek değer 5,7 olarak Nisan 2013'de 3. istasyonda kaydedilmiştir. 1. istasyonda en yüksek değer 5,6 olarak Nisan 2013'de, en düşük değer ise 4,6 olarak Ekim ve Kasım 2013 tarihlerinde ve 4,8 olarak Ocak 2014 tarihinde kaydedilmiş, diğer aylarda trofik durum indeksi değeri 5'in altına düşmemiştir. 2. istasyonda en düşük değer Ekim, Kasım ve Aralık 2013 tarihlerinde sırasıyla 4,7, 4,8 ve 4,9 olarak kaydedilmiş olup, en yüksek değerler Nisan ve Mayıs 2013 tarihlerinde 5,5 olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda Trofik durum indeksi değerleri 4,7 ile 5,7 arasında değişmiş olup, en düşük değer Ocak 2014'de, en yüksek değer ise Nisan 2013'de kaydedilmiştir. 4. istasyonda en düşük değer 4,6 olarak Kasım 2013'de, en yüksek değer Haziran 2013'de 5,4 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.31).



**Şekil 4.31.** Van Dam trofik durum indeksine göre her bir istasyonda belirlenen değerler

#### **4.4. Yalacdere'nin Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi**

##### **4.4.1. Yalacdere'de ölçülen bazı fizikokimyasal değişkenlerin yıllık ortalama değerlerinin YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre değerlendirilerek su kalite sınıflarının belirlenmesi**

Yalacdere'de ölçülen bazı fizikokimyasal değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve medyan değerleri ile YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre karşılık gelen su kalite sınıfları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Yalacdere'de Nisan 2013 – Mart 2014 tarihleri arasında belirlenen 4 istasyonda aylık olarak yapılan fizikokimyasal ölçüm sonuçlarının yıllık ortalama değerleri göz önünde bulundurulduğunda yıllık ortalama pH değeri  $8,25 \pm 0,04$  olarak bulunmuştur. YSKY (Anonim 2016c)'ye göre bu değer Yalacdere'nin I.-IV. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Çalışmada belirlenen yıllık ortalama EC değeri  $514 \pm 7$   $\mu\text{S/cm}$  olmuştur, bu değer YSKY (Anonim 2016c)'ye göre Yalacdere'nin II. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Yalacdere'de yıllık ortalama DO değeri  $10,85 \pm 0,3$  mg/l olarak bulunmuştur. Bu değer Yalacdere'nin I. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

Çalışmada belirlenen yıllık ortalama  $\text{NH}_4\text{-N}$  değeri  $0,25 \pm 0,03$  mg/l ve yıllık ortalama TN değeri  $6,0 \pm 0,4$  mg/l olmuştur. Bu değerler YSKY (Anonim 2016c)'ye göre Yalacdere'nin II. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir. Yıllık ortalama  $0,26 \pm 0,04$  mg/l olan  $\text{NO}_3\text{-N}$  değeri ise I. sınıf su kalite sınıfını işaret etmektedir.

Çalışmada belirlenen yıllık ortalama TP değeri  $0,3 \pm 0,05$  mg/l olmuştur. Bu değer YSKY'ye göre Yalacdere'nin III. sınıf su kalite sınıfında olduğunu gösterirken, ortalama  $\text{PO}_4\text{-P}$  değeri  $0,116 \pm 0,013$  mg/l olmuştur ve bu değer ise Yalacdere'nin II. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.4.** Yalacdere'de ölçülen bazı fizikokimyasal değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve medyan değerleri ile YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre su kalite sınıfları.

<b>Değerler</b>	<b>Min. Değer</b>	<b>Max. Değer</b>	<b>Ortalama Değer <math>\pm</math> Standart Sapma</b>	<b>Medyan</b>	<b>Su Kalite Sınıfı</b>
<b>pH</b>	7,32	8,73	$8,25 \pm 0,04$	8,3	<b>I.- IV.</b>
<b>EC (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	418	585	$514 \pm 7$	516	<b>II.</b>
<b>DO (mg/l)</b>	6,7	13,2	$10,85 \pm 0,3$	10,76	<b>I.</b>
<b><math>\text{NH}_4\text{-N}</math> (mg/l)</b>	0,13	1,09	$0,25 \pm 0,03$	0,16	<b>II.</b>
<b><math>\text{NO}_3\text{-N}</math> (mg/l)</b>	0,02	0,75	$0,26 \pm 0,04$	0,16	<b>I.</b>
<b>TN (mg/l)</b>	3,56	14,69	$6,0 \pm 0,4$	5,69	<b>II.</b>
<b>TP (mg/l)</b>	0,085	1,75	$0,3 \pm 0,05$	0,22	<b>III.</b>
<b><math>\text{PO}_4\text{-P}</math> (mg/l)</b>	0,036	0,436	$0,116 \pm 0,013$	0,09	<b>II.</b>

#### 4.4.2. Yalacdere'nin su kalitesinin biyotik indekslere dayalı değerlendirilmesi

Yalacdere'de Nisan 2013 – Mart 2014 tarihleri arasında belirlenen 4 istasyonda aylık olarak yapılan rneklemelelerde tespit edilen epilitik diyatomeleler kullanılarak bazı biyotik indekslele hesaplanmıştır. Yalacdere'de hesaplanan bazı biyotik indekslelerin yıllık ortalama değerlerine göre karşılık gelen su kalite sınıfları ortaya konmuştur. Yalacdere'de hesaplanan bazı biyotik indekslelerin minimum, maksimum, ortalama ve medyan değerlele ile su kalite sınıfları izelge 4.5'de verilmiştir.

Çalışmada belirlenen yıllık ortalama TDI değeri  $80,95\pm7,98$  olmuştur. Bu değer Yalacdere'nin su kalitesinin yıllık ortalama TDI sonuçlarına göre hipertrofik seviyede olduğunu göstermektedir.

Çalışmada yıllık ortalama PTI değeri  $2,52\pm0,25$  olarak belirlenmiştir. Bu değer Yalacdere'nin su kalitesinin yıllık ortalama PTI sonuçlarına göre orta seviyede kirlenmiş su kategorisinde olduğunu göstermektedir.

Shannon-Wiener eşitlilik indeksinin yıllık ortalama değeri  $2,1\pm0,5$  olarak bulunmuştur. Bu değer Yalacdere'nin orta derecede kirlenmiş su sınıfına dahil olduğunu işaret etmektedir.

Van Dam ve ark. (1994)'nin tuzluluk indeksi sonuçlarının yıllık ortalama değeri  $2,17\pm0,14$  olarak belirlenmiştir. Bu değer Yalacdere'nin tatlı su - acısu sınıfına dahil olduğunu göstermektedir.

Van Dam ve ark. (1994)'nin azot alınımı metabolizması indeksine göre yıllık ortalama değer  $2,03\pm0,2$  olmuştur. Bu değer Yalacdere'de azot alınımı metabolizması açısından yükselen konsantrasyonlarda organik bağlı azotu tolere edebilen, azot ototrofik diyatome taksonlarının önemli olduğunu göstermektedir.

Van Dam ve ark. (1994)'nin oksijen ihtiyaı indeksine göre yıllık ortalama değer  $2,16\pm0,37$  olmuştur. Bu değer Yalacdere'de oksijen seviyesinin canlılığın sürdürülebilirliğini sağlayan seviyede (%75 doygunluk değerinin üstünde) olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.5.** Yalakdere’de hesaplanan bazı biyotik indekslerin minimum, maksimum, ortalama ve medyan değerleri ile su kalite sınıfları

<b>Değerler</b> <b>İndeksler</b>	<b>Min. Değer</b>	<b>Max. Değer</b>	<b>Ortalama Değer ± Standart Sapma</b>	<b>Medyan</b>	<b>Su Kalite Sınıfı</b>
<b>TDI</b>	61,95	93,94	80,95 ± 7,98	82,21	V - Hipertrofik
<b>PTI</b>	1,9	2,9	2,52 ± 0,25	2,5	orta derece kirlenmiş su
<b>S-W</b>	0,8	3,11	2,1 ± 0,5	2,07	orta derece kirlenmiş su
<b>VD-SAL</b>	2	2,6	2,17 ± 0,14	2,1	tatlısu – acısu
<b>VD-ON</b>	1,6	2,6	2,03 ± 0,2	2	azot-ototrofik taksonlar, organik bağlı azotun yükselen konsantrasyonlarını tolere edebilir
<b>VD-OR</b>	1,5	3	2,16 ± 0,37	2,1	Oksijen - oldukça yüksek (%75 üstü doygunluk)
<b>VD-SAP</b>	2,1	3,4	2,47 ± 0,33	2,3	II - beta mesosaprobik
<b>VD-TS</b>	4,6	5,7	5,07 ± 0,29	5	eutraptentic

Van Dam ve ark. (1994)'nin saprobite indeksine göre yıllık ortalama değer  $2,47 \pm 0,33$  olmuştur. Bu değer Yalakdere'nin  $\beta$ -mesosabrobik seviyede olduğunu göstermektedir.

Van Dam ve ark. (1994)'nin trofik durum indeksine göre yıllık ortalama değer  $5,07 \pm 0,29$  olmuştur. Bu değer Yalakdere'nin eutrofentik özellikte olduğunu göstermektedir.

## **4.5. İstatistiksel Bulgular**

### **4.5.1. Kullanılan metriklerin aralarındaki korelasyon ilişkisi**

Çalışmada kullanılan 17 metriğin birbirleri arasındaki ilişki uygulanan Spearman Rank Korelasyon analizine göre Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre tolerans metrikleri ile diğer tüm metrikler arasında en yüksek anlamlılık görölmüştür. TDI metriği ile GI, %Achn, %Cocc ve VD-TS metrikleri arasında negatif korelasyon ( $p < 0,01$ ); %Nitz+Tryb, VD-SAL, Van-D-ON ( $p < 0,01$ ) ve VD-OR ( $p < 0,05$ ) metrikleri arasında pozitif korelasyon görölmüştür. PTI metriği ile %Cymb+Ency ve Cins-zen haricinde diğer metrikler arasında anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. PTI metriği ile GI, %Achn, VD-TS ve %Cocc arasında pozitif, diğer metrikler ile arasında negatif korelasyon görölmüştür.

VD-SAL ve VD-ON ile TDI, %Nitz+Tryb ve (VD-TS indeksi hariç) diğer van Dam indeksleri arasında pozitif korelasyon; PTI, GI, %Achn ve %Cocc ile arasında negatif korelasyon görölmüştür. Bu indeksler ile çeşitlilik metrikleri, takson zenginliği metrikleri, %Navi ve %Cymb+Ency arasında bir korelasyon görölmemiştir. VD-SAP metriği, TDI, Cymb+Ency ve cins-zen metrikleri haricinde diğer metriklerle anlamlı korelasyon göstermiştir. VD-OR ile TDI, Shannon-Wiener, Evenness ( $p < 0,05$ ), %Nitz+Tryb, VD-SAL, VD-ON ve VD-SAP ( $p < 0,01$ ) arasında pozitif korelasyon; PTI, GI, %Achn, %Cocc ve VD-TS ( $p < 0,01$ ) arasında negatif korelasyon görölmüştür. VD-SAP ile TDI, %Cymb+Ency ve Cins zenginliği metrikleri arasında hiçbir ilişki görölmemiştir. VD-SAP metriği ile çeşitlilik metrikleri, van Dam metrikleri, %Navi, %Nitz+Tryb ( $p < 0,01$ ), Tür-zen metriği ( $p < 0,05$ ) arasında pozitif korelasyon; PTI, GI,

%Achn, VD-TS ( $p<0,01$ ) ve %Cocc ( $p<0,05$ ) ile arasında negatif korelasyon görülmüştür.

Çeşitlilik metrikleri ile VD-SAP, VD-OR, Tür Zenginliği, %Navi arasında pozitif korelasyon ( $p<0,01$ ) gözlenirken, PTI ile arasında negatif korelasyon ( $p<0,01$ ) görülmüştür. Evenness ile Shannon-Wiener metrikleri arasında pozitif korelasyon görülmüştür ( $p<0,01$ ). Shannon-Wiener ile GI ve %Achn ( $p<0,05$ ) arasında negatif korelasyon gözlenirken, bu metrik ile Cins Zenginliği ( $p<0,01$ )ve %Nitz+Tryb ( $p<0,05$ )arasında pozitif korelasyon görülmüştür.

Kompozisyon metriklerinden %Achn, %Cocc ve %Nitz+Tryb diğer metriklerle en fazla ilişkili olan metrikler olmuşlardır. %Achn ve %Cocc metrikleri ile PTI, GI ve Van-Dam T arasında pozitif korelasyon gözlenirken; bu metrikler ile TDI, VD-SAL, VD-ON, VD-OR, VD-SAP ve %Nitz+Tryb arasında negatif korelasyon görülmüştür. %Achn ile %Cocc birbirleri arasında ve %Achn ile Shannon-Wiener ve Tür Zenginliği metrikleri arasında negatif korelasyon görülmüştür. %Navi yalnızca PTI ile negatif yönlü korelasyon, Shannon-Wiener, Evenness ve VD-SAL ile pozitif yönlü korelasyon göstermiştir ( $p<0,01$ ).

%Cymb+Ency ile yalnızca Cins Zenginliği metriği arasında pozitif yönlü korelasyon görülmüştür ( $p<0,05$ ). %Nitz+Tryb metriği Shannon-Wiener, Tür Zenginliği ( $p<0,05$ ), TDI ve Van Dam tüm metrikleri ile (VD-TS hariç) ( $p<0,01$ ) pozitif korelasyon göstermiştir. Bu metrik ile PTI, GI, %Achn, %Cocc ve VD-TS arasında ise negatif korelasyon görülmüştür ( $p<0,01$ ). GI ile Van Dam metrikleri arasında hiçbir ilişki görülmemiştir. GI metriği TDI, %Nitz+Tryb, Tür Zenginliği, VD-TS ( $p<0,01$ ) ve Shannon-Wiener ( $p<0,05$ )metrikleri ile negatif korelasyon gösterirken, bu metrik ile Van Dam'ın diğer metrikleri, %Cocc ve %Achn arasında pozitif korelasyon görülmüştür ( $p<0,01$ ).

Takson Zenginliği metrikleri birbirleri arasında yüksek pozitif korelasyon göstermiştir. Cins Zenginliği yalnızca Shannon-Wiener ( $p<0,01$ ) ve %Cymb+Ency ( $p<0,05$ ) metrikleri ile pozitif korelasyon göstermiş, diğer metrikler ile ilişkili bulunmamıştır. Tür Zenginliği ile Shannon-Wiener, Evenness, %Nitz+Tryb ( $p<0,01$ ) ve VD-SAP ( $p<0,05$ ) arasında pozitif korelasyon gözlenirken, Tür Zenginliği ile PTI, %Achn ( $p<0,05$ ) ve GI ( $p<0,01$ ) arasında negatif korelasyon görülmüştür.

**Çizelge 4.6.** Kullanılan metriklerin birbirleri ile arasındaki ilişkiyi gösteren Spearman Rank Korelasyon Analizi Sonuçları

Metrikler	H'	E	GI	%Ach n	%Cocc	%Navi	%Cymb+ Ency	%Nitz+ Tryb	Tür-zen	Cins- zen
<b>TDI</b>			-,592**	-,585**	-,520**			,426**		
<b>H</b>		,894**	-,402*	-,371*		,651**		,363*	,765**	,602**
<b>E</b>	,894**					,688**			,440**	
<b>PTI</b>	-,618**	-,603**	,787**	,687**	,380*	-,614**		-,764**	-,399*	
<b>GI</b>	-,402*			,884**	,679**			-,885**	-,466**	
<b>%Ach n</b>	-,371*		,884**		,479**			-,664**	-,387*	
<b>%Cocc</b>			,679**	,479**				-,659**		
<b>%Navi</b>	,651**	,688**								
<b>%Cymb+ Ency</b>										,401*
<b>%Nitz+ Tryb</b>	,363*		-,885**	-,664**	-,659**				,386*	
<b>Tür-zen</b>	,765**	,440**	-,466**	-,387*				,386*		,894**
<b>Cins-zen</b>	,602**						,401*		,894**	
<b>VD-SAL</b>			-,692**	-,599**	-,504**			,703**		
<b>VD-ON</b>			-,676**	-,570**	-,583**			,682**		
<b>VD-OR</b>	,335*	,341*	-,769**	-,763**	-,448**			,723**		
<b>VD-SAP</b>	,535**	,499**	-,789**	-,678**	-,320*	,518**		,794**	,396*	
<b>VD-TS</b>			,686**	,740**	,640**			-,670**		



**Çizelge 4.6.** Kullanılan metriklerin birbirleri ile arasındaki ilişkiyi gösteren Spearman Rank Korelasyon Analizi Sonuçları (devamı)

<b>Metrikler</b>	<b>TDI</b>	<b>PTI</b>	<b>VD-SAL</b>	<b>VD-ON</b>	<b>VD-OR</b>	<b>VD-SAP</b>	<b>VD-TS</b>
<b>TDI</b>			,449**	,549**	,371(*)		-,519**
<b>H</b>		-,618**			,335*	,535**	
<b>E</b>		-,603**			,341*	,499**	
<b>PTI</b>			-,634**	-,407*	-,703**	-,846**	,480**
<b>GI</b>	-,592**	,787**	-,692**	-,676**	-,769**	-,789**	,686**
<b>%Achn</b>	-,585**	,687**	-,599**	-,570**	-,763**	-,678**	,740**
<b>%Cocc</b>	-,520**	,380*	-,504**	-,583**	-,448**	-,320*	,640**
<b>%Navi</b>		-,614**				,518**	
<b>%Cymb+ Ency</b>							
<b>%Nitz+ Tryb</b>	,426**	-,764**	,703**	,682**	,723**	,794**	-,670**
<b>Tür-zen</b>		-,399*				,396*	
<b>Cins-zen</b>							
<b>VD-SAL</b>	,449**	-,634**		,690**	,749**	,750**	-,679**
<b>VD-ON</b>	,549**	-,407*	,690**		,735**	,545**	-,658**
<b>VD-OR</b>	,371*	-,703**	,749**	,735**		,795**	-,731**
<b>VD-SAP</b>		-,846**	,750**	,545**	,795**		-,487**
<b>VD-TS</b>	-,519**	,480**	-,679**	-,658**	-,731**	-,487**	

#### 4.5.2. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi

Çalışmada 17 metrik ve 21 çevresel değişkene bağlı uygulanan Spearman Rank Korelasyon analizine göre bazı metrikler ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki Çizelge 4.7 'de verilmiştir. Çevresel değişkenler ile en fazla anlamlılık gösteren metrikler VD-TS, VD-ON, VD-SAL ve % Cocc olmuştur.

Spearman Rank Korerasyon analizi sonucuna göre Ca, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N ve pH değişkenleri ile metrikler arasında hiçbir korelasyon görülmemiştir. Çevresel değişkenlerden Si yalnızca %Cymb+Ency metriği ile pozitif korelasyon (p<0,05) ve CO<sub>2</sub> yalnızca %Cymb+Ency metriği ile negatif korelasyon göstermiştir (p<0,05).

TDI metriği TN, Cl ve EC ile pozitif, CO<sub>3</sub> ile negatif korelasyon göstermiştir (p<0,01). Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi yalnızca Toplam sertlik ile negatif (p<0,05), T ile pozitif korelasyon (p<0,01) göstermiştir. Evenness metriği Toplam sertlik ve EC ile negatif, sıcaklık ile pozitif korelasyon göstermiştir (p<0,05). PTI indeksi yalnızca Mg ile pozitif (p<0,05), Cl ile negatif korelasyon (p<0,01) göstermiş, diğer kimyasallar ile ilişkili bulunmamıştır.

GI metriği ile EC, TN, SO<sub>4</sub> (p<0,05) ve Cl (p<0,01) arasında negatif korelasyon, GI ile CO<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub>-N arasında pozitif korelasyon (p<0,05) görülmüştür. %Ach metriği ile PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N (p<0,05) arasında pozitif korelasyon görülrken, %Achn metriği ile SO<sub>4</sub>, Cl (p<0,01) ve EC (p<0,05) arasında negatif korelasyon görülmüştür. %Cocc metriği ile NH<sub>4</sub> (p<0,05), AKM ve T (p<0,01) arasında pozitif korelasyon görülrken, SO<sub>4</sub>, Cl, HCO<sub>3</sub>, EC (p<0,01) ve DO (p<0,05) ile arasında negatif korelasyon görülmüştür. %Navi yalnızca ortT ile pozitif korelasyon göstermiştir (p<0,05). %Cymb+Ency ile PO<sub>4</sub>-P ve Si arasında pozitif korelasyon (p<0,05), CO<sub>2</sub> ile arasında negatif korelasyon (p<0,05) görülmüştür. %Nitz+Tryb ile Cl (p<0,01) ve EC (p<0,05) arasında pozitif korelasyon, Mg ile arasında negatif korelasyon (p<0,01) görülmüştür.

Takson Zenginliği metrikleri ile TOM ve T arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Cins Zenginliği, TP ile pozitif korelasyon göstermiştir.

VD-SAL metriği, çevresel değişkenlerden PO<sub>4</sub>-P (p<0,01), NH<sub>4</sub>-N, AKM, Mg, T ve TP (p<0,05) ile negatif korelasyon gösterirken, Cl ve EC ile arasında pozitif korelasyon (p<0,01) göstermiştir. VD-ON metriği NH<sub>4</sub>-N (p<0,01), PO<sub>4</sub>-P, AKM, Mg ve TP (p<0,05) kimyasalları ile negatif korelasyon, SO<sub>4</sub>, Cl (p<0,01), EC ve DO (p<0,05) ile pozitif korelasyon göstermiştir. VD-OR metriği PO<sub>4</sub>-P, TP (p<0,05), NH<sub>4</sub>-N ve Mg (p<0,01) kimyasalları arasında negatif korelasyon gösterirken, bu metriğin SO<sub>4</sub> ve Cl ile arasında pozitif korelasyon (p<0,01) gözlenmiştir. VD-SAP metriği Cl ile pozitif korelasyon ((p<0,01) gösterirken, NH<sub>4</sub>-N (p<0,05) ve Mg (p<0,01) ile arasında negatif korelasyon gözlenmiştir. VD-TS metriği PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N, AKM, Mg, T ve TP ile pozitif korelasyon gösterirken (p<0,01), bu metrik ile SO<sub>4</sub>, Cl, EC (p<0,01)ve HCO<sub>3</sub> (p<0,05) arasında negatif korelasyon gözlenmiştir (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki Spearman Rank korelasyon ilişkisi değerleri

Metrikler	pH	EC	DO	T	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	TOM	Ca	Mg	Topsert
<b>TDI</b>		,522**			,415**	-,460**					
<b>H</b>				,477**							-,327*
<b>E</b>		-,343*		,369*							-,354*
<b>PTI</b>										,323*	
<b>GI</b>		-,382*				,374*					
<b>%Achn</b>		-,338*									
<b>%Cocc</b>		-,591**	-,391*	,550**	-,555**						
<b>%Navi</b>				,377*							
<b>%Cymb+ Ency</b>							-,367*				
<b>%Nitz+ Tryb</b>		,366*								-,408**	
<b>Tür-zen</b>				,466**				,390*			
<b>Cins-zen</b>				,379*				,421**			
<b>VD-SAL</b>		,414**		-,343*						-,401*	
<b>VD-ON</b>		,321*	,328*							-,401*	
<b>VD-OR</b>										-,486**	
<b>VD-SAP</b>										-,411**	
<b>VD-TS</b>		-,496**		,466**	-,324*					,410**	

**Çizelge 4. 7.** Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki Spearman Rank korelasyon ilişkisi değerleri (devamı)

<b>Metrikler</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	<b>TP</b>	<b>NO<sub>2</sub>-N</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	<b>TN</b>	<b>AKM</b>
<b>TDI</b>						,538**	
<b>H</b>							
<b>E</b>							
<b>PTI</b>							
<b>GI</b>					,347*	-,350*	
<b>%Achn</b>	,329*				,391*		
<b>%Cocc</b>					,385*		,514**
<b>%Navi</b>							
<b>%Cymb+ Ency</b>	,338*						
<b>%Nitz+ Tryb</b>							
<b>Tür-zen</b>							
<b>Cins-zen</b>		,363*					
<b>VD-SAL</b>	-,416**	-,333*			-,403*		-,395*
<b>VD-ON</b>	-,357*	-,398*			-,495**		-,321*
<b>VD-OR</b>	-,329*	-,361*			-,432**		
<b>VD-SAP</b>					-,350*		
<b>VD-TS</b>	,437**	,488**			,450**		,455**

## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünya üzerinde toplam su miktarı 1,4 milyar km<sup>3</sup>'tür. Dünyada toplam su miktarının %97,5'i okyanuslar ve denizlerde tuzlu su olarak, geriye kalan %2,5'lik miktar ise tatlı su olarak yer almaktadır. Küçük bir orana sahip olan tatlı suyun %68,7'si buzullarda, %30,1'i yeraltı sularında, %0,8'i tıyal tabakasında ve sadece %0,4'ü yüzey sularında ve atmosferde bulunmaktadır (Anonim 2014c).

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili su zengini bir ülke gibi görünse de iç sular bakımından fakir bir ülkedir. Türkiye'deki yağış rejimi mevsimlere ve bölgelere göre çok büyük farklılık göstermekte olup, yıllık ortalama yağış 642,6 mm'dir. Bu da yılda ortalama 501 km<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Türkiye'deki kullanılabilir su potansiyeli %33,15'dir. Bununla birlikte Türkiye'de kişi başına düşen ortalama su miktarı 3 600 m<sup>3</sup> olup bu değerin nüfusun artışıyla birlikte 2025 yılında 1 375 m<sup>3</sup> olacağı öngörülmektedir. Günümüzde sanayi atıkları, evsel atıklar ve bilinçsiz çevre kullanımı, çevre kirliliği başta olmak üzere su kirliliğine sebep olmakta, dolayısıyla suların tahrip edilmesi ve iklim değişiklikleri suların azalmasına neden olmaktadır (Anonim 2014c).

Akarsular ve dereler çevresel koşullardan ve girdilerden çok fazla etkilenmektedirler. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2014 yılında hazırlanan Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporuna göre 38 adet İlde kendi İl sınırları içerisindeki, toplamda 162 adet yüzey suyu veya izleme noktası için kalite sınıfları belirtilmiştir. Buna göre Türkiye sularının %16,7'si yüksek kaliteli su, %16'sı az kirlenmiş su, %28,4'ü kirlenmiş su, %38,9'u çok kirlenmiş su sınıfına dahildir. 2012 yılı verilerine göre Türkiye'nin birinci öncelikli çevre sorunu su kirliliğidir. Yüzeysel sularımızın muhtemel kirlenme nedenlerinin başında evsel atık sular gelmektedir. Bunu sırasıyla zirai ilaç ve gübre kullanımı ile evsel katı atıklar takip etmektedir (Anonim 2014c).

Yalacdere, Yalova ilinin büyük ve en önemli akarsuyudur. Türkiye'deki 26 su havzasından biri olan Susurluk havzasında bulunan Yalacdere, Marmara bölgesindeki gelişmiş sanayiden kaynaklanan kirlenmenin etkisi altındadır. Marmara bölgesinde Bursa'nın da dahil olduğu 7 ilde su kirliliği birinci öncelikli çevre sorunu iken,

Yalova'nın da dahil olduğu 3 ilde ise atıklar birinci öncelikli çevre sorunudur (Anonim 2014c).

Bugüne kadar Yalakdere'de yapılmış kayıtlı bir bentik diyatome çalışması mevcut değildir. Bu çalışma, Yalakdere'nin epilitik diyatome kompozisyonunu belirlemek, diyatomelerin indikatör özelliklerinden yararlanılarak çeşitli metrik ve indeksler kullanılarak çalışma bölgesinin biyolojik su kalitesini ortaya koymak amacıyla Nisan 2013 - Mart 2014 tarihleri arasında dört örnekleme noktasından aylık olarak alınan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada suyun bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerinin ölçümü yapılmış, sonuçlar Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na yayınlanmış olan 'Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY)'ne göre (Anonim 2016c) kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre su kalite kriterleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Epilitik diyatomelerin kullanıldığı metriklerin çevresel değişkenler ile ve metriklerin birbirleri ile olan korelasyon ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Suda ölçümü yapılan çevresel değişkenlerden bazıları olan DO, pH, EC, TP, TN, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N ve PO<sub>4</sub>-P değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY)'ne göre değerlendirilmiştir (Anonim 2016c). Yalakdere'de ölçümü yapılan bu değişkenlerin yıllık ortalama değerleri, adı geçen yönetmelikte yer alan "Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" (bkz. Çizelge 3.2) tablosunda yer alan değerler ile karşılaştırıldığında Yalakdere'nin su kalitesinin NO<sub>3</sub>-N ve DO değerlerine göre I. sınıf su kalite sınıfında, EC, NH<sub>4</sub>-N, TN ve PO<sub>4</sub>-P değerlerine göre II. sınıf su kalite sınıfında, TP değerine göre ise III. sınıf su kalite sınıfında yer aldığı görülmektedir.

Akarsularda sıcaklık yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yapısına göre değişmektedir. Kaynak civarında su sıcaklığı mevsimsel olarak çok fazla değişkenlik gösterir ve dağlık kesimlerde kaynaktan yıllık sıcaklık değişimi 5 °C'yi geçmez. Kaynaktan uzaklaştıkça hava sıcaklığının etkisiyle su sıcaklığında değişimler görülür ve yıllık sıcaklık değişimleri 15 °C civarındadır (Cirik ve Cirik 2005). Çalışma dönemi

boyunca aylık ortalama atmosferik sıcaklık değerleri 6 °C ile 26 °C arasında değişiklik göstermiş (Anonim 2014a), ölçülen su sıcaklığı değerleri ise 4,23°C ile 34,37 °C arasında değişmiştir. Su sıcaklığı değerleri sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde 16 °C ve altında gözlenirken, yaz aylarında belirgin artış göstermiş ve Temmuz ayında 34,37 °C'ye yükselmiştir. Pala ve Çağlar (2008), Peri Çayı'nın epilitik diyatomeleleri üzerine yaptıkları çalışmalarında en yüksek sıcaklık değerini Temmuz ayında kaydettiklerini belirtmişlerdir. Su sıcaklığındaki değişimler suda yaşayan canlı kompozisyonunun değişimine neden olmaktadır. Karacaoğlu ve Dalkıran (2017), Nilüfer Çayı'nda epilitik diyatome birliklerini ve çevresel değişkenler ile aralarındaki ilişkileri belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada su sıcaklığının diyatome türlerinin dağılımını etkileyen en önemli değişkenlerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Doğal sularda pH biyolojik faaliyetleri etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Yapılan çalışmada Yalakdere'de ölçülen pH değerleri 7,32 ile 8,73 arasında değişmiştir. pH 7,32 değeri yalnızca Mayıs ayında 2. istasyonda kaydedilmiştir. Çoğu örneklemede pH değerleri 8 değerine yakın veya 8'in üzerinde bulunmuştur. Bu değerler Yalakdere suyunun alkali özellikte olduğunu göstermektedir. Yalakdere'nin kıltaşı, marn ve kireçtaşının etkisiyle alkali karaktere sahip olduğu düşünölmektedir (Anonim 2016e).

Sudaki oksijen miktarı; atmosferdeki oksijenin kısmı basıncına, suyun sıcaklığına, suya oksijen kazandıran organizmalara ve sudaki mineral konsantrasyonuna bağlıdır. Su kirliliğinde çözünmüş oksijen çok önemli bir parametredir. Canlı yaşamı için kritik öneme sahip olan çözünmüş oksijenin azlığı yüzeysel sularda kirliliğin en önemli göstergesidir. 0°C'de suda en fazla 14,63 mg/l oksijen çözünebilirken, 30 °C'de 7,57 mg/l çözünebilmektedir. Sıcaklık artışının fazla olduğu yaz aylarında biyolojik faaliyetlerin yavaşlaması ile birlikte çözünmüş oksijen değerlerinde azalmalar olmaktadır (MEB 2011). Çalışma dönemi boyunca ölçülen DO değerleri 6,66 mg/l ile 13,23 mg/l arasında değişmiştir. En düşük DO değerleri 2. istasyonda Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 7,29 mg/l ve 6,66 mg/l olarak ve 3. istasyonda Haziran ayında 7,75 mg/l olarak bulunmuş, bu esnada DO değerlerine göre su kalitesi II. sınıf su kalitesine gerilemiştir. Sıcaklığın da



yükseldiği ilkbahar ve yaz aylarında bu istasyonların çok yakınında bulunan kum ocağı ve mermer fabrikasının faaliyetlerinin de DO değerlerinin düşmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte diğer aylarda ve istasyonlarda DO değerleri 8 mg/l'nin üzerinde kaydedilmiş, YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre DO değerleri açısından su kalitesi I. sınıf su kalitesi olarak kaydedilmiştir.

Sulardaki bir diğer önemli değişken elektriksel iletkenliktir. EC, suyun iyon derişimine bağılı olarak elektriğı iletebilme özelliğidir. Sulardaki sıcaklık ve iyon derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artmaktadır. Dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir göstergedir. Doğal durumdaki yüzey sularının elektriksel iletkenliğı 50 – 1 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değışmektedir (MEB 2011). Kirlilik arttıkça sudaki elektriksel iletkenlik değeri de artmaktadır. Bu çalışmada EC değeri 418  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile 585  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değışmiş, ortalama elektriksel iletkenlik değeri 514  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olmuştur. YSKY (Anonim 2016c)'ya göre değılendirildiğinde Yalacdere'nin tüm aylarda ve istasyonlarda EC değeri bakımından II. sınıf su kalite sınıfında olduğı görölmektedir.

Kalsiyum ve magnezyum iyonları tatlı sularda en fazla bulunan alkali toprak mineralleridir. Sert sulu nehirlerde Ca, Mg,  $\text{CO}_3$ , sülfat ve klorit gibi elementler toplam sertliğı oluşturur (Tanyolaç 2009). Yalacdere'de ölçölen yıllık ortalama  $\text{Ca}^{+2}$  değeri 71,7 mg/l olarak, yıllık ortalama  $\text{Mg}^{+2}$  değeri ise 19,5 mg/l olarak belirlenmiştir. Sularda genel olarak kalsiyum ve magnezyum iyonlarına bakılarak sertlik tayini yapılır. Eğer bu iyonlar fazla ise sular sert, az ise sular yumuşaktır (Cirik ve Cirik 2005).

Azot ve fosfor sularda canlı yaşamı için oldukça önemli besin elementleridir. Azot, doğal sularda element halinde ve organik bileşikler halinde bulunduğı gibi anorganik azot bileşikleri halinde de bulunabilir (Tanyolaç 2009). Nitrit, stabil olmayan bir bileşik olup sulardaki konsantrasyonunun değışimi bir çok nedene bağılı olabilir (Boran ve Sivri 2000). Nitrit formunda kullanılabileceğı gibi, yükseltgenerek nitrata, indirgenerek

amonyuma dönüşebilir (Uslu ve Türkman 1987). Çalışma dönemi boyunca nitrit azotu değerleri düşük düzeylerde bulunmuş olup 0,001 mg/l ile 0,018 mg/l arasında değişmiştir.

Nitrat azotu değerleri en yüksek 0,748 mg/l olarak kaydedilmiştir. Nisan ve Mayıs aylarında değerler diğer aylara göre nispeten fazla bulunmuştur. YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre Yalacdere nitrat azotu bakımından tüm aylarda tüm istasyonlarda I. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Boran ve Sivri (2001), yaptıkları çalışmalarında ilkbahar başlangıcında nitrat konsantrasyonundaki yükselmeyi, bu aylarda yağışların yoğun olmasına ve yörede gübreleme yapılmasına bağlamışlardır.

Doğal su ortamında O<sub>2</sub>, hidrojen alıcısı olarak H<sup>+</sup> ile birleşerek H<sub>2</sub>O oluşturur, ortamda azotun bulunması halinde H<sup>+</sup> iyonları ile birleşerek NH<sub>4</sub>-N oluşturur (Kapuzcu 1994). Özellikle nitrifikasyon olayında bakteriler tarafından organik azot bileşiklerinin parçalanması ile amonyum ve sonrasında da nitrit ile nitrat oluşur. Oluşan tüm amonyum farklı kaynaklarca kullanılır (Uslu ve Türkman 1987). Yalacdere'de ölçülen amonyum azotu değerleri Nisan ve Mayıs aylarında diğer aylara göre nispeten fazla bulunmuştur. Yıllık ortalama amonyum azotu değerlerine göre Yalacdere'nin su kalitesi II. sınıf olarak bulunmuştur.

YSKY (Anonim 2016c) kriterlerine göre Yalacdere'de ölçülen toplam azotun yıllık ortalaması suyun II. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermiştir. En yüksek TN değeri Nisan ayında 2. istasyonda tespit edilmiştir. Yalacdere yerleşimin olduğu, çevresinde yapılan madencilik ve tarım faaliyetlerinin etkisi altında kalarak, kirlenme riski altında bulunmakta olup, özellikle yağışların olduğu dönemlerde besin tuzları miktarlarında yükselmelere sebep olabilmektedir.

Fosfor canlılar için önemli bir besin elementidir ve doğal sularda çözünmüş hali ortofosfat olarak bulunur (Egemen ve Sunlu 1996). Bazı bakteriler organik fosfor moleküllerini bitkilerin kullandığı anorganik fosfata dönüştürebilirler (Tanyolaç 2009). Doğal sularda yeterince fosfor bulunmaması canlı gelişimini etkilemektedir. Çalışmada ölçülen yıllık

ortalama PO<sub>4</sub>-P değeri 0,116 mg/l olup, bu değer YSKY (Anonim 2016)'ya göre Yalacdere'nin II. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir. Fosfat fosforu (PO<sub>4</sub>-P) değeri Nisan ve Mayıs aylarında diğer aylara göre nispeten daha yüksek değerde kaydedilmiştir.

Toplam fosfor yoğunluğu, havzanın morfometresine (hacim, tabakalaşma, su hareketleri vb.), bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik maddenin miktarına ve sudaki organik metabolizmaya göre değişir (Tanyolaç 2009). Yalacdere'de ölçülen toplam fosfor değeri yılđık ortalaması 0,3 mg/l olmuş, YSKY (Anonim 2016c)'ya göre değerlendirildiğinde III. sınıf su kalitesi özelliğinde olduğunu göstermiştir.

Yalacdere epilitik diyatome florasında 36 cinse ait toplam 86 takson belirlenmiştir. *Nitzschia* (15 takson), *Navicula* (10 takson), *Gomphonema* (6 takson) ve *Surirella* (6 takson) cinsleri en fazla taksonla temsil edilmişlerdir. *Tryblionella* cinsi 4 takson, *Amphora*, *Craticula* ve *Gyrosigma* cinsleri 3'er takson, *Cocconeis*, *Cymatopleura*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Fragilaria*, *Luticola*, *Neidium* ve *Ulnaria* cinsleri 2'şer takson, florada bulunan diğer cinsler ise 1'er takson ile temsil edilmişlerdir. *Amphora pediculus*, *Achnantheidium minutissimum* ve *Nitzschia inconspicua* bollukları ve tekerrür oranları bakımından florada en baskın olan taksonlar olarak bulunmuşlardır. Bununla birlikte florada yaygın olarak bulunan diğer taksonlardan bazıları *Cocconeis placentula*, *Gomphonema olivaceum*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula veneta*, *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia palea* ve *Reimeria sinuata* olmuştur. Yalacdere epilitik diyatome florasında tespit edilen taksonların çoğunluğu ülkemiz akarsularında kaydedilen diyatome taksonları ile benzerlik göstermektedir (Aysel 2005).

*Amphora pediculus* çalışma dönemi boyunca hemen tüm istasyonlarda ve aylarda bolluk ve nispi bolluk değeri en yüksek bulunan, devamlı mevcut bir taksondur. *Achnantheidium minutissimum* türü de benzer şekilde florada baskın olan, önemli bolluk ve nispi bolluk değeri ulaşan, devamlı mevcut bulunan, ikinci en önemli taksondur. B-Beres ve ark (2014), *Achnantheidium minutissimum*, *Amphora pediculus* gibi bazı taksonların yüksek su akışının olduğu periyotların karakteristik türleri olduklarını ve bu taksonların su akış hacminin şiddetli şekilde azalmasına karşı hassas olduklarını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar *Achnantheidium minutissimum* ve *Amphora pediculus*

türlerinin nispi bollukları ile su akış hacmi arasında kuvvetli pozitif ilişki olduğunu, her iki türün de en yüksek nispi bolluklarına akış hacminin yüksek olduğu ve toplam azot değerlerinin düşük olduğu aylarda ulaştığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlara göre bu türlerin düşük nutrient seviyelerini gösterdiğini ortaya koymuşlardır (B-Beres ve ark 2014). Çalışmada akış hızı verileri olmamakla birlikte Yalakdere’de bu iki taksonun mevsimsel değişimi incelendiğinde aylara bağlı değişimlerinin birbirlerine paralel oldukları, her iki taksonun da en yüksek organizma yoğunluklarına Mayıs 2013 ve Şubat 2014 tarihlerinde ulaştıkları, yağışların düştüğü yaz aylarında yoğunluklarını azalttıkları gözlenmektedir.

*Nitzschia* cinsine ait çoğu takson acısu ve/veya besin tuzlarınca zengin oksijence fakir olan organik olarak kirlenmiş sularda bulunma eğilimi göstermektedir (van Dam ve ark. 1994). *Nitzschia* cinsi çok sayıda kirliliğe toleranslı türü barındırmakta olup, insan etkisi yolu ile besin tuzları veya biyolojik olarak parçalanıp bozunabilen organik materyalleri alan ortamlarda özellikle çok sayıda bulunmaktadır (Hustedt 1957, van Dam et al 2004). Yalakdere’de bu cinse ait taksonlardan bolluk değeri ve tekerrürleri bakımından en önemli olan ikisi *Nitzschia inconspicua* ve *Nitzschia dissipata* türleridir. Her iki tür de çalışma dönemi boyunca devamlı mevcut bulunmuştur. *Nitzschia inconspicua* türü bolluk değeri bakımından daha yüksek değerlerde kaydedilmiştir. Bu tür yaz aylarında görülen kuruma periyodunun ardından derenin akışa geçmesi ile birlikte organizma yoğunluğunu arttıran türlerden biri olmuş, en yüksek organizma yoğunluğuna Kasım 2013 tarihinde 3. istasyonda ulaşmış ve bu esnada toplam organizmanın %61,7’sini oluşturmuştur. *Nitzschia dissipata* türüne 4. istasyonda Aralık ayından itibaren bazı aylarda hiç rastlanmamıştır. Bu durum Ekim ayından itibaren 4. istasyonun dere yatağı değiştirildiğinden kaynaklanmış olabilir. Bu esnada D-5 karayolu çalışmaları devam etmekte ve belirlenen yeni dere yatağındaki istasyon noktası tarım faaliyetlerinin olduğu dolayısıyla insan etkisine maruz kalan bir nokta olmuştur. *Nitzschia* cinsine ait *N. palea* türü de florada devamlı mevcut olarak bulunmuş, ancak *N. inconspicua* ve *N. dissipata* türlerine göre çok daha düşük bolluk değerlerinde kaydedilmiştir. Bu çalışmada *N. palea* türü yüksek bolluk değerlerine ulaşmamış olup, organizma yoğunluğu yaz döneminde yaşanan kuraklık periyodundan sonra Ekim ayında 1. ve 4. istasyonlarda yükselmiştir. Van Dam ve ark (1994)’e göre *Nitzschia palea* türü polisaprobik ve hiperötrofentik koşulların indikatör türü olarak tanımlanmıştır.

Atmosferik sıcaklık, yağış, nem gibi meteorolojik veriler iklimsel değişkenlerin önemli göstergeleridir. Örnekleme süresince ortalama yağış miktarı 2'nin üzerine çıkmamıştır. Bu değerler çalışma süresince yağış şiddetinin hafif yağış sınıfında olduğunu göstermektedir (Anonim 2016d). 2012 yılında normal değerlerin üzerine çıkan yağışlar 2013 yılında ortalamanın bir hayli altına düşmüş ve 500 mm civarında tespit edilmiştir (Anonim 2014a). Yalova ilinde önceki yıllarda, m<sup>2</sup>'ye ortalama yıllık 742,5 kilogram yağış düşerken, 2013 yılında ortalama 525,6 kilogram yağış düştüğü belirtilmiştir. 2013 yılında ülkemizin birçok bölgesinde yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının altında kalmış olup, Yalova da bu durumdan etkilenen iller arasındadır (Anonim 2014b).

İklimsel ve meteorolojik koşullar ile insan etkisi akarsuların diyatome florasını ve su kalitesi değişkenlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Çalışma döneminin iklimsel koşullarına bağlı olarak dere yatağında Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında kuruma görülmüştür. Kuruma periyodu epilitik diyatome kompozisyonunda değişikliğe yol açmıştır. Kuruma periyodunun ardından derenin akışa geçtiği Ekim ayı ve sonrasında diyatome florasında *Nitzschia* cinsine ait türlerin bolluk ve nispi bolluk değerlerini arttırdığı gözlenmiştir. *Navicula veneta* türü de kuruma periyodunun ardından florada önemini arttırmış bir türdür.

Yapılan bu çalışmada sıcaklığın artması ve yağışların azalmasıyla birlikte yaz aylarında su seviyesinde azalmalar görülmüş ve dere yatağında bulunan bazı istasyonlarda kuruma ortaya çıkmıştır. Dere yatağında Temmuz ayında 2. ve 4. istasyonlarda, Ağustos ayında tüm istasyonlarda, Eylül ayında ise 2., 3. ve 4. istasyonlarda kuruma yaşanmıştır. Takson zenginliği metrikleri sonuçlarına göre, istasyonlarda belirlenen diyatome tür ve cins sayıları en yüksek değerlerine Haziran, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında ulaşmıştır. Kalyoncu ve ark. (2004), Ağlasun Deresi'nde yaptıkları suyun kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik algelere göre belirlenmesi çalışmasında kuraklık periyodundan sonra akışın başladığı aylarda diyatomelerin çok iyi gelişim gösterdiklerini kaydetmişlerdir. Yalacdere'de yazın kuruyan istasyonlar akışa geçtikten sonra kısa bir süre içinde bazı türlerin organizma yoğunluklarını kademeli olarak arttırdıkları gözlenmiştir. Bu çalışma ile aynı periyotta Yalacdere'de gerçekleştirilen bir çalışmada bentik omurgasızlar kullanılarak derenin biyolojik su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır

(Akay 2015). Sözü edilen bu çalışmada yaz aylarında görülen kuruma periyodunun ardından Eylül ayında bentik omurgasızların takson sayısı bir hayli azalmış, bazı taksonlar ortadan kalkmış, toleranslı taksonlar bu ayda tespit edilmiştir. Daha sonraki aylarda atmosferik sıcaklığın mevsim normallerine gelmesi ve su akışının düzene girmesi sonucu takson sayılarının zamanla arttığı belirtilmiştir (Akay 2015).

Çalışma alanının biyolojik su kalitesinin değerlendirilmesi için epilitik diyatomelerin kullanıldığı tolerans ölçümleri, kompozisyon/bolluk ölçümleri, çeşitlilik ölçümleri ve takson zenginliği ölçümleri olmak üzere çeşitli kategorilere ait 17 metrik uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan metriklerin çevresel değişkenlerle olan korelasyon ilişkileri incelendiğinde Van Dam autekolojik indekslerinin çevresel değişkenlerle en çok anlamlılık gösteren metrikler olduğu görülmektedir. Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi çevresel değişkenlerden sadece toplam sertlik ve su sıcaklığı ile anlamlı korelasyon göstermiştir. Kompozisyon/bolluk metriklerinden en fazla sayıda çevresel değişken ile anlamlı korelasyon gösteren metrik %Cocc olmuştur (bkz. Çizelge 4.7).

Dere yatağında yaz aylarında gerçekleşen kuruma sonrasında Eylül ayında yalnızca 1. istasyonda su akışı gerçekleşmiş, tüm istasyonlarda su akışı Ekim ayından itibaren ortaya çıkmıştır. Kompozisyon/bolluk metriklerinden %Nitz+%Tryb metriğinin değerlerinde yaz aylarındaki kuruma sonrası dönemde belirgin bir artış gözlenmiş, değerler özellikle Ekim ayından bir sonraki yılın Şubat ayına kadar yüksek bulunmuştur. Genetik indeks sonuçları en yüksek değerlerine örnekleme başlandığı Nisan ayında ve örnekleme son ayı olan Mart ayında olmak üzere ilkbahar aylarında ulaşmışlar, diğer aylarda değerler oldukça düşük bulunmuştur. Tolerans metriklerinden biri olan TDI indeksi sonuçları yıl boyunca benzer değerler göstermiştir. Van Dam autekolojik indekslerinden özellikle VD-SAP ve VD-OR değerlerinde kuruma sonrası dönemde bazı aylarda ve istasyonlarda yükselme görülmüştür.

Çalışmada çeşitlilik metriklerinden Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi ve evenness (komünite dengesi, düzenlilik) indeksi hesaplanmıştır. Çalışmada tespit edilen çeşitlilik indeksi değerlerinin yıllık ortalaması 2,1 olup bu değer Yalakedere'nin orta derecede

kirlenmiş su kategorisinde olduğunu göstermektedir. Çeşitlilik indeksi değerleri yalnızca 3. istasyonda Temmuz ayında ve 4. istasyonda Nisan ayında 3 değerinin biraz üzerinde bulunmuş, Nisan ayında 2. istasyonda ise 1 değerinin altına inmiştir. Bu örneklemeler haricinde diğer aylarda ve istasyonlarda çeşitlilik indeksi değerleri 1 ile 3 arasında kaydedilmiştir. Bu çalışma ile aynı dönemde Yalacdere'de gerçekleştirilen bir başka çalışmada bentik omurgasızlar kullanılarak hesaplanan Shannon-Wiener sonuçlarına göre Yalacdere'nin orta derecede kirlenmiş su sınıfına girdiği bildirilmiştir (Akay, 2015). Stevenson ve ark. (2010), bazı araştırmacıların çeşitliliğin kirlilikle azaldığını, bazılarının çeşitliliğin kirlilikle arttığını, bazı araştırmacıların ise çeşitlilik değişiminin kirlenmenin çeşidine bağlı olduğunu ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değerlerinin aynı örneklemede kaydedilen toplam takson sayısına bölünmesi ile elde edilen evenness değerleri de çeşitlilik indeksi değerleri ile paralellik göstermiştir. Evenness değerinin 0'a yakın olmasının düşük düzenliliği gösterdiği ifade edilmiştir (Soylu ve ark. 2011).

Çalışmada tolerans ölçümleri kategorisinde uygulanan metriklerden birisi Trofik Diyatome İndeksi (TDI)'dir. TDI indeksi nehirlerin trofik seviyelerini belirlemek için besin maddelerinin değişimleri göz önünde bulundurularak geliştirilmiş bir indekstir (Kelly 1998). TDI indeksinin düşük değerleri düşük nutrient seviyelerini gösterirken, yüksek indeks değerleri ötrofik koşulları yansıtmaktadır (Kelly 1998). Yalacdere'de yıllık ortalama TDI değeri 80,95 olarak bulunmuş olup bu değer V. sınıf su kalitesini ve hipertrofik koşulları işaret etmektedir. İstasyonlarda tespit edilen yıllık ortalama TDI değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. TDI sonuçlarına göre birkaç örneklemede su kalite sınıfı IV. sınıf olarak bulunurken, diğer aylarda ve istasyonlarda su kalitesi TDI indeksine göre V. sınıf olarak bulunmuştur. Kelly ve Whitton (1995)'e göre indeks değeri (WMS) 4.2'nin üzerinde bulunması ve TP aralığının  $>300 \mu\text{g/l}$ 'nin üzerinde olması hipertrofik koşulları göstermektedir (Rott ve ark. 2003). Yalacdere'de yıllık ortalama TDI değerine karşılık gelen WMS indeks değeri 4,238 olup bu değer Kelly ve Whitton (1995)'un ortaya koyduğu trofik seviye skalasında hipertrofik koşulların başlangıç değerine çok yakın bir değerdir. Çalışmada tespit edilen yıllık ortalama TP değeri ise 0,3 mg/l olmuştur. TDI indeksinin PO<sub>4</sub>-P ve TP ile aralarında anlamlı korelasyon tespit edilmemiştir. Bununla birlikte TDI indeksi, çevresel değişkenlerden sadece TN, SO<sub>4</sub>, Cl, HCO<sub>3</sub> ve EC ile anlamlı pozitif, CO<sub>3</sub> ile anlamlı negatif korelasyon göstermiştir.

Van-Dam tuzluluk indeksine göre çalışma dönemi boyunca değerler 2 ile 2,6 arasında değişmiş, yıllık ortalama değeri  $2,17 \pm 0,14$  olarak belirlenmiştir. Bu değer Yalakdere'nin 500 mg/l'nin altında  $Cl^-$  değeri ve %0,9'un altında tuzluluk değeri ile karakterize olan tatlı su - acısu sınıfı kategorisine dahil olduğunu göstermektedir. Yalakdere'de yıllık ortalama  $Cl^-$  değeri  $19,5 \pm 3,2$  mg/l olarak bulunmuştur. VD-SAL indeksi ile  $Cl^-$  arasında kuvvetli pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. van Dam ve ark. (1994), tatlısu – acısu sınıfında bulunan (ekolojik indikatör değeri 2) birçok taksonun düşük klorür konsantrasyonlarında iyi gelişebildiklerini, bu nedenle klorür konsantrasyonuna bir alt sınır koymadıklarını ifade etmişlerdir.

Van Dam ve ark. (1994)'nın oksijen ihtiyacı indeksine göre Yalakdere'de değerler 1,5 ile 3 arasında değişmiştir. Oksijen ihtiyacı indeksinin yıllık ortalama değeri  $2,16 \pm 0,37$  olup, bu değer Yalakdere'de oksijen seviyesinin canlılığın sürdürülebilirliğini sağlayan seviyede (%75 doygunluk değerinin üstünde) olduğunu göstermektedir. Çözünmüş oksijen değerlerinin düştüğü aylarda oksijen ihtiyacının artması beklenir, bu da indeks değerinin yükselmesi anlamına gelir. Yalakdere'de ölçülen çözünmüş oksijen değerleri Mayıs ayı 2. istasyon ve Haziran ayı 2. ve 3. istasyonlar hariç olmak üzere diğer tüm aylarda ve istasyonlarda yıl boyunca 8 mg/l'nin üzerinde bulunmuş ve bu değerler birkaç örnekleme haricinde Yalakdere'nin çözünmüş oksijen değerlerine göre I. sınıf su kalitesinde olduğunu işaret etmektedir. Çalışmada çözünmüş oksijen değerleri ile VD-OR arasında anlamlı korelasyon gözlenmemiştir.

Van Dam ve ark. (1994)'nın azot alınımı metabolizması azot heterotrofik ve azot ototrofik taksonları sınıflandırır, yapılan birçok çalışma diatomelerin organik azot bileşiklerini assimile edebildiğini göstermektedir (Van Dam ve ark. 1994). İndeks değeri organik olarak bağlı azotun ortamda artış göstermesine bağlı olarak değişir. Organik olarak bağlı azot ortamda arttıkça indeks değerinin yükselmesi beklenir. Bu çalışmada azot alınımı metabolizması indeksi değerleri 1,6 ile 2,6 arasında değişmiş olup, yıllık ortalama indeks değeri  $2,03 \pm 0,2$  bulunmuştur. Bu değerler azot alınımı metabolizması açısından yükselen konsantrasyonlarda organik bağlı azotu tolere edebilen, azot ototrofik diatome taksonlarının florada önemli olduğunu göstermektedir. Ototrofik taksonlar organik olarak bağlı azotun çok düşük veya yükselen konsantrasyonlarını tolere edebilmektedirler.



Saprobik sistem, biyolojik olarak çözünebilir organik madde varlığı ve oksijen konsantrasyonları için indikatör özelliklerini birleştirmektedir (Van Dam ve ark. 1994). Van Dam ve ark. (1994)'nın ekolojik tolerans tanımlamasına göre Yalakdere'de tespit edilen diyatome taksonlarından %39,5'i  $\beta$ -mesosaprobik karakterde olan taksonlar olup, bu değer toplam diyatome takson sayısı içinde en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır. Toplam diyatome takson sayısı içinde ikinci en büyük yüzdeyi ise %27,9 ile  $\alpha$ -mesosaprobik taksonlar oluşturmaktadır. Çalışmada saprobite indeksi değerleri 2,1 ile 3,4 arasında değişmiş, yıllık ortalama değer  $2,47 \pm 0,33$  olmuştur. Yıllık ortalama değer Yalakdere'nin  $\beta$ -mesosaprobik seviyede olduğunu göstermekte olup, bu seviye II. sınıf su kalitesi, %70-85 oksijen doygunluğu ve 2-4 mg/l BOD<sub>5</sub> değerine karşılık gelmektedir (Van Dam ve ark. 1994).

Van Dam ve ark. (1994)'nın trofik durum indeksi biyolojik açıdan önemli bir metriktir. Azot, fosfor, inorganik karbon ve silis diyatome için önemli besin tuzlarıdır (Van Dam ve ark. 1994). Ortamdaki besin tuzlarının miktarlarındaki artışa bağlı olarak trofik durum indeksi değerlerinin yükselmesi beklenir. Trofik durum indeksinin yıllık ortalama değerleri Yalakdere'nin eutrofik özellikte olduğunu göstermektedir. Van Dam ve ark. (1994)'nın ekolojik tolerans tanımlamasına göre Yalakdere'de tespit edilen diyatome taksonlarından %52,3'ü eutrofik karakterde olan taksonlar olup, bu değer toplam diyatome takson sayısı içinde en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır. Toplam diyatome takson sayısı içinde ikinci en büyük yüzdeyi ise %15,1 ile meso-eutrofik taksonlar oluşturmaktadır. Porter ve ark. (2008), çalışmalarında eutrofik diyatome yüksek değerlerde bulunduğu bölgelerin tarımsal alanlar ve büyük şehir alanları olduğunu, gelişmemiş alanlarda ve dağlık bölgelerde ise eutrofik diyatome düşük değerlerde bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu durumda eutrofik taksonların mevcudiyeti ortamdaki besin tuzlarının konsantrasyonlarının yüksek olduğunu gösterir. Bu indeks trofik durumun önemli belirteçlerinden biri olan fosfor konsantrasyonu ile de ilişkilidir. Yalakdere'de VD-TS autekolojik indeksi, TP ve PO<sub>4</sub>-P ile anlamlı pozitif korelasyon göstermiştir.

Bu çalışmada Yalakdere'nin epilimnetik diyatome kompozisyonu ortaya konulmuş, epilimnetik diyatome kullanıldığı metrikler ile çalışma bölgesinin su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada biyolojik bulgular ile fizikokimyasal değişkenler birlikte

değerlendirilmiştir. Metrik sonuçları ile fizikokimyasal değişkenlerin işaret ettiği su kalitesi çoğunlukla benzer sonuçları ortaya koymuştur. Fizikokimyasal değişkenlerin yıllık ortalama değerlerine göre Yalacdere su kalitesi sadece TP'a göre III. sınıf bulunmuş, diğer değişkenlere göre I. ve II. sınıf su kalitesi gözlenmiştir. Metrik sonuçları değerlendirildiğinde ise çeşitlilik indeksi ve diyatome kirlilik tolerans indeksi sonuçları Yalacdere'nin orta derecede kirlenmiş olduğunu göstermektedir. Trofik Diyatome İndeksi tüm çalışma boyunca IV. ve V. sınıf su kalitesini işaret etmekte ve ortalama TDI değerlerine göre Yalacdere V. sınıf su kalitesinde, hiperötrotfik seviyede bulunmuştur. Van Dam autekolojik indekslerinden saprobite indeksine göre Yalacdere beta-mesosaprobik özellikte, trofik durum indeksine göre ise eutrofentik seviyede bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde epilitik diyatomelerin kullanıldığı metriklerin çalışma bölgesinin su kalitesini belirlemede iyi sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır. Çalışma bölgesinde 2. istasyonda bulunan kum ocağı tesisi ve 3. istasyonda bulunan mermer fabrikasının Yalacdere'nin su kalitesi üzerinde önemli boyutta etkileri tespit edilmemiştir. Bununla birlikte Hersek lagünü ile Yalacdere'nin çok yakınından geçiyor olan otoyolun olası etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Tedbir alınmaması durumunda kirlilik düzeyinin boyutlarında artış gözleneceği kaçınılmazdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Akanlı Bingöl, N., Özyurt, M. S., Dayıpglu, H., Yamık, A., Solak, N. C. 2007.** Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleleri. *Çevre ve Ekoloji Dergisi*, 15 (62): 23-29.
- Akay, E. 2015.** Yalokdere (yalova) bentik makroomurgasızlarının biyolojik su kalitesinin değerdendirilmesinde kullanılması. *Y. Lisans Tezi*, Uludağ Üniv. Fen Edebiyat Fakültesi, Bursa, 2015.
- Akbulut, A., Yıldız, K. 2002.** The Planktonic Diatoms of Lake .YldYr (Ardahan-Turkey). *Turkish Journal of Biology (TUBITAK)*, 26: 55-75.
- Akkaya, C., Efeoglu, A., Yeşil, N. 2006.** Avrupa birliği su çerçeve direktifi ve Türkiye’de uygulanabilirliği TMMOB Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, 1. cilt, 195-204, 21-23 Mart 2006, Ankara.
- 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, 252p.
- Anonim, 2013.** Hersek Lagünü Yönetim Planı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Yalova.
- Anonim, 2014a.** Aylık atmosferik sıcaklık verileri ve yağış şiddeti değerdeleri. <http://www.accuweather.com/tr/tr/turkey-weather>. (19.11.2014).
- Anonim, 2014b.** Yalova ilinin yıllık toplam yağış verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=yalova#sfB> (10.12.2014).
- Anonim, 2014c.** Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, No 23, Ankara.
- Anonim, 2016a.** Yalova sınırları içinde yer alan akarsular. Yalova Kent Müzesi, <http://yalovakentmuzesi.gov.tr/doga-ve-cografya/akarsular/>. (06.10.2016).
- Anonim, 2016b.** Hersek Lagünü. Altınova Belediyesi, <http://www.altinova.bel.tr/haberdetay.asp?birim=287>. (06.10.2016).
- Anonim, 2016c.** Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, 29797 sayılı *Resmi Gazete*, Ankara.
- Anonim, 2016 d.** Meteorolojik hadiselerin şiddetlerine ait sınıflandırma, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/site/yarдим1.aspx?=#HadSid>
- Anonim, 2016 e.** Limestone pH Adjustment Systems, <http://www.phadjustment.com/TArticles/Limestone.html>

- Anonim,** 2017 a. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. [http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/AnaSayfa/Bulten.aspx?sflang=tr-\(16.02.2017\)](http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/AnaSayfa/Bulten.aspx?sflang=tr-(16.02.2017)).
- Atıcı, T., Obalı, O., Elmacı, A. 2005.** Abant Gölü (Bolu) Bentik Algleri. *Çevre Koruma Dergisi*, 14(56): 9-15.
- Aysel, V. 2005.** Check-List of The Freshwater Algae of Turkey. *J. Black Sea/ Mediterranean Environment* 11: 1-124.
- Bahls, L.R., Burkantıs, R., Tralles, S. 1992.** Benchmark biology of Montana reference streams. Department of Health and Environmental Science, Water Quality Bureau, Helena, Montana.
- Bargu, S., ve Sakınç, M. 1989.** İzmit Gölü ile İznik Körfezi Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*. 6(1-2): 45-76.
- B-Beres, V., Török, P., Kokai, Z., Krasznai, T. E., Tothmeresz, B., Bacsı, I. 2014.** Ecological diatom guilds are useful but not sensitive enough as indicators of extremely changing water regimes. *Hydrobiologia*, 738: 191-204.
- Beyene, A., Addis, T., Kifle, D., Legesse, W., Kloos, H., Triest, L. 2009.** Comparative study of diatoms and macroinvertebrates as indicators of severe water pollution: Case study of the Kebena and Akaki rivers in Addis Ababa, Ethiopia. *Ecological Indicators*, 9: 381-392.
- Boran, M., Sivri, N. 2001.** Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4): 343-348.
- Chen, X., Zhou, W., Pickett, S. T. A., Li, W., Han, L., Ren, Y. 2016.** Diatoms are better indicators of urban stream conditions: A casestudy in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 60: 265-274.
- Cirik, S., Cirik, Ş. 2005.** Limnoloji. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No: 21, İzmir, Türkiye. 166 s.
- Çiçek, N. L. ve Ertan, Ö. O. 2012.** Köprüçay Nehri epilitik alg çeşitliliğinin bazı fizikokimyasal değişkenlerle ilişkisi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1): 22-41.
- Çiçek, N. L. ve Ertan, Ö. O. 2015.** Köprüçay Nehri (Antalya) su kalitesinin epilitik diyatomlarla belirlenmesi. *Ege J. Fish Aqua. Sci.*, 32(2): 65-78.
- Dalkıran, N. 2001.** Orhaneli Çayı'nın epilitik diyatomeleleri ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.
- Delgado, C., Pardo, I., Garcia, L. 2010.** A multimetric diatom index to assess the ecological status of coastal Galician rivers (NW Spain). *Hydrobiologia*, 644: 371-384.

- Dere, Ş., Karacaoğlu, D., Dalkıran, N. 2004.** A study on the epiphytic algae of the Nilüfer Stream (Bursa). *Tr. J. of Botany*, 26: 219-233.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1996.** Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14, İzmir, Türkiye. 153.
- Ertan, O. Ö., Morkoyunlu, A. 1998.** The Algae Flora of Aksu Stream (Isparta - Turkey). *Tr. J. of Botany*, 22: 239-255
- Fore, L. S., Grafe, C. 2002.** Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). *Freshwater Biology*, 47:2015-2037.
- Gürbüz, H., Kivrak, E. 2002.** Use of epilithic diatoms to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 23 (3): 239-46.
- Goma, J., Rimet, F., Cambra, J., Hoffmann, L., Ector, L. 2005.** Diatom communities and water quality assessment in Mountain Rivers of the upper Segre basin (La Cerdanya, Oriental Pyrenees). *Hydrobiologia*, 551: 209-225.
- Hustedt, F. 1930.** Bacillariophyta (Diatomeae). Heft: 10 a Pascher Die Susswasser Flora Mitteleuropas, Gustav Fischer, Germany. 468 pp.
- Hustedt, F. 1957.** Die Diatomeenflora des Flusssystemes der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Bremen: Abhandlungen Naturwissenschaftlichen Verein*, 34(3): 81– 440.
- Jakovljević, S. O., Popović, S. S., Vidaković, P. D., Katarina Z. Stojanović, Z., K., Krizmanić, Z. J. 2016.** The application of benthic diatoms in water quality assessment (Mlava River, Serbia). *Acta Bot. Croat*, 75 (2), 199–205.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O. Ö., Gülboy, H. 2004.** Ağlasun Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilithik algelere göre belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniv. Eğridir Su Ürünleri Fak. Dergisi*. 2 (12): 7-14.
- Kalyoncu, H. 2006.** Isparta Deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre ve Epilithik Diyatomelelere göre belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1(1-2): 14-25.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Yorulmaz, B. 2008.** Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) Epilithik Alg Çeşitliliği ve Akarsuyun Fizikokimyasal Yapısı Arasındaki İlişki. *Çevre Koruma Dergisi*, 17(66): 15-22.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö. O. 2009a.** Aksu Çayı'nın su kalitesinin biyotik endekslere (Diyatomlar ve Omurgasızlara göre) ve fiziko-kimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(1): 14-25.
- Kalyoncu, H., Çiçek, N. L., Akköz, C., Yorulmaz, B. 2009b.** Comparative performance of diatom indices in aquatic pollution assessment. *African Journal of Agricultural Research*, 4(10): 1032-1040.
- Kapuzcu, M., 1994.** Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Kubbealtı Neşriyat, İstanbul, 37-49.

**Karacaoğlu, D. 2001.** Emet Çayı'nın epipelik diyatomeleleri ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

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

**Kelly, M. G. 1998.** Use of the trophic diatom index to eutrophication in rivers monitor. *Wat. Res. Elsevier Science*, Great Britain, 32 (1): 236-24

**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.135 pp.

**Kelly, M.G., Penny, C.J., Whitton, B.A. 1995.** Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiologia*, 302 (3): 179–188.

**Kelly, M. G., Whitton, B. A. 1995a.** The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7:433-444.

**Kıvrak, E., Gürbüz, H. 2010.** Tortum Çayı'nın (Erzurum) epipelik diyatomeleleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilişkisi. *Çevre Koruma Dergisi, Ekoloji*, 19(74): 102-109.

**Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. 2012.** Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 0210003 (27-38).

**Kolkwitz, R., Marson, M. 1908.** Ökologie der pflanzliche Saprobien. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaften*. 26: 505–519.

**Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991a.** Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer. 576 pp. 274

**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.

**Lamberti, G. A., Gregory, S. V., Ashkenas, L. R., Wildman, R. C., & Moore, K. M. S. 1991.** Stream ecosystem recovery following a catastrophic debris flow. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48, 196–208.

- Lange-Bertalot, H. 1979.** Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 56: 184-219.
- Mann, K.H. ve Lazier, J.R.N. 1991.** Dynamics of Marine Ecosystems, Blackwell Sci. Publ., 396 p.
- Maraşhoğulu, F., Gönüloğ, A., Pelit, B. G. 2016.** Tersakan Çayı (Samsun-Amasya, Türkiye) epilitik alglerinin bazı fizikokimyasal değişkenlerle ilişkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 6(14): 1-11
- Martin, G., Toja, J., Sala, S. E., Reyes Fernanadez, M., Reyes., Casco, M. A. 2010.** Application of diatom biotic indices in the Guadalquivir River Basin, a Mediterranean basin. Which one is the most appropriated?. *Environ. Monit. Assess.*, 170: 519-534.
- Mason, C. F. 1983.** Biology of freshwater pollution. *Longman Group Limited*, England.
- MEB, 2011.** Sıvı Atıklardan Numune Alma 850CK0044, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 64 s, Ankara
- Morkoyunlu, Y. A., Gönüloğ, 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 Çayları'nın (Muğla-Aydın) epilitik diyatomeğeri. *SDÜ Fen Dergisi*, 4(1):23-24.
- Muscio, C. 2002.** The diatom pollution tolerance index: Assing tolerance values. Water Protection & Development Review Department. Environmental Resource Management,17 pp, City of Austin.
- Noga, T., Stanek-Tarkowska, J., Peszek, L., Pajaczek, A., Kowalska, S. 2013.** Use of diatoms to assess water quality of anthropogenically modified Matysowka stream. *Journal of Ecological Engineering*, 2(14): 1-11.
- Pala, G., Çağlar, M. 2006.** Keban Baraj gölü epilitik diyatomeğeri ve mevsimsel değişimleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 18(3): 323-329.
- Pala, G., Çağlar, M. 2008.** Peri Çayı (Tunceli/Türkiye) Epilitik Diyatomeğeri ve Mevsimsel Değişimleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 20(4): 557-562.
- 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.
- Porter, D. S., Mueller, D. K., Spahr, N. E., Munn, M. D., Dubrovsky, N. M. 2008.** Efficacy of algal metrics for assessing nutrient and organic enrichment in flowing waters. *Freshwater Biology*, 53: 1036–1054.

- Resende, P. C., Resende, P., Pardal, M., Almeida, S., Azeiteiro, U. 2010.** Use of biological indicators to assess water quality of the Ul River (Portugal). *Environ. Monit. Assess.*, 170: 535-544.
- Rimet, F. 2012.** Recent views on river pollution and diatoms. *Hydrobiologia*. 683:1–24.
- Rott, E., Pipp, P., Pfister, P. 2003.** Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 149: 91-115.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. 1990.** The diatoms, biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp. 250 p.
- Segura-García, V., Cantoral-Uriza, E. A., Israde, I., Maidana, N. 2012.** Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) as indicators of water quality in the Upper Lerma River, Mexico. *Hydrobiologia*, 22 (1): 16-27.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1949.** The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois Press, Urbana, IL.
- Sıvacı, E. R., Dere, Ş. 2007.** Melendiz Çayı'nın (Aksaray-Ihlara) Epilithic Diatom Florasının mevsimsel değişimi ve su akışının toplam organizmaya etkisi. *Çevre ve Ekoloji Dergisi*, 16(64): 29-36.
- Solak, C. N., Barinova, S., ACS, E., Dayıǧlu, H. 2012.** Diversity and ecology of diatoms from Felent Creek (Sakarya river basin). Turkey. *Turkish Journal of Botany (TUBITAK)*, 36: 191-203.
- Soylu, E. N., Gönüloğ, A. 2005.** Epipellic algal flora and seasonal variations of the River Yeşilirmak, Amasya, Turkey. *Cryptogamie, Algol.*, 26 (4): 373-385
- Soylu, E. N., Maraşhoğlu, F., Gönüloğ, A. 2011.** Liman Gölü (Bafra-Samsun) Epilithic Diatom Florası. *Ekoloji*, 20 (79): 57-62.
- Stevenson L. C., Bahls, L. L. 1999.** Periphyton protocols In: Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macro invertebrates and Fish, Second Edition. *EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water*, Washington, D.C
- Stevenson, J. R., Pan, Y., Van Dam, H. 2010.** Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms: The Diatoms: Assessing Environmental Conditions in Rivers and Streams with Diatoms, Editörler: Smol, P. J., Stoermer. F. E., Cambridge University Press. 57-85.
- Şahin, B., 2003.** Epipellic and Epilithic Algae of Lower Parts of Yanbolu River (Trabzon, Turkey). *Turkish Journal of Biology (TUBITAK)*, 27: 107-115.
- Tang, T., Cai, Q., Liu, J. 2006.** Using epilithic diatom communities to assess ecological condition of Xiangxi river system. *Journal of Environmental Management*, 112: 247-361.
- Tanyolaç, J. 2009.** Limnoloji. Hatipoğlu Yayınevi, Beşevler, Ankara. 294 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)'da su kalitesinin göstergesi olan epipelik diyatomeleler. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(7): 610-616.
- Tokatlı, C. 2012.** Sucul sistemlerin izlenmesinde bazı diyatome indekslerinin kullanılması: Gürleyik Çayı Örneği (Eskişehir). *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bil. Enst. Dergisi*, 29: 21-28.
- Tokatlı, C., Dayıoğlu, H. 2011.** Use of 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.
- Uslu, O., Türkman, A. 1987.** Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi- I., Ankara, 398 s.
- Van Dam, H., Mertens, A., Sinkeldam, J. 1994.** A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28(1): 117-133.
- Wu, J. T. 1999.** A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. *Hydrobiologia*, 397: 79-87.
- Yılmaz, Ö. 2013.** Elekçi Deresi (Ordu, Fatsa)'nın fiziko-kimyasal özellikleri ve epilitik alg florasının incelenmesi, *Y. Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Ordu.
- Zelinka, M., Marvan, P. 1961.** Zur praxisierung der biologischen klassifikation des reinheit fliessender Gewässer *Archiv für Hydrobiologie*, 57: 389-407.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sebile HASRET  
Doğum Yeri ve Tarihi : Fergana/Özbekistan, 01.04.1987  
Yabancı Dili : İngilizce  
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)  
Lise : Malcılar Lisesi (2002-2006)  
Lisans : Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi (2007-2011)  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2012 -)  
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :  
İletişim (e-posta) : sebilehasret@gmail.com  
Yayımları :

**Akay, E., Hasret, S., Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Alp, S., Dere, Ş. 2014** Hersek Lagünü'nde (Yalova) ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin mevsimsel değişimi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran 2014. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

**Akay, E., Dalkıran, N., Hasret, S., Karacaoğlu, D., Dere, Ş. 2014.** Yalacdere (Yalova)'de bentik makroomurgasızlar kullanılarak su kalitesinin belirlenmesi. VI. Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos 2014. Uludağ Üniversitesi, Bursa.

**Akay, E., Dalkıran, N., Hasret,S., Karacaoğlu,D., Dere,Ş. 2014.**Su kalitesinin belirlenmesinde bentik omurgasızların kullanılması. IV. bilgilendirme ve AR-GE günleri, 11-13 Kasım 2014. Uludağ Üniversitesi, Bursa.