



**T.C.**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YALAKDERE (YALOVA) BENTİK MAKROOMURGASIZLARININ**  
**BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE**  
**KULLANILMASI**

**Enis AKAY**

**Yrd. Doç. Dr. Nurhayat DALKIRAN**

**( Danışman )**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**BURSA 2015**

**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 yararlanması 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.**

05/01/2015

**Enis AKAY**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YALAKDERE (YALOVA) BENTİK MAKROOMURGASIZLARININ BİYOLOJİK SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILMASI

**Enis AKAY**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Nurhayat DALKIRAN

Bu çalışmada Yalova ili sınırlarında bulunan Yalakdere'nin bentik makroomurgasızları kullanılarak su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olan Yalakdere eski yıllarda Hersek Lagünü'nü beslemektedirken daha sonra tektonik etkenlerle batıya yönelmiştir. Hersek lagününe Yalakdere'den bir kanal vasıtasıyla su taşınması planlandığından Yalakdere'nin su kalitesinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bentik makroomurgasız örnekleri, Nisan 2013- Mart 2014 tarihleri arasında aylık olarak dört istasyondan alınmıştır. Ayrıca on sekiz çevresel değişken ise akarsuyun fiziksel ve kimyasal yapısını tespit etmek için ölçülmüştür. PCA analizi sonuçları on sekiz çevresel değişkenden ilk ekseninde CO<sub>3</sub> ve pH'nin, ikinci ekseninde ise AKM, Sıcaklık, EC, TOM ve NO<sub>3</sub>-N'un akarsuyu temsil ettiğini göstermektedir. Bu çalışmada bentik omurgasızlar 59 takson ile temsil edilmiştir. CCA analizi sonuçları bentik omurgasız komünite yapısını etkileyen en önemli çevresel değişkenlerin Sıcaklık, EC, NO<sub>3</sub>-N ve DO olduğunu göstermektedir.

Çalışmada aynı zamanda bentik omurgasızlara dayanarak hesaplanan altı ana metrik grubunda toplam kırk bir metrik değerlendirilmiştir. Test edilen metriklerin büyük kısmının bentik omurgasız komünite yapısını temsil ettiği ancak on dört metriğin ölçülen fiziksel ve kimyasal analizlerle anlamlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Akarsuda çevresel değişkenler ile en önemli anlamlılığı sırasıyla GOLD, % EPT ve % EPH metrikleri göstermiştir. Anlamlı çıkan metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için ise RDA analizi uygulanmış ve bu metriklerin EC, Sıcaklık, DO, AKM, Ca ve PO<sub>4</sub>-P ile anlamlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Kullanılan metriklerce belirlenen su kalite değerlerinin yazın görülen kuraklık sonrası düştüğü tespit edilmiştir. Bentik makroomurgasız komünitelerinin azalması ve toleransı düşük taksonların ortadan kalkmasının geçici kuraklıktan kaynaklandığı görülmüştür. Akarsu yatağında tekrar su görülmesi ve akışın normale geçmesiyle su kalite sınıflarında artış görülmüştür.

Çalışma sonunda bentik omurgasızlara dayanarak hesaplanan metriklerin Yalakdere'nin biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmasının uygun olduğu ve bentik omurgasız komünite yapısının su kalitesi belirlenmesinde iyi bir indikatör olduğu görüşüne varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bentik makroomurgasız, çok değişkenli analizler, biyolojik su kalitesi, Yalakdere.

**2014, xii + 128 sayfa.**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

### **BIOLOGICAL WATER QUALITY ASSESMENT IN YALAKDERE (YALOVA) WITH USE OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES**

**Enis AKAY**

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

This study is aimed to determine the water quality of Yalakdere in Yalova province, using its own benthic macroinvertebrates. The site of the study, Yalakdere was formerly supplying Hersek Lagoon, but then was oriented to west as a result of tectonic effects. Since transferring freshwater from Yalakdere to Hersek Lagoon with a canal system is planned, it is crucial to determine the water quality of Yalakdere.

Samples of benthic macroinvertebrates collected monthly from 4 different sites between April 2013 and March 2014. Additionally, 18 environmental variables were measured to determine physical and chemical structure of the stream. The results of the PCA analysis represent  $\text{CO}_3$  and pH on the first axis and AKM, temperature, EC, TOM,  $\text{NO}_3\text{-N}$  on the second axis. Benthic invertebrates in this study are represented by 57 taxa. The results of the CCA analysis demonstrate that temperature, EC,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and DO are the most important environmental variables affecting the structure of benthic invertebrate communities.

41 metrics in 6 main metric groups which calculated on the basis of benthic invertebrates were also evaluated in the study. It was revealed that most of the tested metrics represent benthic invertebrate community structure however 14 metrics displayed significance following physical and chemical analyses. The metrics which showed most significance with environmental variables were GOLD, %EPT and %EPH respectively. RDA anlysis was applied to determine the relationship between significant metrics and environmental variables which resulted in significance of these metrics with EC, temperature, DO, AKM, Ca and  $\text{PO}_4\text{-P}$ . Water quality class was determined to decrease after the summer drought. Temporary meteorological drought was observed to be the reason for the reduction in the number of benthic macroinvertebrate communities and the disappearance of the low-toleranced taxa. Restoration of the riverbed and regained normal water flow lead to increase in water quality class.

It is concluded that these metrics depending on benthic invertebrates are appropriate for determination of biological water quality of Yalakdere and the community structure of benthic invertebrates might also be a good indicator to determine water quality.

**Key words:** Benthic macroinvertebrates, multivariate analysis, biological water quality, Yalakdere.

**2014, xii + 128 pages.**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım esnasında yardımlarını, ilgisini ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Nurhayat DALKIRAN'a (Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü), desteklerinden dolayı değerli hocalarım; başta Prof. Dr. Őukran DERE olmak üzere, Yrd. Doç. Dr. Didem KARACAOğLU'na ve AraŐ. Gör. Dr. Gamze YILDIZ' a (Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü), yüksek lisans tezi arazi çalıŐmalarımı birlikte gerçekleŐtirdiđim Sebile HASRET'e, dönem dönem arazilerde bana yardımcı olarak gelen arkadaşlarım; Burcu ZÜNÖÜLGİL, Huzeyfe HURİYET, Bekir YÜKSEL ve Seher ALP'e, teknik desteği için Orman ve Su İŞleri Bakanlığı II. Bölge Müdürlüğü'ne, tezde İngilizce evirilerinde yardımlarından dolayı AraŐ. Gör. Mehmet SARIMAHMUT'a (Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü) ve Gürbey BOZDEMİR'e, tez yazım aŐamasındaki yardımlarından ve sonsuz desteğinden dolayı Beste YURDACAN'a, her zaman maddi ve manevi desteğini gördüğüm değerli aileme, teşekkür ederim.

Enis AKAY

05/01/2015

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| Simgeler               | Açıklama               |
|------------------------|------------------------|
| %                      | Yüzde Oranı            |
| AKM                    | Askıda Katı Madde      |
| $\Sigma$               | Sigma (Toplam Sembolü) |
| log                    | Logaritma              |
| $\lambda$              | Lamda                  |
| $^{\circ}\text{C}$     | 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                 |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklama</b>   |
|--------------------|---|
| [%] CHI            | % Chironomidae kompozisyon değeri   |
| [%] DIP            | % Diptera kompozisyon değeri  |
| [%] EPH            | % Ephemeroptera kompozisyon değeri  |
| [%] EPT            | % Ephemeroptera – Plecoptera - Trichoptera kompozisyon değeri                               |
| [%] EPT/OL         | %Ephemeroptera - Plecoptera – Trichoptera /Oligochaeta kompozisyon değeri                   |
| [%] OLI            | % Oligochaeta kompozisyon değeri  |
| [%] PLE            | % Plecoptera kompozisyon değeri   |
| [%] TRI            | % Trichoptera kompozisyon değeri  |
| AKM                | Askıda Katı Madde   |
| ASPT               | Average Score Per Takson  |
| ASPT-Sp            | ASPT İspanyol Modifikasyonu   |
| BBI                | Belçika Biyotik İndeks  |
| BMWP               | Biological Monitoring Working Party Skor Sistemi  |
| BMWP-Sp            | BMWP İspanyol Modifikasyonu   |
| CCA                | Canonical Correspondance Analysis   |
| CHAN               | Chandler Biyotik Skor Sistemi   |
| DCA                | Detrended Correspondance Analizi  |
| Dip-Ta             | Diptera takson sayısı   |
| DSİ                | Devlet Su İşleri  |
| Eph-Ta             | Ephemeroptera takson sayısı   |
| EPTCBO             | EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera Coleoptera, Bivalvia, Odonata) takson sayısı |
| EPT /DI-T          | EPT/Diptera takson sayısı   |
| EPT /OL-T          | EPT/Oligochaeta takson sayısı   |

|        |   |
|--------|---|
| EPT-Ta | EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)<br>takson sayısı |
| GOLD   | Portekiz Gold-İndeks  |
| IBE    | İtalyan Biyotik İndeks  |
| ISO    | Uluslar Arası Standartlar Teşkilatı                           |
| Ple-Ta | Plecoptera takson sayısı                                      |
| RDA    | Redundancy analysis   |
| SH     | Standart Hata   |
| TBI    | Trent Biyotik İndeks  |
| TN     | Toplam Azot   |
| TOM    | Toplam Organik Madde  |
| Top-Ta | Toplam Takson Zenginliği                                      |
| TP     | Toplam Fosfor   |
| Tri-Ta | Trichoptera takson sayısı                                     |
| YSKYY  | Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği                     |



## İÇİNDEKİLER

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| ÖZET.....  | i            |
| ABSTRACT.....  | ii           |
| TEŞEKKÜR.....  | iii          |
| SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ.....   | iv           |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | ix           |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....   | xii          |
| 1. GİRİŞ .....   | 1            |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ .....   | 4            |
| 2.1. Diğer Ülkelerde Bentik Makroomurgasızların Kullanıldığı Metriklerin Su Kalitesi Çalışmalarına Uygulanması ..... | 4            |
| 2.2. Ülkemizde Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları .....                                      | 8            |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....  | 15           |
| 3.1. Materyal .....  | 15           |
| 3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve istasyonlar .....  | 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 .....  | 23           |
| 3.2.3. Bentik omurgasız örneklerinin toplanması, tayini ve sayımı.....   | 23           |
| 3.2.4. Bentik omurgasızların kullanıldığı metrik sistemler (bentik metrikler) .....                                  | 25           |
| 3.2.4.1. Tolerans metrikleri.....  | 26           |
| 3.2.4.2. Takson zenginliği (Richness) metrikleri .....   | 29           |
| 3.2.4.3. Kompozisyon metrikleri .....  | 29           |
| 3.2.4.4. Dayanıklılık/dayanıksızlık metrikleri.....  | 30           |
| 3.2.4.5. Çeşitlilik Metrikleri.....  | 30           |
| 3.2.4.6. Beslenme tipleri metrikleri.....  | 31           |
| 3.2.5. İstatistiksel analizler.....  | 32           |
| 4. BULGULAR .....  | 34           |
| 4.1. Meteorolojik Bulgular .....   | 34           |
| 4.2. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular .....   | 35           |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2.1. Bentik omurgasızların komünite kompozisyonu ve mevsimsel değişimi.....      | 39  |
| 4.2.2. Bentik omurgasızların kullanıldığı metrik sistemler.....                    | 61  |
| 4.2.2.1. Tolerans metrikleri sonuçları .....                                       | 61  |
| 4.2.2.2. Toplam takson zenginliği (S) sonuçları .....                              | 71  |
| 4.2.2.3. Kompozisyon Metrikleri Sonuçları.....                                     | 78  |
| 4.2.2.4. Dayanıklılık/Dayanıksızlık Metrikleri Sonuçları.....                      | 84  |
| 4.2.2.5. Çeşitlilik metrikleri sonuçları.....                                      | 86  |
| 4.2.2.6. Beslenme tipleri sonuçları.....   | 90  |
| 4.3. İstatistiksel Bulgular .....  | 95  |
| 4.3.1. Çevresel değişkenler .....  | 95  |
| 4.3.2. Bentik omurgasız taksonları ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki..... | 96  |
| 4.3.3. Metrikler ve bentik omurgasız komünite yapısı arasındaki ilişki .....       | 98  |
| 4.3.4. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki.....                    | 100 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....   | 103 |
| KAYNAKLAR.....   | 117 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|  |    |
|--|----|
| Şekil 3.1. Yalakdere örnek alma istasyonları.....  | 16 |
| Şekil 3.2. Karadere 1. istasyon genel görünümü.....  | 17 |
| Şekil 3.3. Kumocağı 2. istasyon genel görünümü.....  | 17 |
| Şekil 3.4. Subaşı Yolu 3. istasyon genel görünümü.....   | 18 |
| Şekil 3.5. Otoyol 4. istasyon su çekildikten sonraki görünümü.....   | 18 |
| Şekil 3.6. Otoyol 4. istasyon yol yapılması sonrası görünümü.....  | 19 |
| Şekil 3.7. Dere Yolu yeni 4. istasyon genel görünümü.....  | 19 |
| Şekil 4.1. Çalışma döneminde Yalova ilinin aylık ortalama sıcaklık değerleri .....                               | 34 |
| Şekil 4.2. Yalova iline ait aylık ortalama yağış şiddeti değerleri.....  | 34 |
| Şekil 4.3. Yalova ilinin uzun yıllara ait toplam yağış verileri .....  | 35 |
| Şekil 4.4. Yalakdere'de tespit edilen bentik omurgasız faunasına ait metre karedeki toplam organizma sayısı..... | 44 |
| Şekil 4.5. 1. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları.....    | 45 |
| Şekil 4.6. 2. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları.....    | 46 |
| Şekil 4.7. 3. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları.....    | 47 |
| Şekil 4.9. Yalakdere'de tespit edilen Oligochaeta grubunun aylık değişimi (org/m <sup>2</sup> ) ....             | 50 |
| Şekil 4.10. Yalakdere'de tespit edilen Baetidae familyasının aylık değişimi (org/m <sup>2</sup> )...             | 51 |
| Şekil 4.11. Yalakdere'de tespit edilen Chironomidae larvalarının aylık değişimi (org/m <sup>2</sup> ) .....      | 56 |
| Şekil 4.12. Yalakdere'de tespit edilen Chironomidae pupalarının aylık değişimi (org/m <sup>2</sup> ) .....       | 57 |
| Şekil 4.13. Yalakdere'de tespit edilen Simuliidae larvalarının aylık değişimi (org/m <sup>2</sup> ) .            | 59 |
| Şekil 4.14. Yalakdere'de tespit edilen Simuliidae pupalarının aylık değişimi (org/m <sup>2</sup> ) .             | 59 |
| Şekil 4.15. Trent Biyotik İndeks skor sisteminin çalışma dönemi boyunca aylık değerleri.....                     | 62 |
| Şekil 4.16. Genişletilmiş İtalyan Biyotik İndeks (IBE)'in çalışma dönemi boyunca aylık değerleri.....            | 63 |
| Şekil 4.17. Belçika Biyotik İndeks skor sisteminin çalışma dönemi boyunca aylık değerleri.....                   | 64 |
| Şekil 4.18. Chandler skor sisteminin çalışma dönemi boyunca aylık değerleri.....                                 | 65 |
| Şekil 4.19. 1. istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi.....   | 66 |
| Şekil 4.20. 2. istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi.....   | 66 |
| Şekil 4.21. 3. istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi.....   | 67 |
| Şekil 4.22. 4. istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi.....   | 67 |
| Şekil 4.23. 1. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi .....                                 | 69 |

|   |    |
|---|----|
| Şekil 4.24. 2. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi .....                            | 69 |
| Şekil 4.25. 3. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi .....                            | 70 |
| Şekil 4.26. 4. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi .....                            | 70 |
| Şekil 4.27. Bentik makroomurgasızlara ait toplam takson sayısı değerlerinin değişimi                        | 72 |
| Şekil 4.28. Ephemeroptera takson zenginliği değerlerinin değişimi .....                                     | 73 |
| Şekil 4.29. Plecoptera takson zenginliği değerlerinin değişimi .....  | 73 |
| Şekil 4.30. Diptera takson zenginliği değerlerinin değişimi .....   | 74 |
| Şekil 4.31. Trichoptera takson zenginliği değerlerinin değişimi .....                                       | 75 |
| Şekil 4.32. EPT takson zenginliği değerlerinin değişimi .....   | 75 |
| Şekil 4.33. Ephemeroptera takson zenginliği değerlerinin değişimi .....                                     | 76 |
| Şekil 4.34. EPT/Diptera takson zenginliği değerlerinin değişimi.....  | 77 |
| Şekil 4.35. EPTCBO takson zenginliği değerlerinin değişimi.....   | 77 |
| Şekil 4.36. Ephemeroptera kompozisyon ölçümleri değişimi .....  | 78 |
| Şekil 4.37. Plecoptera kompozisyon ölçümleri değişimi .....   | 79 |
| Şekil 4.38. Trichoptera kompozisyon ölçümleri değişimi .....  | 79 |
| Şekil 4.39. EPT kompozisyon ölçümleri değişimi.....   | 80 |
| Şekil 4.40. Diptera kompozisyon ölçümleri değişimi.....   | 81 |
| Şekil 4.41. Chironomidae kompozisyon ölçümleri değişimi .....   | 81 |
| Şekil 4.42. Oligochaeta kompozisyon ölçümleri değişimi .....  | 82 |
| Şekil 4.43. EPT/OL kompozisyon ölçümleri değişimi .....   | 83 |
| Şekil 4.44. Portekiz gold indeksi sonuçlarının aylık değişimi .....   | 83 |
| Şekil 4.45. %Hydropsychidae/Trichoptera ölçümleri değişimi .....  | 84 |
| Şekil 4.46. %Baetidae/Ephemeroptera ölçümleri değişimi.....   | 85 |
| Şekil 4.47. %Caenidae/Ephemeroptera ölçümleri değişim.....  | 85 |
| Şekil 4.48. 1. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler..... | 87 |
| Şekil 4.49. 2. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler..... | 87 |
| Şekil 4.50. 3. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler..... | 88 |
| Şekil 4.51. 4. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler..... | 88 |
| Şekil 4.52. Simpson çeşitlilik indeksine ait aylık değişimler.....  | 89 |
| Şekil 4.53. Margalef çeşitlilik indeksine ait aylık değişimler.....   | 89 |
| Şekil 4.54. Otlayıcılar ve kazıcılar besin tipleri değişimi .....   | 90 |
| Şekil 4.55. Madenciler besin tipi değişimi.....   | 91 |
| Şekil 4.56. Parçalayıcılar besin tipleri değişimi.....  | 91 |
| Şekil 4.57. Toplayıcılar/Kollektörler besin tipleri değişimi.....   | 92 |
| Şekil 4.58. Aktif filtre besleyiciler besin tipi değişimi .....   | 93 |
| Şekil 4.59. Pasif filtre besleyiciler besin tipi değişimi.....  | 93 |
| Şekil 4.60. Yırtıcılar besin tipi değişimi .....  | 94 |
| Şekil 4.61. Parazitler besin tipi değişimi.....   | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 4.62. Bentik omurgasız taksonlarının istasyonlara göre dağılımı ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren CCA ordinasyon grafiği (1-12 arasındaki sayılar ayları temsil etmektedir 4=Nisan, 5=Mayıs 6=Haziran, 9=Eylül, 10= Ekim, 11= Kasım, 12= Aralık, 1 =Ocak, 2=Şubat, 3= Mart, üçgen 1.istasyon, daire 2. İstasyonu, yıldız 3. İstasyonu, artı ise 4. İstasyonu temsil etmektedir). .... | 97  |
| Şekil 4.63. Bentik omurgasız taksonları ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren CCA ordinasyon grafiği. CCA ekseninde temsil edilen bentik omurgasız taksonlarına ait kısaltmalar Çizelge 4.2. de verilmiştir. ....   | 98  |
| Şekil 4.64. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren RDA ordinasyon grafiği .....  | 102 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

|   |     |
|---|-----|
| Çizelge 3.1 İstasyonların Koordinatları.....  | 20  |
| Çizelge 3.2. Kimyasal analizlerde kullanılan standart yöntemler.....  | 21  |
| Çizelge 3.3. Kıta içi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....   | 22  |
| Çizelge 3.4 Kullanılan metriklerin çeşitleri ve kısaltmaları.....   | 25  |
| Çizelge 3.5 TBI değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları.....  | 26  |
| Çizelge 3.6. IBE değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları.....   | 27  |
| Çizelge 3.7. BBI değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları.....   | 27  |
| Çizelge 3.8. BMWP değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları.....  | 28  |
| Çizelge 3.9. BMWP-Sp değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları.....   | 28  |
| Çizelge 3.10. ASPT değerlerinin karşılık geldiği su kalite sınıfları aralıkları.....  | 28  |
| Çizelge 3.11. ASPT-Sp değerlerinin karşılık geldiği su kalite sınıfları aralıkları.....   | 29  |
| Çizelge 3.12. Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi sonuçlarının değerlendirilmesi.....   | 31  |
| Çizelge 4.1. Yalacdere'de dört istasyona ait fiziksel ve kimyasal değişkenlerin Minimum, Maksimum, Aritmetik Ortalama ve Standart Hata sonuçları.....                           | 36  |
| Çizelge 4.2. Yalacdere'de tespit edilen bentik makroomurgasızlara ait takson listesi, istasyonlara göre bulunurlukları ve istatistikte kullanılan taksonların kısaltmaları..... | 41  |
| Çizelge 4.3 Fiziksel ve kimyasal değişkenler için uygulanan PCA analizi sonuçları.....  | 95  |
| Çizelge 4.4 Bentik omurgasızlara ait metrikler ve DCA eksenleri arasındaki korelasyon ilişkisi.....   | 99  |
| Çizelge 4.5. Çevresel Değişkenlere Ait İlk İki PCA Ekseni ile Bentik Omurgasızlara ait anlamlı Metrikler Arasındaki Spearman Rank Korelasyonu sonuçları.....                    | 100 |

## 1. GİRİŞ

Akarsular kirletici etmenlerden en çok etkilenen sucul ekosistemlerdir. Akarsular uzun bir alan kat etmeleri ve göl, gölet, baraj ya da denize dökülmelerinden dolayı kirlilik düzeyleri çevre kalitesi açısından oldukça önemlidir (Kalyoncu ve Zeybek 2009). Eski çağlardan beri akarsuları etkileyen kirletici unsurların var olduğu bilinmektedir. Bu kirletici unsurlar kısa mesafede seyrelip, doğal yollardan parçalanabilmektedir. Fakat sanayinin ve insan nüfusunun artması su kütlelerindeki baskıyı giderek arttırmış ve akarsular kendi kendini yenileyemez hale gelmiştir. Bu durum sucul ekosistemin yanında insanları ve diğer canlıları da olumsuz etkilemektedir. Su kirliliğinin giderek önemli boyutlara ulaşması, ülkeleri bu konuda ciddi önlemler almaya zorlamıştır. Avrupa Birliği su kirliliğini azaltmak ve suyun sürdürülebilir kullanımını sağlamak için 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı “Su Çerçeve Direktifi”ni yürürlüğe koymuştur.

Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive), Avrupa Birliği'nin çıkardığı en kapsamlı su mevzuatıdır. Bu direktif Avrupa Birliği üye ülkeleri ve aday ülkelerde suyun sürdürülebilir kullanımının sağlanması için belirli hedefler ortaya koymuştur. Temel hedef, tüm su kütlelerinin 2015 yılına kadar en azından "*iyi kalite su*" seviyesine getirilmesidir (Anonim 2000).

Su Çerçeve Direktifi'nin diğer direktiflerden (ör: nitrat direktifi, tehlikeli maddeler direktifi) farkı entegrasyon (bütünleşik) kavramıdır. Su Çerçeve Direktifi biyolojik olarak sağlıklı su ortamı oluşturmanın yanında ekonomik ve toplumsal durumları da göz önünde bulunduran bir direktiftir.

Türkiye yakın bir gelecekte Avrupa Birliği'ne girmeyi hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşmak için de birlik yönetmeliklerinin uyumlulaştırılması ve uygulanması gerekmektedir. Türkiye'nin Avrupa Birliği Müktesebatına Uyum Programı çerçevesinde (Anonim 2005) yasal düzenlemelerin yapılması öngörülen öncelikli alanlardan biri de, “Çevre” alanıdır (Dalkılıç ve Harmancıoğlu 2008). Hırvatistan Avrupa Birliği aday ülkelerinden biriyken su çerçeve direktifine uygun su kalitesini belirleme ve biyolojik izleme çalışmalarına ağırlık vermiştir (Barcelo ve Petrovic 2006, Kerovec ve Mihaljevi 2010, RaĀa ve Puljas 2010, Gonzalez ve ark. 2012, Plenković-

Moraj ve ark. 2013). Bizim de Hırvatistan gibi Avrupa Birliği uyum sürecinde Su Çerçeve Direktifi hedeflerine uygun çalışmaları arttırmamız gerekmektedir.

Su Çerçeve Direktifin 'de temel hedeflerden biri, başta mevcut durumdaki suların havza bazında su kalitesinin belirlenmesi ve belirli periyotlarda izlenmesi gelmektedir. Su kalitesinin ve izleme periyotlarının belirlenmesinde fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler beraber değerlendirilmektedir (Anonim 2012b). Fiziko-kimyasal analizler akarsuyun o anki durumu hakkında bilgi verirken biyolojik veriler kullanılarak yapılan su kalitesi çalışmalarında orta ve uzun vadedeki su kalitesi hakkındaki verilere ulaşılabilmektedir (Sukatar ve ark. 2006).

Su Çerçeve Direktifin'de makrozoobentik omurgasızlar, fitoplankton, perifiton, makrofit ve balıklar su kalitesinin belirlenebilmesi için önemli indikatörler olarak belirlenmiştir (Anonim 2000, Anonim 2012b). Bu canlı grupları içerisinde ise en fazla ilgiyi makrozoobentik omurgasızlar çekmektedir. Bu canlılar, makrofit ve algelere göre daha uzun bir yaşam döngüsüne sahip olmaları, balıklarla karşılaştırıldığında çevresel değişikliklere daha kısa sürede tepki vermeleri, toplanmalarının kolay ve ucuz olması, özellikle cins ve familya düzeyinde teşhislerinin yeterli olması gibi nedenlerle su kalitesi çalışmalarında sıklıkla tercih edilir (Bonada ve ark., 2006).

Su kalitesini belirlemek için makroomurgasız gruplarının kullanıldığı birçok metrik geliştirilmiştir (Woodiwiss 1964, Chandler 1970, Hellawell 1978, Armitage ve arkadaşları 1983, Hilsenhoff 1987). Bu metriklerin bazılarını araştırmacılar kendi ülkelerine uyarlamış ve yeni versiyonlarını geliştirmişlerdir. İtalyan modifikasyonu EBI (Ghetti, 1986), İspanya modifikasyonu BMWP-Sp (Alba-Tercedor ve Sánchez-Ortega 1988), Tayland modifikasyonu BMWP<sup>THAI</sup> (Mustow 2002) bunlara bazı örneklerdir.

Türkiye'ye ait de bir BMWP versiyonu Kazancı ve ark. (2013) tarafından Yeşilirmak-BMWP olarak geliştirilmiştir. Fakat şu an için Türkiye'de bulunan tüm akarsulardaki bentik omurgasız faunası hakkındaki bilgiler yetersizdir. Ayrıca farklı coğrafik bölgeler, farklı tipteki akarsuların çokluğu, yüksek endemizm gibi etkenlerden dolayı, tüm Türkiye'yi kapsayan tek bir indeks oluşturmak olanaksız görülmektedir. Bu nedenle, oluşturulacak bölgesel indeksler daha kullanışlı olacaktır (Kazancı ve ark. 2013). Bu nedenle bir çalışma bölgesinde mümkün olduğunca fazla metrik denenmeli ve hangi



metriğin bentik omurgasız komünite yapısını en iyi şekilde temsil ettiği uygun istatistiksel analizler kullanılarak test edilmelidir.

Çalışma alanı olan Yalacdere eski yıllarda Hersek Lagünü'nü beslemektedirken daha sonra tektonik etkenlerle batıya yönelmiştir (Uzun 2014). Lagüne uzun yıllar boyunca tatlı su girişinin olmaması doğal su rejimini bozmuştur (Anonim 2012a).

Hersek lagünü; 2013 yılında yönetim planı çalışması gerçekleştirilmiştir. Yönetim planında “Biyolojik çeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi “ ve “ biyolojik çeşitliliğin korunarak tanınmasının sağlanması, doğa turizmi yönünden geliştirilmesi” şeklinde iki ana hedef belirlenmiştir (Anonim 2013). Faaliyet hedeflerine göre alana kontrollü su verilmesi, göldeki yüksek tuzluluk oranının kontrol altına alınması lagünün eski özelliğine kavuşması için gereklidir. Bu nedenle bir kanal sistemi ile Yalacdere'den Hersek Lagünü'ne su taşınması Yönetim planının faaliyetlerinden bir tanesidir.

Bu çalışmada, Yalacdere'nin bentik makro omurgasızları kullanılarak biyolojik olarak su kalitesini belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede Yalacdere'nin mevcut durumu ortaya konularak olası kanal bağlantısının sonuçları biyolojik olarak öngörölmeye çalışılacaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Diğer Ülkelerde Bentik Makroomurgasızların Kullanıldığı Metriklerin Su Kalitesi Çalışmalarına Uygulanması

Clenaghan ve ark. (1998) İrlanda'da ağaçlandırılmış bir bölgede bulunan nehir havzasından bentik omurgasızları iki yıl boyunca örneklemiştir. Fiziko-kimyasal ve biyolojik verileri istatistiksel analizlerle birlikte ortaya koymuşlardır. Bentik omurgasız kompozisyonlarını; suyun asidik olması, alg biyokütlesi, gölgeleme ve tarımsal girdiler gibi ekolojik faktörlerin yanında alt havzadaki değişimler, fiziko-kimyasal ve mevsimsel değişikliklerin etkilediğini bulmuşlardır.

Angradi (1999) ince sediment ve bentik omurgasızlar arasındaki ilişkiyi metriklerle ve istatistiksel analizlerle ortaya koymuştur. Appalachian nehrinde kış ve bahar aylarında taban akışı yüksek ve düşük birincil üretim vardır. Bu mevsimde ince sediment yapısının Chironomidae familyası taksonlarını önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Sandin ve Johnson (2000), takson zenginliği, toplam sıklık, Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera (EPT) takson metriği, Shannon-Wiener ve Simpson çeşitlilik indeksleri, Average Score Per Taxon (ASPT), Danish Fauna İndeks (DFI) metriklerini, örnekledikleri bentik omurgasızlara uygulamışlardır ve istatistiksel olarak nehrin asidifikasyonu ile ötrafikasyonunu ilişkilendirmişlerdir. Takson zenginliği, EPT takson sayısı ve ASPT, DFI metriklerinin sonuçları nehir hakkında en bilgilendirici; toplam sıklık ise daha az bilgilendirici olmuştur.

Mebane (2001) akarsudaki ortak bozulmalardan olan aşırı sediment ve metal konstrasyonu artışının bentik makro omurgasızlar, iskorpit ve salmonidlerin verdikleri tepkilere göre belirlemeyi amaçlamıştır. Yedi metriğin kombine edildiği makro omurgasız biyotik indeks (MBI) ile su kalitesini belirlemişlerdir. EPT taksonlarının bakıra duyarlı olduğu bulunmuş, iskorpit ve salmonidlerin yaş aralıklarının ince sedimentte gerilediği görülmüştür.

Capitulo ve ark. (2001) Arjentin'in Pampean nehrinde çalışmaları sonucunda yeni bir biyotik indeks (IBPAMP: Biotic Index for PAMPean rivers and streams)

geliştirmişlerdir. Genel olarak IBPAMP indeksinin; takson zenginliği, çeşitlilik ve birkaç biyotik indekslerle bağdaştığı görülmüştür.

Kaller ve ark. (2001) 1999 ve 2000 yıllarının yaz mevsiminde surber örnekleycisiyle bentik omurgasızları örneklemişlerdir. Takson zenginliklerini yüzde olarak vermişlerdir ve metrik sonuçlarını sedimentle ilişkilendirmişlerdir. Yıllık akış farklılıklarının; sedimentle bentik makro omurgasız ilişkisini bozduğunu tespit etmişlerdir. İstikrarlı akış olan durumlarda EPT takson zenginliği ve % tırmanıcı (climber) seviyelerinin arttığını belirlemişlerdir.

Weigel ve ark. (2002) su kalitesini belirlemek için takson zenginliği, % EPT, % Chironomidae bireyleri, Hilsenhoff Biyotik İndeks, % çöküntü bireyleri, % yırtıcı bireyleri ve % toplayıcı bireyleri ve biyotik bütünlük indeksi (IBI) metriklerini uygulamışlardır. IBI metriğinin, orta-batı Meksika'da akarsuların ekolojik olarak su kalitesinin belirlenmesi için en uygun metrik olduğu görülmüştür.

Iliopoulou-Georgudaki ve ark (2003) Yunanistan'ın Alfeios ve Pineios akarsularında çalışmışlardır. Biyolojik metrik olarak; Trent Biyotik İndeks (TBI), Genişletilmiş Trent Biyotik İndeks, Belçika Biyotik İndeks (BBI), Biological Monitoring Working Party (BMWP) skor, Average Score Per Taxon (ASPT), Iberian BMWP (IBMWP), Iberian ASPT (IASPT), Lincoln Kalite İndeksi (LQI) ve Indice Biotico Estesio (IBE) kullanmışlardır. Akarsuya en uygun metriklerin; BBI ve IBE olduğunu tespit etmişlerdir.

Yuan ve Norton (2003) artan stresle beraber bentik omurgasızların verdiği tepkileri metriklerle belirlemişlerdir. Yüksek metal ve iyon konstrasyonlarına en hassas grubun Ephemeroptera grubu olduğunu belirlemişlerdir.

Mancini ve ark. (2004) Genişletilmiş Biyotik İndeks'i (EBI) modifiye etmişler, İtalya'nın birçok nehrinde 101 noktada İtalyan versiyonunu uygulamışlardır. Bu verilerin, referans istasyonların ve su çerçeve direktifince tanımlanan ekotiplerin belirlenmesi için kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Czerniawska-Kusza (2005) BMWP'nin Polonya versiyonunu geliştirmiştir (BMWP(PL)). Araştırmacılar bu indeksin daha çok çalışmayla etkinliğini test edilmesi gerektiği görüşündedir. Ayrıca indeksin su kalitesi izleme ve denetiminden sorumlu yetkililer için yararlı olacağını düşünmektedirler.

Semenchenko ve Rybianets (2006) Belarus'un Dniپر nehrinde örnekleme yapmışlardır. Su kalitesini belirlemek için; TBI, Genişletilmiş Biyotik İndeks (EBI), BMWP, ASPT, EPT metriklerini ve kimyasal verileri kullanmışlardır. Çalışmada biyolojik su kalitesi "iyi" değerinin altına düşmemiştir.

Testi ve ark. (2007) makroomurgasızlara ait EBI metriğiyle ve bitkilere ait Hemeroby metriği arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak ortaya koymuşlardır. EBI ve Hemeroby metriklerinin biyolojik izleme çalışmalarına uygun olduklarını ortaya koymuşlardır.

Buss ve Borges (2008) makroomurgasız rneklemesinde kullanılması gereken aę aralıkları üzerinde çalışmışlardır. Maliyet/etkinlik oranlarına baktıklarında en uygun aę aralığının Brezilya için 500 m olduğunu belirlemişlerdir. Su kalitesini belirlemek için ise BMWP metriğini kullanmışlardır.

Langford ve ark. (2009) aşırı kirletilmiş nehirlere karşı alınacak önlemlerle ilgili bir çalışma yapmışlardır. nlemlerin su ereve direktifi hedeflerini karşılaması açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Su kalitesini belirlemek için BMWP ve ASPT metriklerini kullanmışlardır. Öncelikle su kalitesini düşüren sınırlayıcı etkenleri belirlemek, sonrasında ise biyolojik kurtarma planı oluşturulabildiği görüşündedirler.

Raa ve Puljas (2010) "Karstik nehirler kendi biyotik indeksini hak ediyor mu? Hırvatistan makrozoobentozunda on yıllık bir çalışma" adlı çalışmada dört karstik nehrin on yıllık verilerini sunmuşlardır. alışmalar sonucunda Iliric Biyotik İndeksi Avrupa Birliği Su ereve Direktifine uygun olarak Hırvatistan'da karstik nehir su kalitesinin belirlenmesinde standart olarak önerilmiştir.

Bieger ve ark. (2010) Brezilya'nın Sinos nehrinden bentik makroomurgasız örnekleme yapmışlardır. Su kalitesini Family Biyotik İndeks (FBI) ve BMWP metriklerini

kullanarak belirlemişlerdir. Biyotik indekslerin, havza genelinde su kalitesi ile ilgili değişiklikleri yansıttığını söylemişlerdir.

Ferreira ve ark. (2011) otuz adet metriği Bentik Multimetrik İndeksi (BMI) oluşturmak amacıyla değerlendirmişler ve içlerinden altı tanesini; "familya zenginliği, % Oligochaeta, % Chironomidae + Oligochaeta (% CHOL), % EPT (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera), % Collector-gatherers ve BMWP-CETEC" biyotik indekslerini uygun bulmuşlardır.

Mugnai ve ark (2011) bentik makroomurgasızları kullanarak su kalitesini belirlemek amacıyla Índice Biótico Estendido – Instituto Oswaldo Cruz (IBE-IOC) metriğini kullanmışlardır. Bu metriğin, sığ sular için uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Alvial ve ark. (2012) Şilide oniki akarsuda yaptıkları çalışmada ChBMWP ve ChIBF (İndeks Biotik Family ve Biological Monitoring Working Party' nin Şili versiyonları) metriklerini kullanmışlardır. ChIBF metriği ChBMWP metriğine göre daha anlamlı sonuç vermiştir. Fakat doğruluğunu tespit etmek için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini söylemişlerdir.

Mahazar ve ark. (2013) Malezya'nın Penchala nehrinin su kalitesini belirlemek için, fiziko-kimyasal değerleri Water Quality Index (WQI) ile bentik makroomurgasızları ise BMWP metriğiyle değerlendirmişlerdir. Metriklere göre, su kalitesi memba kısmında “iyi” iken mansaba doğru su kalitesinin bozulduğunu tespit etmişlerdir.

Lewin ve ark (2014) yeni multimetrik bir indeks olan MMI\_PL indeksini kullanmışlardır. Akarsularda referans noktalarını ve insan etkilerini değerlendirmek için geliştirilmiş yeni bir metriktir.

Lorion (2014) Kosta Rika'nın akarsularından 2005 ve 2006 yıllarında birçok örnekleme noktasından bentik makroomurgasız örneklemiş ve BMWP nin Kosta Rika versiyonunu geliştirmiştir (BMWP-CR). Örnekleme fazlalığı ile elde edilen verilerin, Kosta Rika versiyonunu güvenilir ve tutarlı bir hale getirdiği görüşündedir.

Clews ve ark. (2014) örneklenen bentik makroomurgasızlarla su kalitesini belirlemişlerdir. Bazı metriklerin Singapur versiyonlarını denemişlerdir (Biyolojik

kalite indeksi, , ağırlık bentik kalite indeksi, BQIW's, Hilsenhoff\_SING biyotik indeks; ve Hulbert\_SING). Farklı stres seviyelerini ayırt etmek için en uygun metriğin BQI\_SING olduğu tespit edilmiştir.

Narangarvuu ve ark. (2014) Aralık 2010 - Aralık 2011 tarihleri arasında yedi örnekleme noktasından bentik makroomurgasız örnekleme yapılmıştır. Fiziko-kimyasal ölçümlerin yanı sıra sıklık, bolluk, Shannon, Simpson ve Pielou' nun çeşitlilik indekslerini kullanmışlardır. Bentik omurgasız metriklerinden FBI ve HBI'ı kullanarak su kalitesini belirlemişlerdir. Su kalitesinin mabdan mansaba doğru gitgide kötüleştiğini tespit etmişlerdir.

Serpa ve ark. (2014), su çerçeve direktifine uygun entegre bir çalışma yapmışlardır. Su kalitesinin değerlendirilmesinde; fizikokimyasal, biyolojik ve ekotoksikolojik bir yaklaşımda bulunmuşlardır. Su kütlesinin bozulan durumuna rağmen, ekotoksikolojik yaklaşımla sudaki organizmalar için toksik belirgin hiçbir belirtiyeye rastlamamışlardır.

## **2.2. Ülkemizde Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları**

Türkiye'de akarsularda biyotik indeks uygulamaları yenidir ve Türkiye'de su kalitesi ve izlenmesinde biyolojik parametrelerin kullanımı 1982 yılında DSİ Genel Müdürlüğü ve İngiliz Hükümeti'nin birlikte gerçekleştirdiği proje ile başlamıştır (Anonim 1989).

Torunoğlu ve ark. (1989), "Ulubat gölü ve havzası" adlı çalışmada havzanın 1985 yılı sonbaharından 1988 sonbaharına kadar sürmüş olan su kalitesi gözlem çalışmalarından elde edilen bulguları ortaya koymuşlardır. Belirlenen istasyonlarda bentik makroomurgasız faunasıyla su kalitesini tespit etmişlerdir. Göl için öncelikli yapılması gerekenin; kaynakları belli olan kirleticilerin kirleticilik fonksiyonlarını azaltıp, yok etmek olduğunu söylemişlerdir

DSİ tarafından "Sakarya ve Seyhan Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Bu Havzalarda Kalite Sınıflarının Tespiti Projesi" 1989-1991 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Bu projede su kalitesini belirlemek için, fiziksel ve kimyasal analizlerin yanında biyolojik yönden de araştırılmıştır. TBI ve BMWP yöntemleri kullanılmıştır. (Anonim 1992).

Kazancı ve ark. (1992), Köyceğiz – Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesinde ekosistemin korunabilmesi için yaptığı çalışmada fiziksel ve kimyasal parametreler ile biyolojik parametrelerin birlikte değerlendirilmesiyle bu bölge için en uygun indeksin BBI olduğu tespit etmişlerdir.

Kazancı ve Girgin (1996), 1991 ve 1992 yıllarında Ankara Çayı'nda belirledikleri 20 örnekleme noktasında yaptıkları çalışmada, çayın fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemişler ve bentik omurgasızları örneklemişlerdir. En yaygın kullanılan indekslerden BMWP, CHANDLER ve BBI'ı denemişler ve BBI'ı en uygun indeks olarak belirlemişlerdir.

Girgin ve Kazancı (1997), Kirmir çayı'da yaptıkları çalışmada biyotik indeks uygulamışlardır. BBI'nın en uygun indeks olduğu belirlenmiş ve çayın biyolojik su kalite haritası çizmişlerdir.

İmamoğlu (2000) "Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönden İncelenmesi" adlı yüksek lisans tezinde çeşitlilik, benzerlik, baskınlık, sıklık metriklerini uygulamıştır. Ayrıca Belçika Biyotik İndeksi (BBI) ile Saprobi İndeks kullanarak biyolojik su kalitesini belirlemiştir. Saprobi indeksi ve BBI indeksine göre, istasyonlar I. - II. Su kalite sınıfında belirlenmiştir.

Şentürk (2003) Emet, Orhaneli ve Mustafakemalpaşa Çayları'nda 2000–2001 yılları arasında yaptığı yüksek lisans tezinde her üç akarsuyun fizikokimyasal özelliklerini ve bentik omurgasız faunasını mevsimsel olarak belirlemiş, uyguladığı TBI, BBI ve BMWP indeksleri ile biyolojik olarak su kalitesini tespit etmiştir.

Dalkıran (2006) "Orhaneli Çayı'nın Epilitik Diyatomeleleri ile Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi Yoluyla Kirlilik Düzeyinin Saptanması" adlı doktora tezinde Orhaneli Çayı'nda kirlilik düzeyini belirlemek için bentik omurgasızlara dayanan 27, epilitik diyatomelere dayanan 20 metrik uygulamıştır. PCA Analizine göre bentik omurgasızlara dayanan birçok kompozisyon, takson zenginliği ve tolerans metriklerinin organik kirlilikle ilişkili olduğunu, çeşitlilik, tolerans/toleranssızlık, bazı takson

zenginliği ve tolerans metriklerinin ise inorganik kirlilik ve jeoloji ile ilişkili olduğunu tespit edilmiştir.

Karacaoğlu (2006) "Emet ayı'nın Epipelik Diyatomeleri ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi İle Kirlilik Düzeyinin Saptanması" adlı doktora tezinde epipelik diyatomelere ve bentik omurgasızlara çeşitli metrikler uygulamıştır. Bentik omurgasızların kominite yapısını en iyi temsil eden metriklerin; kompozisyon metrikleri ve dayanıklılık/dayanıksızlık metrikleri kategorilerine ait metrikler olduğunu bulmuştur. Emet ayı'nın jeolojik yapısının suyun kimyasal kompozisyonunu ve epipelik diyatomelerin ve bentik omurgasızların kominite yapısını etkileyen birincil faktör olduğunu göstermiştir. İstatistiksel sonuçlar çay'da organik kirlenmenin önemli olmadığını, inorganik kirlenmenin daha önemli olduğunu göstermiştir.

Sukatar ve ark. (2006), "Emirâlem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi" alışmasında fiziko-kimyasal ölçümlerin yanısıra biyolojik veriler de (bentik omurgasızlar) kullanmışlar, Saprobi ve Belçika Biyotik İndeksi uygulayarak biyolojik su kalitesi belirlemişlerdir. Emirâlem deresinin, fiziko-kimyasal açıdan I. ve II. sınıf su kalitesinde, Saprobi indeksine göre; I. ve II. sınıf su kalitesinde, BBI'a göre; II. sınıf su kalitesinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Duran (2006) Tokat ilinin Behzat ayında 1998-2002 yılları arasında aylık olarak bentik omurgasız örnekleme yapımuştır. Genişletilmiş Trent Biyotik İndeks (ETBI), BBI, Chandler ve Revize Edilmiş Biological Monitoring Working Party (Rev. BMWP) yöntemlerini uygulayarak derenin su kalitesini tespit etmiştir. Fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ordinasyonu PCA (Principal Components Analysis) analizine göre gerçekleştirmiştir. Behzat ayı genellikle iyi su kalitesinde tespit edilmiş, fakat mansaba doğru çayın antropojenik etkilerin tehidi altında olduğunu vurgulamıştır.

Balık ve ark. (2006) "Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk, İzmir) Aşağı Havzasındaki Kirliliğin Makro Bentik Omurgasızlar Kullanılarak Saptanması" adlı çalışmada Mayıs 2003 ile Nisan 2004 tarihleri arasında aylık olarak 6 istasyondan bentik omurgasız örnekleme yapımuşlardır. Bentik omurgasızların baskınlık ve frekans değerleri hesaplamış, su kalitesini belirlemek için de BBI kullanmışlardır. Yapılan kimyasal ve



biyolojik tayinler sonucunda, Küçük Menderes Nehrinin su kalitesi seviyesinin “Aşırı Kirli Sular” grubuna girdiğini tespit etmişlerdir.

Duran ve ark. (2007), Ekim 2005 - Eylül 2006 ayları arasında Gökpınar Çayı’nda tespit edilen makro omurgasızları Family Biyotik İndeksini uygulamışlardır. Genel olarak Gökpınar Çayı’nın I. sınıf su kalitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Duran ve Suiçmez (2007) Tokat ilinin Çekerek deresinde 10 örnekleme noktasından bentik omurgasız örnekleme yapmış ve ETBI, Chandler, BBI, North Carolina Biyotik İndeks (NCBI) ve Rev. BMWP metriklerini uygulamışlardır. Çekerek deresinin biyolojik ve fiziko-kimyasal verilere göre I. Sınıf su kalitesinde olduğunu belirlemişlerdir.

Türkmen ve Kazancı (2008) "Bolu İli'ndeki Bazı Akarsuların Referans İstasyonlarının Saprobik İndeks Kullanılarak Su Kalitelerinin Değerlendirilmesi" adlı çalışmada 3-5 Haziran 2007 tarihinde 10 istasyonda araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada Türkiye'de ilk defa referans habitatların kalitelerini belirlemede saprobik indeks kullanmışlardır. Bulgular sonucunda 10 istasyondan 7'sinin referans habitat özelliğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. İstasyonların su kaliteleri ise I. ve II. sınıf olarak kaydetmişlerdir.

Kalyoncu ve ark. (2008), "Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi " adlı çalışmada akarsuyun biyolojik su kalitesi tayini için BBI uygulamışlardır. Çeşitlilik analizi için ise Margaleff Çeşitlilik indeksini kullanılmışlardır. Fizikokimyasal değişkenlerin makroomurgasız çeşitliliği üzerindeki etkilerini de Doğrusal Regresyon analizi kullanarak değerlendirilmişlerdir. İstatistik analize göre, fizikokimyasal parametrelerin makroomurgasız çeşitliliği üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Kazancı ve ark. (2008), Yeşilırmak Nehri'nin kollarından biri olan Kelkit Çayı'nın habitat kalitesine ilişkin, 14 - 31 Temmuz 2008 tarihleri arasında yürütülmüş olan çalışmada Hilsenhoff Familya indeksini ve EPT indeksini uygulamışlardır. Ayrıca istasyonlara göre baskın familyalar, baskın familya katkısı ve takson zenginliğini de belirlemişlerdir. Metrik sonuçlarına göre; akarsuyun alt bölgelerindeki istasyonlar en kirli istasyonlar olarak bulmuşlardır.

Kalyoncu ve ark. (2009), Aksu çayı çayında yaptıkları çalışmada bentik omurgasızları ve diyatomeleleri kullanarak biyolojik su kalitesini belirlemişlerdir. BMWP, Saprobi İndeks, EBI, Biyotik Sediment İndeksi (BSI) , Pampean Biyotik İndeksi (IBPAMP), Modifiye Hilsenhoff Biotik İndeksi (MHBI) ve Hilsenhoff indekslerini uygulamışlardır. Bu çalışmada Türkiye’de diatome ve bentik omurgasız biyotik indekslerinin kullanılabilirliklerini ve birbirleri arasındaki ilişkileri ortaya koymayı amaçlamışlardır.

Kalyoncu ve Zeybek (2009), Ağlasun ve Isparta Derelerinin bentik omurgasız faunasını araştırmışlardır. Su kalitesini BBI’la ortaya koymuşlardır. Ağlasun Deresi I. ve II. kalite sınıfları arasında tespit etmişler ancak, Isparta Deresi’nde belirledikleri istasyonların aşırı derecede kirli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Türkmen ve Kazancı (2010) "Türkiye’deki bir ulusal parktaki akarsuların taban büyük omurgasız topluluklarına farklı biyoçeşitlilik indekslerinin uygulanması" adlı çalışmada Haziran 2007’de, Yedigöller Ulusal Parkı’ndaki 10 istasyondan bentik omurgasız örnekleri toplamışlar; tür, cins ve familya düzeyinde teşhisler yapmışlardır. Bentik omurgasızlarının tür kompozisyonları ve nicel özellikleri Shannon, Simpson, Margalef ve McIntosh Çeşitlilik İndeksleri ile Pielou ve McIntosh Eşitlik İndeksleriyle değerlendirmişlerdir. Bu çalışmadaki biyoçeşitlilik ve eşitlik indekslerinin sonuçları birbirine yakın olup büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Bu nedenle, bozulmamış alanlardaki akarsuların habitat kalitelerini belirleme çalışmalarında bu indekslerin kullanılabilmesi görüşündedirler.

Girgin (2010), Keşap Çayı’nda belirlediği 6 örnekleme noktasından bentik omurgasızları örneklemiş ve BBI metriğini uygulamıştır. BBI indeksine göre derenin su kalitesi II.-IV. sınıf su kalitesi arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Kazancı ve Türkmen (2010), Yeşilırmağın Kelkit kolunda yaptıkları çalışmada ASTERİCS yazılımını kullanarak; BMWP, ASPT, bolluk, org/m<sup>2</sup>), EPT - Takson ve türleri (% Ögütücüler ve % toplayıcılar/Kolektörler) besleme oranlarını belirlemişlerdir. Metrik sonuçlarına göre 3 istasyonu yüksek ekolojik statüde belirlemişler, diğer 7 istasyonu ise orta ekolojik statüde belirlemişlerdir.

Kazancı ve Dgel (2010), "Kanonik uyum analizi kullanılarak düşük nehir sıralı Akdeniz akarsularındaki bentik omurgasız toplulukları üzerine ağır metallerin etkilerinin belirlenmesi" adlı çalışmada Taban büyük omurgasızlarından 75 tür teşhis etmişlerdir. Tr topluluklarının Zn, Cd, Ni, Cu, Fe, Mn, elektriksel iletkenlik, pH, Ca, znmş oksijen ve nitrat ile olan ilişkileri kanonik uyum analizi kullanarak belirlemişlerdir. Kanonik uyum analizine göre, birçok tür Cd ve Ni ile yakın ilişkili ve istasyonlardaki yüksek Ca konsantrasyonu ve yüksek pH değerlerinden dolayı bu metallerin yüksek konsantrasyonlarına karşı dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Girgin ve Kazancı (2010), kentsel bir akarsu olan Ova ayı ve kollarının Mayıs 1991, 1992 ve 2008 deki su kalitesini, bentik makroomurgasızlar ve bazı kimyasal değerşenler kullanarak karşılaştırmayı amaçlamıştır. Su kalitesini belirlemek için BBI kullanmışlardır. Onaltı yıllık süreçte, kirliliğe dirençsiz grupların kirliliğe dirençli gruplarla yer değeritirdiğini görmüşlerdir.

Kalyoncu ve Zeybek (2011) ukurca ve Isparta ayı'nda BMWP, ASPT, BBI, FBI, Saprobi İndeks, EBI, Biotic Index for Pampean Rivers and Streams (IBPAMP) biyotik indekslerinin yanında Margalef (MDI), Simpson (SDI), Shannon-Weaver (SWDI) ve %EPT, %EPT/Chironomus indekslerini de uygulamışlardır. Shannon-Weaver eşitlilik indeksiyle genişletilmiş biyotik indekslerinin en uygun metrikler olduğunu tespit etmişlerdir.

Zeybek ve Kalyoncu (2012) " Köprüçay Nehri'nde Biyotik İndeksler İle eşitlilik İndekslerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi" adlı çalışmada BMWP ve ASPT biyotik indekslerinden elde edilen skor değerleri çeşitlilik değerleri ile benzerlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada her iki indekse göre de en kirlili istasyon 7. istasyon, en temiz istasyon ise 3. istasyon olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada saprobi indeksin çeşitli versiyonlarını da (Alman saprobi indeks [eski ve yeni versiyon], ek Saprobi İndeks, Romanya Saprobi İndeks, Slovak Saprobi İndeks) uygulamışlardır.

Ekingen ve Kazancı (2012), Giresun ilinin Aksu ayı'nda bentik omurgasız faunasının habitat kalitesini Avrupa Birliği Su ereve Direktifi kriterlerine göre değerlendirmişlerdir. Sonuçlara göre bütün istasyonlar iyi su kalitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Kazancı ve ark. (2013), 2008, 2009 ve 2010 yıllarında Yeşilırmak Nehri üzerinde belirlenen 42 istasyonda yürütmüş oldukları çalışmada, Kümeleme analizi sonuçları ile fiziko-kimyasal veriler birlikte değerlendirilerek familyaların BMWP skorları tekrar düzenlenmiş ve Yeşilırmak Nehri'ne özgü yeni bir biyotik indeks oluşturmuşlardır (Yeşilırmak-BMWP, Y-BMWP).

Zeybek ve ark. (2014), Isparta ilinin Değirmendere Çay'ında örnekledikleri bentik makro omurgasızları verilerini ASTERİCS yazılımıyla değerlendirmişlerdir. BMWP ve ASPT' nin farklı versiyonlarını uygulamışlardır. Bu metriklerin Türkiye'nin jeomorfolojik ve çevresel özelliklerine göre adapte edilmesi gerektiğini göstermişlerdir

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Çalışma alanının tanımı ve istasyonlar**

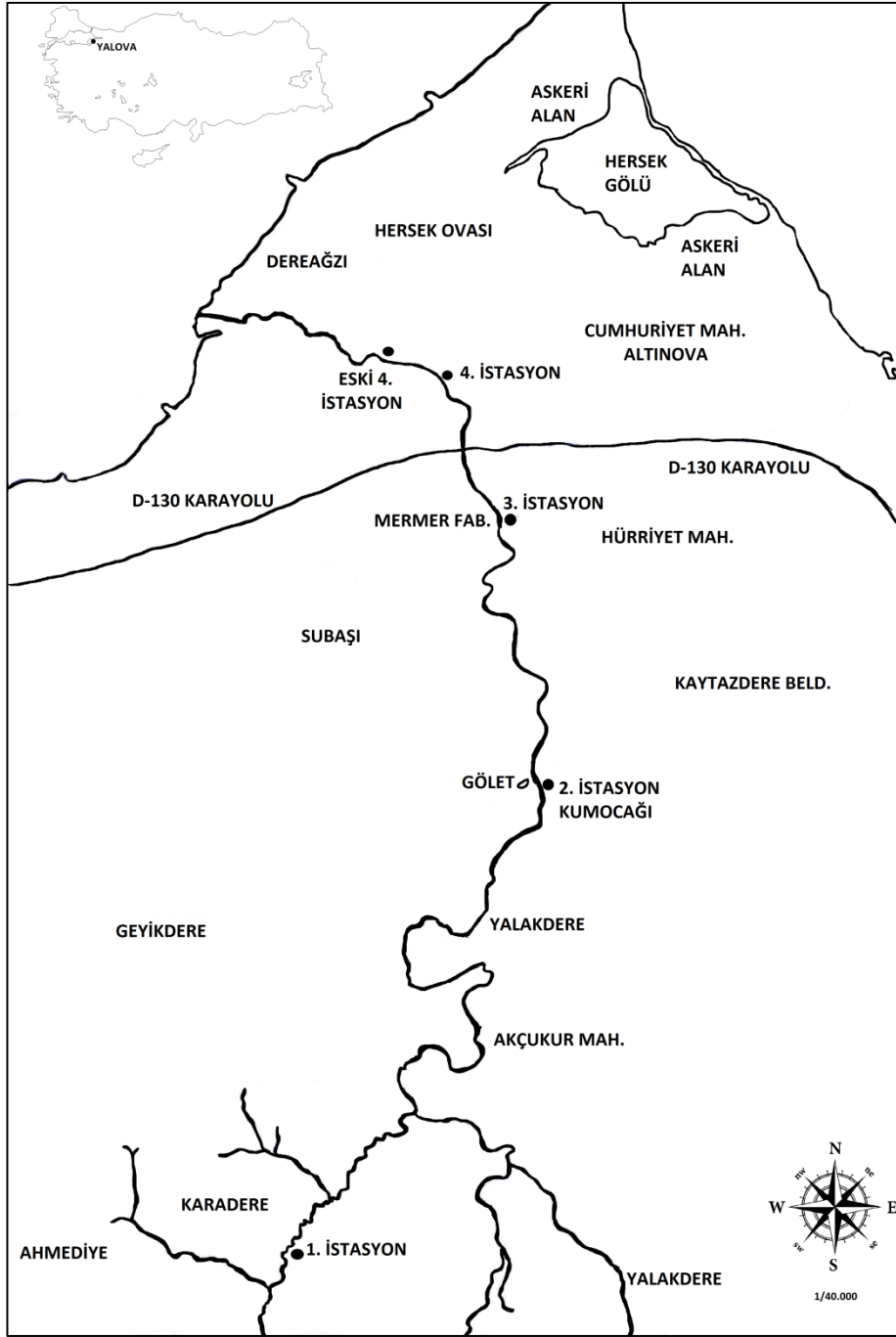
Yalakdere Altınova İlçesi'nin en önemli akarsuyudur. Samanlı Dağlarını yarararak geniş vadiler oluşturup akmaktadır. Aktığı alanda yığıldığı, taşıdığı topraklarla geniş ve çok verimli bir delta oluşturmuştur. Yalakdere, Derbent Deresi, Akçat Deresi ve Sulu Dere gibi derelerle beslenmektedir. Yalakdere'nin oluşturduğu verimli alan üzerinde Hersek Köyü ile Altınova İlçe merkezi kurulmuştur (Anonim 1999a).

Hersek lagünü Yalova ili Altınova sınırları içerisinde yer almaktadır. Yalova'ya 27 km uzaklıktadır. Yüzey alanı yaklaşık 152 hektardır. Lagünü doğal durumunda besleyen tek akarsu Yalakderedir (Anonim 2012a). Yalakdere'nin daha önceki dönemlerde kuzey ve kuzeydoğuya doğru olan ağız kesimi tektonik etkenlerle batıya yönelmiştir (Uzun 2014). Bu nedenle Hersek deltasının kuzey-kuzeydoğu yönlü olan gelişimi, batı yönlü olarak değişmiştir.

Yalakdere, aşağı çığırında yatağının değişmesiyle, Hersek deltasının batısında denize doğru çıkıntı oluşturmaktadır (Uzun 2014). Şu an Yalakdere'nin lagünle hiçbir bağlantısı bulunmamaktadır. Günümüzde lagünün beslenimi fırtınalı havalarda kıyı şeridinden göle taşan deniz suları ile göl yüzeyine düşen yağışlar ile lagünün güneyindeki arazilerin drenaj suları ve yüzeysel akışlarla gerçekleşmektedir (Anonim 2012a).

Hersek Lagünü için yönetim planı gerçekleştirilmiş ve yönetim planı sonucunda iki ana hedef belirlenmiştir (Anonim 2013). Ana hedeflerin altında çeşitli faaliyetler belirlenmiştir. Faaliyetlerden bir tanesi; alana Yalakdere'den bir kanal sistemiyle kontrollü olarak tatlı su taşınmasıyla Lagündeki yüksek tuzluluk oranlarını kontrol edilmesidir.

Yalakdere'de 4 istasyon belirlenmiştir. İstasyonlar mabadan mansaba doğru sırasıyla 1. istasyon (Karadere), 2.istasyon (Kum ocağı), 3. İstasyon (Subaşı Yolu), 4. istasyon (Otoyol), yeni 4. istasyon (4') (Dere Yolu)'dur (Şekil 3.1.).



**Şekil 3.1.** Yalacdere örnek alma istasyonları

1. istasyon Karadere; Yalacdere'nin üst noktasında membasına yakın temiz bir noktadır (Şekil 3.2). 2. istasyon Kumocağı; yakınında kumocağı işletmesi olan önemli stres noktalarındandır (Şekil 3.3.). 3. istasyon Subaşı yolu; Sadık Ahmet Köprüsü'nün altından geçer. İstasyonun yakınında yerleşim yerleri insan kaynaklı stres oluşturabilir (Şekil 3.4.). 4. istasyon ise Yalacdere'nin denize dökülmeden önceki son noktasıdır

(Şekil 3.5.). İzmir-İstanbul otoyolu bir üst geçitle bu istasyondan geçmektedir. Fakat 4. istasyonda, Ekim ayından itibaren bölge İstanbul-İzmir otoyolunun güzergahında olduğu için dere yatağı değiştirilmiş, istasyonun olduğu kısım doldurularak üzerinden yol geçirilmiştir (Şekil 3.6.). Bu sebeple yeni istasyon belirlenmiştir. Aynı mevkide ve benzer şekilde otoyol baskısına sahip, derenin denizle buluşmasına yakın önemli bir istasyondur (Şekil 3.7.). İstasyonların koordinatları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.



**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 yapılması sonrası görünümü



**Şekil 3.7.** Dere Yolu yeni 4. istasyon genel görünümü

**Çizelge 3.1** İstasyonların Koordinatları

| İstasyon No | Koordinatlar (Enlem-Boylam)                               |
|-------------|---|
| 1           | 40 <sup>0</sup> 39' 22.8" N - 29 <sup>0</sup> 29' 28.5" E |
| 2           | 40 <sup>0</sup> 40' 15.5" N - 29 <sup>0</sup> 30' 19.8" E |
| 3           | 40 <sup>0</sup> 41' 24.7" N - 29 <sup>0</sup> 30' 09.9" E |
| 4           | 40 <sup>0</sup> 42' 16.1" N - 29 <sup>0</sup> 29' 31.4" E |
| 4'          | 40 <sup>0</sup> 42' 13.5" N - 29 <sup>0</sup> 29' 47.2" E |

### 3.1.2. Havzanın jeolojik özellikleri

Bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri Bargu ve Sakınç (1989) tarafından ortaya konmuştur. Bu çalışmada çıkarılan bölgenin stratigrafi haritasına göre; istasyonların olduğu bölgeler, Taşlıtepe Formasyonu, Kaytazdere Formasyonu ve Yeni Alüvyon Formasyonu olarak görülmektedir.

Birinci ve 2. istasyon Taşlıtepe formasyonundadır; kumtaşı, silttaşı ve kiltası ile killi kireç taşı gibi kayaların ardalanmasından oluşmuştur. *Nummulites* sp. , *Assilina* sp., *Discoylina* sp, gibi fosil formlar saptanmış olup birimin yaşı Alt-orta Eosen olduğu bulunmuştur. Bu verilere göre, çökme ortamının nadiren az derinleşen sığ bir deniz olduğu anlaşılmaktadır (Bargu ve Sakınç 1989). Yalakdere'de çalışma boyunca tüm istasyonlarda fosil bulgular tespit edilmiştir.

Üçüncü istasyon Kaytazdere formasyonudur; birim tabanı marn seviyesiyle başlar, üzerinde kumtaşı, silttaşı ve marn ile silttaşının ardalanmasından oluşan kumtaşı tabakaları yer alır. Bu kalın kumtaşı tabakaları üzerinde kumtaşı ve silttaşı ardalanmış marn ve kumtaşı seviyeleri ile istif son bulur (Bargu ve Sakınç 1989).

Dördüncü istasyon Yeni alüvyon formasyonudur; bölgede özellikle Yalakdere'nin eski formasyonlardan koparıp getirdiği blok, çakıl ve kum boyutundaki elemanlar Altınova ve Hersek civarında delta şeklinde geniş alanlara yayılmış ve Holosen yaşlı alüvyonal birikintiler oluşturmuşlardır (Bargu ve Sakınç 1989)

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler

Su sıcaklığı (T°C), pH, Elektriksel iletkenlik (EC) ve Çözünmüş oksijen (DO) aylık olarak Hach-Lange marka multi prob ile arazide ölçümleri yapılmıştır. Su analizleri standart metodlara göre (Anonim 1998) Çizelge 3.3.'teki yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Kimyasal analizlerde kullanılan standart yöntemler (Anonim 1998)

|                      | Kısaltma ve birim                    | Yöntem                      |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Bikarbonat           | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | Titrasyon yöntemi           |
| Karbonat             | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) | Titrasyon yöntemi           |
| Fosfat Fosforu       | PO <sub>4</sub> -P (mg/l)            | Askorbik Asit yöntemi       |
| Toplam Fosfor        | TP (mg/l)                            | Persülfat Parçalama yöntemi |
| Nitrit Azotu         | NO <sub>2</sub> -N (mg/l)            | Kolorimetrik metod          |
| Nitrat Azotu         | NO <sub>3</sub> -N (mg/l)            | Kadmiyum İndirgeme Yöntemi  |
| Amonyum Azotu        | NH <sub>4</sub> -N (mg/l)            | Fenat metodu                |
| Toplam Azot          | TN (mg/l)                            | Persülfat Parçalama yöntemi |
| Sülfat               | SO <sub>4</sub> (mg/l)               | Turbidimetrik metod         |
| Klorür               | Cl <sup>-</sup> (mg/l)               | Argentometrik metod         |
| Kalsiyum             | Ca <sup>+2</sup> (mg/l)              | EDTA Titrasyon              |
| Magnezyum            | Mg <sup>+2</sup> (mg/l)              | EDTA Titrasyon              |
| Toplam Organik Madde | TOM (mg/l)                           | Permanganat metodu          |
| Askıda Katı Madde    | AKM (mg/l)                           | Filtrasyon yöntemi          |

Yalacdere'nin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre su kalitesi, “Çevre ve Orman Bakanlığı” tarafından yayınlanmış “Yüzeyel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği” (YSKYY) kapsamındaki kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre belirlenmiş olan kalite kriterlerine göre tespit edilmiştir (Anonim 2012b), (Çizelge 3.3.).

**Çizelge 3.3.** Kıtaıçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim 2012b)

| Su Kalite Parametreleri                               | Su Kalite Sınıfları   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   | I   | II  | III   | IV  |
| <b>Genel Şartlar</b>                                  |   |   |   |   |
| Sıcaklık (°C)   | ≤ 25  | ≤ 25  | ≤ 30  | > 30  |
| pH  | 6,5-8,5   | 6,5-8,5   | 6,0-9,0   | 6,0-9,0 dışında                                     |
| İletkenlik (µS/cm)                                    | < 400   | 400-1000  | 1001-3000   | > 3000  |
| Renk  | RES 436 nm: 1.5<br>RES 525 nm: 1.2<br>RES 620 nm: 0.8   | RES 436 nm: 3<br>RES 525 nm: 2.4<br>RES 620 nm: 1.7 | RES 436 nm: 4.3<br>RES 525 nm: 3.7<br>RES 620 nm: 2.5 | RES 436 nm: 5<br>RES 525 nm: 4.2<br>RES 620 nm: 2.8 |
| <b>(A) Oksijenlendirme Parametreleri</b>              |   |   |   |   |
| Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) <sup>a</sup>  | > 8   | 6-8   | 3-6   | < 3   |
| Oksijen doygunluğu (%) <sup>a</sup>                   | 90  | 70-90   | 40-70   | < 40  |
| Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)                | < 25  | 25-50   | 50-70   | > 70  |
| Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L) | < 4   | 4-8   | 8-20  | > 20  |
| <b>B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri</b>  |   |   |   |   |
| Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)  | < 0,2 <sup>b</sup>  | 0,2-1 <sup>b</sup>                                  | 1-2 <sup>b</sup>                                      | > 2   |
| Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)   | < 0,002   | 0,002-0,01  | 0,01-0,05   | > 0,05  |
| Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)   | < 5   | 5-10  | 10-20   | > 20  |
| Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)                          | 0.5   | 1.5   | 5   | > 5   |
| Toplam fosfor (mg P/L)                                | < 0,03  | 0,03-0,16   | 0,16-0,65   | > 0,65  |
| <b>C) İz Elementler (Metaller)</b>                    |   |   |   |   |
| Cıva (µg Hg/L)  | < 0,1   | 0,1-0,5   | 0,5-2   | > 2   |
| Kadmiyum (µg Cd/L)                                    | ≤ 2   | 2-5   | 5-7   | > 7   |
| Kurşun (µg Pb/L)                                      | ≤10   | 10-20   | 20-50   | > 50  |
| Bakır (µg Cu/L)                                       | ≤20   | 20-50   | 50-200  | > 200   |
| Nikel (µg Ni/L)                                       | ≤20   | 20-50   | 50-200  | > 200   |
| Çinko (µg Zn/L)                                       | ≤200  | 200-500   | 500-2000  | > 2000  |
| <b>D) Bakteriyolojik Parametreler</b>                 |   |   |   |   |
| Fekal koliform (EMS/100 mL)                           | ≤10   | 10-200  | 200-2000  | > 2000  |
| Toplam koliform (EMS/100 mL)                          | ≤100  | 100-20000   | 20000-100000  | > 100000  |
| Tehlikeli maddeler                                    | Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirlenici konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2015'den itibaren değerlendirilecektir. |   |   |   |

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birinin sağlanması yeterlidir.

(b) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH<sub>3</sub>-N/L değerini geçmemelidir.

(c) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

Kıtaıçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerinin sınıfları aşağıdaki gibidir (Anonim 2012b);

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular,

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,

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

1) İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular,

2) Rekreasyonel 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,

Sınıf III - Kirlenmiş su;

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

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yüzeysel sular.

### **3.2.2. Meteorolojik veriler**

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

Yalova ilinin yıllık toplam yağış verileri ise Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır (Anonim 2014b).

### **3.2.3. Bentik omurgasız örneklerinin toplanması, tayini ve sayımı**

Bentik omurgasızların örneklemeinde ilk üç istasyonda ISO standartlarına göre (ISO 10870) Kick-Net yöntemiyle büyük el neti kullanılmıştır (Anonim 2012c). El neti, dikdörtgen bir çerçeveye yaklaşık 1,5 m uzunluğunda bir sap ve çerçevenin içine 500 mikron göz açıklığına sahip monte edilmiş bir ağından oluşmaktadır. Son istasyonda ise Ekman Grab ile örnekleme yapılmıştır (Anonim 2012c). Uç kısmı açık bir kutu şeklinde olan Ekman Grab'ın boyutları yaklaşık 15 cm × 15 cm × 15 cm olup örnekleme alanı yaklaşık 250 cm<sup>2</sup>'dir. Fakat 4. istasyonun yatağı değiştikten sonra o bölgede de Kick-net yöntemiyle örnekler alınmaya başlanmıştır.

El neti ve Ekman örnekleyicileri ile arazide toplanan örnekler polietilen kaplar içine alınarak %4'lük formaldehit solüsyonu ile arazide doğrudan tespit edilmiştir.

Örneklerin 56 büyütme LEICA E24 marka stereo mikroskop yardımı ile sedimandan ayıklanmış ve tayinleri gerçekleştirilmiştir. Şube, sınıf, familya veya cins düzeyinde tayinleri gerçekleştirilen bentik omurgasız örnekleri % 80'lik etil alkol içeren küçük 10 ml'lik cam şişelere aktarılmıştır. Cam şişelerin üzerine organizmanın ismi, istasyon no ve tarih ayrıntılı bir şekilde yazılmıştır.

Bentik omurgasızların tayinleri çeşitli monograflar, kitaplar ve makaleler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Macan 1959, Gledhill ve ark. 1976, Hynes 1977, Quigley 1977, Lehmkuhl 1979, Edington ve Hildrew 1981, Alba-Tercedor 1983, Şahin 1984, Wang ve McCaferty 2004, Webb ve McCaferty 2008).

Bentik omurgasızların birim alandaki (metre kare) toplam organizma sayıları yani bollukları Ekman Grab ve büyük el neti örnekleyicilerinin birim alanlarında tespit edilen organizma sayılarının metre kareye oranlanması ile hesaplanmıştır. Her bir örnek alma alanı büyük el net'in alanına eşit kabul edilmiştir (Klemm ve ark. 2000). El netinin alanı kullanılarak bentik omurgasızların birim alandaki miktarları ( $\text{org/m}^2$ ) olarak hesaplanmıştır (Klemm ve ark. 2000).

Bentik omurgasızların nispi bollukları ise her taksonun toplam organizma sayısına oranlanmasının yüzdesidir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır [3.1]. Nispi bolluk değerleri bentik makro omurgasız topluluğunun yapısı ve tüm fauna populasyonları ile ilgili bilgi sağlar (Barbour ve ark. 1999).

$$\text{Nispi Bolluk} = (NA / Nn) \times 100 \quad (3.1)$$

Nn: Tüm türlere ait birim alandaki birey sayısı

NA: A türüne ait birim alandaki birey sayısı

### 3.2.4. Bentik omurgasızların kullanıldığı metrik sistemler (bentik metrikler)

Biyolojik verilerin diğer verilerle karşılaştırılması için sayısal olarak belirlenmesi gerekmektedir. Biyolojik verilerin sayısal olarak ifade edildikleri verilere metrik denir. Bentik omurgasızların kullanıldığı metrik sistemler genel olarak bentik metrik olarak adlandırılır (Barbour ve ark. 1999).

Kullanılan metrikler; tolerans metrikleri, takson zenginliği metrikleri, kompozisyon metrikleri, dayanıklılık/dayanısızlık metrikleri, çeşitlilik metrikleri ve beslenme tipi metrikleridir. Kullanılan tüm metrikler Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Kullanılan metriklerin çeşitleri ve kısaltmaları

| <b>Metrik Çeşitleri</b>             | <b>Metrikler</b>   | <b>Kısaltmaları</b> |
|-------------------------------------|--|---------------------|
| <b>Tolerans metrikleri</b>          | Trent Biyotik İndeks   | TBI                 |
|                                     | İtalyan Biyotik İndeks                                       | IBE                 |
|                                     | Belçika Biyotik İndeks                                       | BBI                 |
|                                     | Chandler Biyotik Skor Sistemi                                | CHAN                |
|                                     | Biological Monitoring Working Party Skor Sistemi             | BMWP                |
|                                     | Average Score Per Takson                                     | ASPT                |
|                                     | BMWP İspanyol Modifikasyonu                                  | BMWP-Sp             |
|                                     | ASPT İspanyol Modifikasyonu                                  | ASPT-Sp             |
| <b>Takson Zenginliği Metrikleri</b> | Toplam Takson Zenginliği                                     | Top-Ta              |
|                                     | Ephemeroptera takson sayısı                                  | Eph-Ta              |
|                                     | Plecoptera takson sayısı                                     | Ple-Ta              |
|                                     | Trichoptera takson sayısı                                    | Tri-Ta              |
|                                     | Diptera takson sayısı  | Dip-Ta              |
|                                     | EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) takson sayısı   | EPT-Ta              |
|                                     | EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.) takson sayısı | EPTCBO              |
|                                     | EPT/OI (EPT/Oligochaeta) takson sayısı                       | EPT /OL-T           |
|                                     | EPT/Diptera takson sayısı                                    | EPT /DI-T           |
| <b>Kompozisyon Metrikleri</b>       | % Ephemeroptera – Plecoptera - Trichoptera                   | [%] EPT             |
|                                     | % Ephemeroptera – Plecoptera – Trichoptera /Oligochaeta      | [%] EPT/OL          |
|                                     | % Oligochaeta  | [%] OLI             |
|                                     | % Ephemeroptera  | [%] EPH             |
|                                     | % Plecoptera   | [%] PLE             |
|                                     | % Trichoptera  | [%] TRI             |
|                                     | % Diptera  | [%] DIP             |
|                                     | % Chironomidae   | [%] CHI             |
|                                     | Portekiz Gold-İndeks   | GOLD                |
|                                     | %Caenidae/Ephemeroptera                                      | [%]CA/EP            |
| %Hydropschidae/Trichoptera          | [%]HY/TR   |                     |

**Çizelge 3.4.** Kullanılan metriklerin çeşitleri ve kısaltmaları (Devam)

|                                 |  |         |
|---------------------------------|--|---------|
| <b>Çeşitlilik Metrikleri</b>    | Diversity (Simpson-Index)                              | SIMPS   |
|                                 | Diversity (Shannon-Wiener-Index)                       | SHANN   |
|                                 | Diversity (Margalef Index)                             | MARGA   |
|                                 | Evenness (Komunite Dengesi)                            | EVENN   |
| <b>Beslenme Tipi Metrikleri</b> | [%] Grazers And Scrapers (Otlayıcı ve Kazıcı)          | Gra+Scr |
|                                 | [%] Miners (Madenciler)                                | MINER   |
|                                 | [%] Shredders (Parçalayıcılar)                         | SHRED   |
|                                 | [%] Gatherers/Collectors (Toplayıcı/Kollektörler)      | GAT/COL |
|                                 | [%] Active Filter Feeders (Aktif Filtre Besleyiciler)  | AK-FILT |
|                                 | [%] Passive Filter Feeders (Pasif Filtre Besleyiciler) | PA-FILT |
|                                 | [%] Predators (Yırtıcılar)                             | PREDA   |
|                                 | [%] Parasites (Parazitler)                             | PARAS   |

Bentik Metriklerin hesaplanmasında çoğunlukla ASTERICS 4.04 (AQEM/STAR Ecological River Classification System) (Anonim 2002) programı kullanılarak uygulanmıştır. Bazı metriklerin hesaplanması ise standart tablolarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir (ör: Chandler ve TBI).

#### 3.2.4.1. Tolerans metrikleri

Bu çalışmada TBI, Chandler, BBI, IBE, BMWP, BMWP-Sp, ASPT, ASPT-Sp tolerans metrikleri kullanılmıştır.

Trent Biyotik İndeks (TBI) İngiltere’de Trent Nehri’nin izlenmesi sebebiyle Woodiwiss (1964) tarafından geliştirilmiştir. İndekste skor değerleri 0 – 10 arasında değişim göstermektedir. Su kalite sınıfları Çizelge 3.5’te gösterilmiştir.

**Çizelge 3.5.** TBI değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları (Woodiwiss (1964))

| Su Kalite Sınıfı | TBI |
|------------------|-----|
| I                | 10+ |
| II               | 9-8 |
| III              | 7-5 |
| IV               | 4-3 |
| V                | 2-0 |

Genişletilmiş İtalyan Biyotik İndeks (IBE), Ghetti'nin 1997'de TBI ve genişletilmiş biyotik indeksin İtalyan versiyonunu geliştirmesiyle ortaya çıkmıştır. Metriğin karşılık geldiği su kalite sınıfları Çizelge 3.6.'te verilmiştir.



**Çizelge 3.6.** IBE değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları (Ghetti 1997)

| IBE değerleri | Kalite sınıfı |
|---------------|---------------|
| I             | >9            |
| II            | 8-9           |
| III           | 6-7           |
| IV            | 4-5           |
| V             | 1-3           |

Belçika Biyotik İndeks (BBI), De Pauw ve Vanhooren (1983) tarafından geliştirilmiştir. 0 – 10 arasındaki indeks değerlerini beş kalite sınıfına ayırmıştır. Kalite sınıfları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

**Çizelge 3.7.** BBI değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları (De Pauw ve Vanhooren 1983)

| Su Kalite Sınıfı | BBI puanı | Renk    | Anlamı                            |
|------------------|-----------|---------|-----------------------------------|
| I                | 10-9      | Mavi    | Hafif kirli ya da kirli değil     |
| II               | 8-7       | Yeşil   | Hafifçe kirli                     |
| III              | 6-5       | Sarı    | Orta derecede kirli, kritik durum |
| IV               | 4-3       | Turuncu | Yoğun kirli                       |
| V                | 2-0       | Kırmızı | Çok yoğun kirli                   |

Chandler Biyotik Skor sistemi Chandler (1970) tarafından geliştirilmiştir. Bu skor sisteminde, organizmaların bulunurluklarına ek olarak bollukları da kullanılmaktadır. Bu metrikte artan bolluklara göre skorlar da artış göstermektedir.

Biological Monitoring Working Party (BMWP) Skor Sistemi 1978'de akarsuların biyolojik yönden su kalitesini belirlemek amacıyla Hellowell tarafından geliştirilmiştir (Hellowell 1978). BMWP'nin su kalite sınıfları Çizelge 3.8.'da verilmiştir. BMWP'nin revize edilmiş versiyonu ise BMWP İspanyol modifikasyonu olarak anılmaktadır (BMWP-Sp) (Alba-Tercedor ve Sánchez-Ortega 1988). Bu modifikasyonda kullanılan BMWP-Sp su kalite sınıfları ise Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

**Çizelge 3.8** BMWP değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları (Hellawell 1978)

| Su Kalite Sınıfı | BMWP  |
|------------------|-------|
| I                | >65   |
| II               | 41-65 |
| III              | 21-40 |
| IV               | 6-20  |
| V                | <6    |

**Çizelge 3.9** BMWP-Sp değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları (Alba-Tercador ve Sánchez-Ortega 1988)

| Su Kalite Sınıfı | BMWP-Sp Değeri | Su Kalitesi Değerlendirilmesi |
|------------------|----------------|-------------------------------|
|                  | > 150          | Optimum su kalitesi           |
| I                | 101 - 150      | Temiz su                      |
| II               | 61 - 100       | Az kirlenmiş su               |
| III              | 36 - 60        | Orta seviye kirlenmiş su      |
| IV               | 16 - 35        | Çok kirlenmiş su              |
| V                | < 15           | Aşırı kirlenmiş su            |

Average Score Per Takson (ASPT), BMWP skor değerlerinin skor verilmiş toplam takson sayısına bölünmesi ile elde edilmiş bir metriktir (Armitage ve ark. 1983). Çizelge 3.10.'de ASPT değerlerinin karşılık geldiği su kalite sınıfları verilmiştir. Alba-Tercador ve Sanchez-Ortega (1988) BMWP-Sp skor değerlerine skor verilmiş toplam takson sayısına bölünmesinin farklı olduğunu görmüşler ve ASPT için yeni aralıklar belirlemişlerdir (ASPT-Sp) Çizelge 3.11.'da ASPT-Sp değerlerinin su kalite sınıfı aralıkları verilmiştir.

**Çizelge 3.10.** ASPT değerlerinin karşılık geldiği su kalite sınıfları aralıkları (Armitage ve ark. 1983)

| Su Kalite Sınıfı | ASPT Değeri | Su Kalitesi Değerlendirmesi |
|------------------|-------------|-----------------------------|
| I                | > 6         | Temiz Su                    |
| II               | 5 - 6       | Az kirlenmiş su             |
| III              | 4 - 5       | Orta kirlenmiş su           |
| IV               | < 4         | Çok kirlenmiş su            |

**Çizelge 3.11.** ASPT-Sp değerlerinin karşılık geldiği su kalite sınıfları aralıkları (Alba-Tercador ve Sánchez-Ortega 1988)

| Su Kalite Sınıfı | ASPT-Sp Değerleri | Su Kalitesi Değerlendirmesi |
|------------------|-------------------|-----------------------------|
| I                | > 5,5             | Temiz Su                    |
| II               | 5,5-4,6           | Az kirlenmiş su             |
| III              | 4,5-3,6           | Orta kirlenmiş su           |
| IV               | < 3,6             | Çok kirlenmiş su            |

### 3.2.4.2. Takson zenginliği (Richness) metrikleri

Takson zenginliği ya da toplam takson sayısı bize bir örnekteki çeşitliliği gösterir (Barbour ve ark. 1999). Takson zenginliği çoğunlukla tür seviyesindeki çeşitliliğe dayanır, ancak bentik omurgasız tayininde çoğunlukla cins, familya, takım, vb. gibi taksonomik gruplar da kullanılmaktadır (Barbour ve ark. 1999). Bu çalışmada Takson zenginliği metrikleri olarak; toplam takson zenginliği, Ephemeroptera takson zenginliği (Barbour ve ark. 1999), Plecoptera familya zenginliği (Pinto ve ark. 2004), Diptera takson zenginliği (DeShon 1995), Trichoptera familya zenginliği (Pinto ve ark. 2004), EPT (Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera), EPT/OL takson zenginliği, EPT/Diptera takson zenginliği ve EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.) (Lorenz ve ark. 2004) metrikleri kullanılmaktadır. Tüm takson zenginliği metrikleri kirlilik arttıkça azalma eğilimi göstermektedir.

### 3.2.4.3. Kompozisyon metrikleri

Kompozisyon metrikleri bir türün tanımlaması, anahtar taksonlar ve nispi bolluk gibi birçok farklı sınıftaki tanımlamaları içerebilen bir metriktir (Barbour ve ark. 1999). Bu çalışmada bentik omurgasızların kompozisyonları hakkında bilgi vermek için çoğunlukla nispi bolluk oranları kullanılmıştır. % Ephemeroptera (Barbour ve ark. 1999), % Plecoptera (Barbour ve ark. 1994), % Trichoptera (DeShon 1995), % EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) (Barbour ve ark. 1999), EPT/OL (Lenat ve Penrose 1996) artan kirlilikte azalış gösteren metriklerdir. % Diptera (Barbour ve ark. 1996), % Chironomidae (Barbour ve ark. 1994), % Oligochaeta (Kerans ve Karr 1994) artan kirliliğe karşı bir noktaya kadar artış gösterirler, yoğun kirlilikte azalışa geçerler. Bir başka kompozisyon metriği de Portekiz GOLD indeksidir. Pinto ve ark. (2004) tarafından geliştirilmiştir. Bir istasyondaki Gastropoda (Mollusca), Oligochaeta

(Annelida) ve Diptera (Insecta) taksonlarına ait birey sayılarının toplamının istasyonda tespit edilen toplam organizma sayısına bölünmesi ile elde edilen değerin birden çıkarılması sonucu hesaplanır.

#### 3.2.4.4. Dayanıklılık/dayanıksızlık metrikleri

Dayanıklılık/Dayanıksızlık metrikleri organizma gruplarının kirliliğe karşı nispi duyarlılıklarını temsil eden, kirliliğe toleranslı ve toleranssız taksonların sayısı ile yüzde kompozisyonunu içeren bir metriktir (Barbour ve ark. 1995). Trichoptera İçindeki Hydropsychidae Yüzde Oranı (Barbour ve ark. 1992), Ephemeroptera İçindeki Baetidae Yüzde Oranı (Barbour ve ark 1999), Ephemeroptera İçindeki Caenidae Yüzde Oranı (Pinto ve ark. 2004) kullanılan metriklerdir. Gruplar içindeki bazı familya artışları organik kirlilikle ilişkilidir.

#### 3.2.4.5. Çeşitlilik Metrikleri

Yüksek çeşitlilik değerleri dengeli komuniteleri ifade etmekte, düşük değerler ise stresi ve olumsuz etkileri anlatmaktadır.

Shannon – Wiener çeşitlilik indeksi ( $H'$ ) Shannon ve Weaver (1949) tarafından geliştirilmiştir. Bu indeks sucul ve karasal ekosistemlerde biyotik çeşitliliği hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır [3.2]. Yüksek  $H'$  değerleri yüksek çeşitliliği göstermekte olup türlerin dağılımının da normal olduğunun göstergesidir. Çeşitlilik değerinin 3'ten fazla olması suyun temiz olduğunu gösterirken değerlerin 1 – 3 arasında olması ise orta derecede kirlenmiş suları ifade etmektedir (Mason 1983) (Çizelge 3.12.). Çeşitlilik değerinin 1'den düşük olması ise yoğun olarak kirlenmiş suları karakterize etmektedir (Mason 1983).

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\log_e P_i) \quad (3.2)$$

$H'$ : Shannon – Wiener indeksi

$s$ : takson sayısı

$P_i$ :  $i$  taksonuna ait birey sayısının, toplam popülasyondaki birey sayısına oranı

**Çizelge 3.12.** Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi sonuçlarının değerlendirilmesi

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

Evenness (E) yani komünite dengesi Shannon ve Weaver (1949) tarafından geliştirilmiştir. Her bir örneklemede hesaplanan Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (H') değerlerinin, aynı örneklemede kaydedilen toplam takson sayısına (ln tabanına göre) bölünmesi ile elde edilmektedir [3.3].

$$E: H'/\log_2 s \quad (3.3)$$

**H'**: Shannon-Weaner çeşitlilik indeksi değeri  
**s**: Her bir istasyondaki toplam takson sayısı

Simpson Çeşitlilik İndeksinde değerler 0 ile 1 arasında değişir. Simpson baskınlık indeksinde değer yüksek olursa o ekosistemde baskınlık yüksek, buna karşılık tür çeşitliliği az demektir (Simpson 1949) [3.4].

$$D_{Simpson} = 1 - \sum_i N_i(N_i - 1) / N(N - 1) \quad (3.4)$$

**N<sub>i</sub>**: a türünün birey sayısı  
**N**: Toplam birey

Margalef Çeşitlilik İndeksi Tür zenginliğini gösterir. Margalef indeksi büyük olanın en yüksek tür zenginliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır (Margalef 1958) [3.5].

$$M = s - 1 / \ln N \quad (3.5)$$

**s**: Toplam takson sayısı  
**N**: Toplam birey sayısı

### 3.2.4.6. Beslenme tipleri metrikleri

Beslenme tipleri metrikleri Moog (1995), Schmedtje ve Colling (1996)'in çalışmalarını baz alan ASTERICS yazılımıyla hesaplanmıştır. Otlayıcılar ve kazıcılar (Grazers ve scrapers), madenciler (miners), parçalayıcılar (Shredders), toplayıcılar/kollektörler

(Gatherers/Collectors), aktif ve pasif filtre besleyiciler (Active ve passive filter feeders) yırtıcılar (Predators), Parazitler (Parasites) yüzdeleriyle verilmiştir.

### 3.2.5. İstatistiksel analizler

Bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin aralarındaki ilişkileri belirlemek için PCA (Principal Component Analizi) analizi uygulanmıştır. PCA analizi uygulanmadan önce verilere log (x+1) dönüşümü uygulanmıştır. PCA analizinden elde edilen ilk iki eksene ait sonuçların anlamlılığı Pearson Product Moment Analizi ile test edilmiştir.

Bentik omurgasız taksonlarının nispi bolluk değerleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için çok değişkenli analizler uygulanmıştır. Biyolojik ve çevresel değişkenlerle log (x+1) transformasyonu uygulanmış ve bentik omurgasız taksonlarından üç ve üçün altında tekerrür gösteren nadir taksonlar analizden çıkarılmıştır.

Biyolojik veriler (bentik omurgasız taksonları) ve çevresel değişkenlerin (tüm fiziksel ve kimyasal veriler) bir arada kullanıldığı DCA (Detrended Correspondance Analizi) analizi uygulanmış ve gradient uzunluğuna bakılarak lineer ya da unimodal yöntemlerden hangisinin uygun olduğu tespit edilmiştir. Gradient uzunluğu 2'den büyük olduğunda unimodal, küçük olduğunda ise lineer metodlar uygulanır (Ter Braak ve Smilauer 2002). Gradient uzunluğu 2'nin üzerinde tespit edildiği için unimodal yöntemin uygun olduğuna karar verilmiştir ve çevresel değişkenlerle bentik omurgasız taksonları arasındaki ilişki CCA (Canonical Correspondance Analizi) analizi ile test edilmiştir. CCA analizinde çalışma boyunca belirlenen 18 çevresel değişkenin bentik omurgasız taksonların nispi bollukları ile arasındaki ilişki belirlenmiştir. Çevresel değişkenler arasında çoklu-bağımlılıktan (Multikolinearite) kaçınmak için Step Wise Forward Selection Metodu uygulanmış ve anlamlı çevresel değişkenler CCA analizinde kullanılmıştır. İlk ve tüm ordinasyon eksenleri arasındaki istatistiksel anlamlılık Monte Carlo Permutasyon testi (999 permutasyon) (Hope 1968) ile test edilmiştir.

Bentik omurgasızlara ait metriklerin bentik omurgasız topluluklarını temsil edip etmediği DCA analizi ile belirlenmiştir. DCA analizinden elde edilen ilk iki eksenden hangisinin anlamlı olduğu Pearson Product Moment Analizi ile test edilmiştir.

Bentik omurgasızlara ait metriklerin çevresel değişkenler ile olan ilişkisini tespit etmek için metrikler ve çevresel değişkenlerin kullanıldığı PCA analizinin ilk iki ekseninde Spearman rank korelasyon analizi uygulanmıştır.

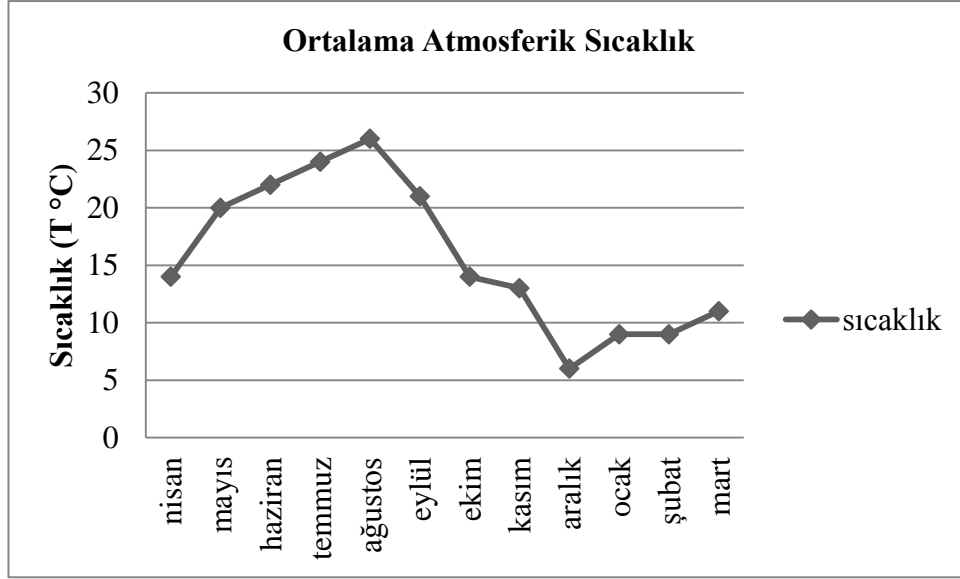
Korelasyon sonucu anlamlı çıkan metrikler ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için ise RDA (Redundancy Analizi) analizi uygulanmıştır. Metrikler çevresel gradient ile lineer ilişki gösterdiği için (Fore ve ark. 1996) metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki RDA analizi ile test edilmiştir. RDA analizinde çoklu-bağımlılıktan (Multikolinearite) kaçınmak için Step-Wise Forward Selection Metodu uygulanmış ve anlamlı çevresel değişkenler RDA analizinde kullanılmıştır. İlk ve tüm ordinasyon eksenleri arasındaki istatistiksel anlamlılık Monte Carlo Permutasyon testi (999 permutasyon) (Hope 1968) ile test edilmiştir.

Pearson Product Moment Analizi STATISTICA 5.0 paket programında, Spearman Rank Korelasyon analizi ve tanımlayıcı istatistikler SPSS 15.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ordinasyon yöntemleri (PCA, DCA, CCA ve RDA) için CANOCO 4.5 for Windows paket programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

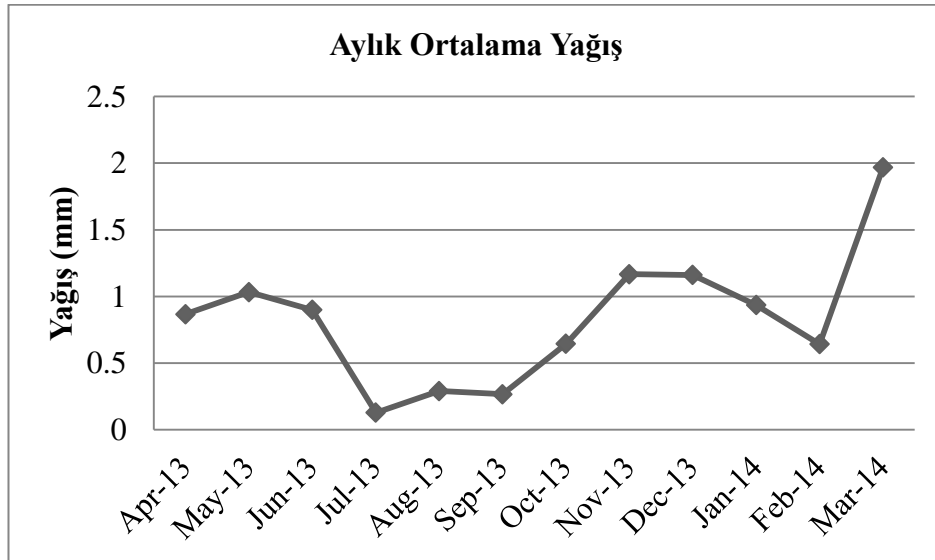
### 4.1. Meteorolojik Bulgular

Yalova iline ait atmosferik sıcaklık deęiřimi Őekil 4.1’de verilmiřtir (Anonim 2014a). Çalıřma periyodu boyunca ortalama en dūřuk sıcaklık Aralık 2013 tarihinde 6 °C olarak belirlenirken, ortalama en yūksek sıcaklık Aęustos 2013’de 26°C olarak kaydedilmiřtir.



Şekil 4.1. Çalışma dōneminde Yalova ilinin aylık ortalama sıcaklık değerleri

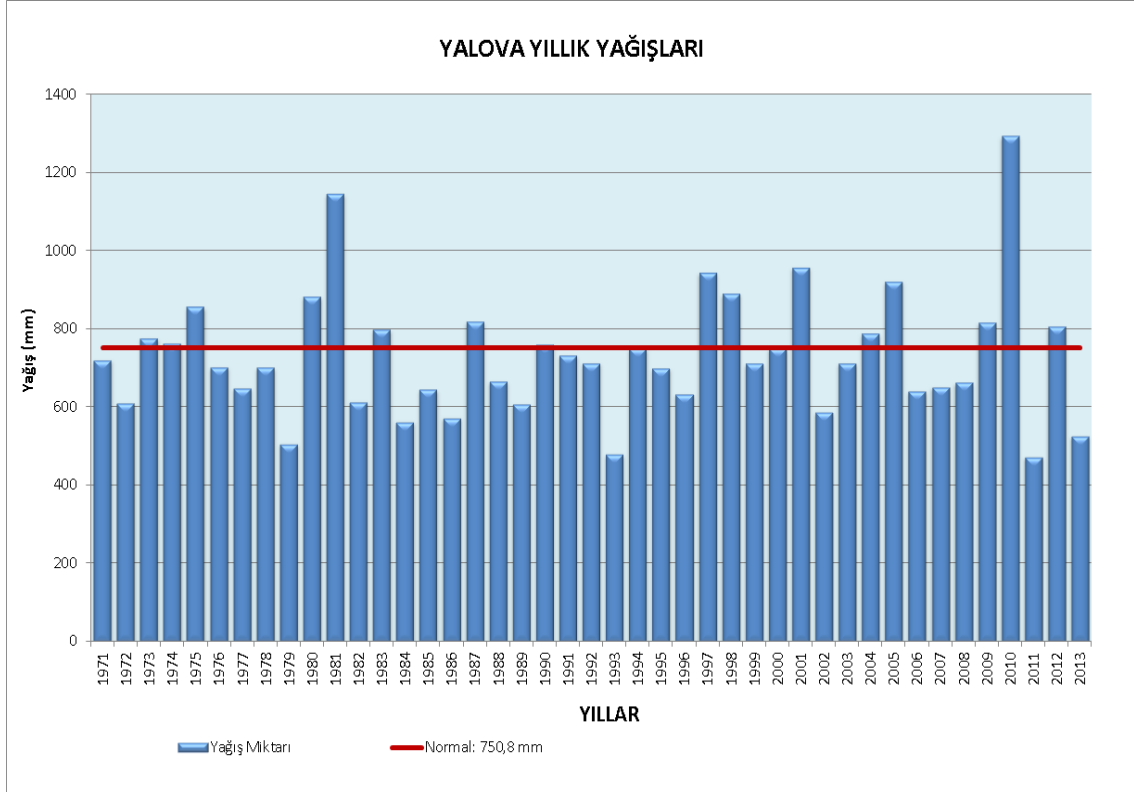
Yalova iline ait ortalama yağış Şiddeti Şekil 4.2. de gsterilmiştir (Anonim 2014a).



Şekil 4.2. Yalova iline ait aylık ortalama yağış Şiddeti değerleri



Örnekleme süresince ortalama yağış miktarı 2' nin üzerine çıkmamıştır. Bu değerler bize çalışma süresince yağış şiddetinin hafif yağış sınıfında olduğunu göstermiştir. (Anonim 1999b). 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 4.3. Yalova ilinin uzun yıllara ait toplam yağış verileri

#### 4.2. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Yalacdere'de belirlenen dört istasyondan Nisan 2013 ile Mart 2014 tarihleri arasında aylık olarak alınan su örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analizlerin sonuçlarına ait minimum, maksimum değerleri verilmiş, her istasyona ait analizlerin aritmetik ortalamaları ve standart hataları hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.).

**Çizelge 4.1.** Yalacdere’de dört istasyona ait fiziksel ve kimyasal değişkenlerin Minimum, Maksimum, Aritmetik Ortalama ve Standart Hata sonuçları

|                                      | n  | Min.   | Maks.   | Art. Ort. | SH    |
|--------------------------------------|----|--------|---------|-----------|-------|
| <b>T (°C)</b>                        | 37 | 4,23   | 25,13   | 14,64     | 0,90  |
| <b>pH</b>                            | 37 | 7,83   | 8,73    | 8,28      | 0,04  |
| <b>EC (µS/cm)</b>                    | 37 | 418    | 585     | 518,32    | 6,69  |
| <b>DO (mg/l)</b>                     | 37 | 6,66   | 13,23   | 10,84     | 0,27  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 37 | 30,50  | 158,60  | 123,98    | 4,69  |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) | 37 | 0,00   | 72,00   | 20,43     | 3,48  |
| PO <sub>4</sub> -P (mg/l)            | 37 | 0,036  | 0,436   | 0,107     | 0,012 |
| <b>TP (mg/l)</b>                     | 37 | 0,085  | 1,746   | 0,277     | 0,051 |
| <b>NO<sub>2</sub>-N (mg/l)</b>       | 37 | 0,001  | 0,018   | 0,006     | 0,001 |
| <b>NO<sub>3</sub>-N (mg/l)</b>       | 37 | 0,022  | 0,748   | 0,233     | 0,034 |
| <b>NH<sub>4</sub>-N (mg/l)</b>       | 37 | 0,134  | 1,093   | 0,240     | 0,029 |
| TN (mg/l)                            | 37 | 3,566  | 14,694  | 6,022     | 0,372 |
| SO <sub>4</sub> (mg/l)               | 37 | 20,825 | 110,649 | 40,640    | 3,035 |
| Cl <sup>-</sup> (mg/l)               | 37 | 10,997 | 134,958 | 20,798    | 3,221 |
| Ca <sup>+2</sup> (mg/l)              | 37 | 32,064 | 92,184  | 72,144    | 1,814 |
| Mg <sup>+2</sup> (mg/l)              | 37 | 3,648  | 94,848  | 19,423    | 3,145 |
| TOM (mg/l)                           | 37 | 0,000  | 2,480   | 1,096     | 0,135 |
| AKM (mg/l)                           | 37 | 0,10   | 67,40   | 13,75     | 2,48  |

Tüm alışma boyunca; su sıcaklığı değerlerinin 4,23 - 25,13 °C arasında değiştiği gözlenmiştir. Mayıs ve Haziran aylarında 20 °C üzerinde seyreden sıcaklık değerleri Eylül, Ekim ve Kasım aylarında 12 °C’ye kadar düşmüştür. Aralık ayında 4 °C civarında olan su sıcaklığı Mart 2014 tarihine kadar artış göstermiştir. Sıcaklık sonuçları YSKYY’ye göre 30 °C’ nin üzerine çıkmayarak I-II-III su kalite sınıflarına uygun olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2012b).

Çalışma döneminde pH’ın 7,83 – 8,73 arasında değiştiği kaydedilmiştir. YSKYY’e göre bu değer aralıkları Yalacdere’nin I-II. sınıf su kalite sınıfında olduğunu göstermektedir(Anonim 2012b).

Çalışma döneminde Yalakdere'de belirlediğimiz istasyonlarda, elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 418  $\mu\text{S}/\text{cm}$  - 585  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişmiştir. Bu değerler bize YSKYY (Anonim 2012b) göre Yalakdere' nin II. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir.

DO değerlerinin; çalışma boyunca 6,66 mg/l - 13,23 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. 1. İstasyonda DO değerleri 10 mg/l değeri altına düşmeyerek YSKYY göre (Anonim 2012b) I. sınıf su kalitesinde olduğu bulunmuştur. 2. ve 3. istasyonlarda; Mayıs ve Haziran aylarında ise DO değerleri; 6-8 mg/l arasında değişmiş ve II. sınıf su kalitesinde olmuştur. Ancak diğer aylarda çözülmüş oksijen değerleri 9 mg/l'nin üzerinde ölçülmüş ve I. sınıf su kalitesinin altına düşmemiştir. 4. istasyonda ise DO değerleri 10,3 mg/l ile 13,2 mg/l arasında değişmiş ve tüm çalışma boyunca I. sınıf su kalitesinin altına düşmemiştir. Çalışma dönemi boyunca en yüksek DO değeri Kasım ayında 13,2 ile kaydedilmiştir. Bu veriler ışığında 4. istasyon, YSKYY'ye göre I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür (Anonim 2012b).

TP değerleri çalışma dönemi boyunca 0,085 mg/l - 1,746 mg/l arasında değişmiştir. İstasyonları YSKYY'ye (Anonim 2012b) göre değerlendirdiğimizde; 1.istasyonda, değerler 0,085 - 0,837 mg/l arasında değişmiştir. Nisan ayında II. sınıf, Mayıs ve Haziran ayında III. sınıf, Eylül ayında IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Eylül'den sonra Ekim, Kasım, Şubat ve Mart aylarında II. sınıf kalitede belirlenirken, 1. istasyon Aralık ve Ocak aylarında III. sınıf su kalitesine düşmüştür. 2. istasyonda, Ekim, Kasım, Şubat ve Mart aylarında su kalitesi II. sınıf olmuş, diğer aylarda III. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. 3. istasyonda, TP değerleri 0,108 - 1,746 arasında değişmiş, en yüksek değer olan 1,746mg/l Mart ayında kaydedilmiş ve istasyon bu ayda TP açısından IV. sınıf su kalitesine düşmüştür. Sadece Ekim ayında II. sınıf su kalitesine sahip olan 3. istasyonun diğer aylarda III. sınıf su kalitesinde olduğu gözlenmiştir. 4. istasyonda ise, değerler 0,085 - 0,306 mg/l arasında değişkenlik göstermektedir. İlk üç aylık ve Ocak aylarındaki TP verilerine göre 4.istasyonun III. sınıf su kalitesinde, diğer aylarda ise II. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma dönemi boyunca  $\text{NO}_2\text{-N}$  değerleri 0,001 - 0,018 mg/l arasında değiştiği gözlenmiştir. 1. istasyonda sadece Haziran ayında I. sınıf su kalitesinde olmuştur. Ocak ayında III. sınıfa düşen su kalite değeri, diğer aylarda II. sınıf su kalitesi olarak

bulunmuştur. 2. istasyonda, Aralık ve Ocak aylarında 0,01mg/l değeriyle III. sınıf su kalitesi olarak kaydedilmiş, diğer aylarda NO<sub>2</sub>-N değerleri 0,002 - 0,01 arasında değişmiş ve II. sınıf su kalitesi olarak bulunmuştur. 3. istasyonda, Nisan ve Aralık aylarında III. sınıf su kalitesiyken, diğer aylarda II. sınıf su kalitesi olarak tespit edilmiştir. 4. istasyonda Nisan, Aralık ve Ocak aylarında NO<sub>2</sub>-N değerleri 0,01 mg/l'den büyük tespit edilmiş ve NO<sub>2</sub>-N açısından suyun III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Diğer aylarda 4. istasyon, II. sınıf su kalitesine sahip olmuştur.

Çalışma boyunca NO<sub>3</sub>-N değerleri 0,022 mg/l - 0,748 mg/l değerleri arasında değişmiştir. Yalakderenin NO<sub>3</sub>-N değerlerinin YSKYY'ye (Anonim 2012b) göre tüm istasyonların I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

NH<sub>4</sub>-N değerleri örnekleme süresince 0,134 mg/l - 1,093 mg/l arasında değişmiştir. Yalakdere'nin tüm NH<sub>4</sub>-N değerlerini yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliğine göre değerlendirdiğimizde, istasyonların ağırlıklı olarak I. sınıf ve II. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür. Sadece Şubat ayında 1,093 mg/l' lik değer o ayda 1. istasyonu III. sınıf su kalitesine düşürmüştür (Anonim 2012b).

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> minimum değeri Mayıs ayı 1. istasyonda 30,50 mg/l ile tespit edilirken, maksimum değer Mayıs ayında 2. istasyonda 158,60 mg/l olarak belirlenmiştir. Aritmetik ortalaması 12,98±4,69 bulunmuştur.

CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> değerleri bazı aylarda 0 bulunmuş en yüksek CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> değeri ise 1. istasyonda Mart ayında 72 mg/l olarak bulunmuştur. Aritmetik ortalaması 20,43±3,48 olarak tespit edilmiştir.

En düşük PO<sub>4</sub>-P değeri Ekim ayı 1. istasyonda 0,036 mg/l, en yüksek değer ise Nisan ayında 2. istasyonda 0,436 mg/l olarak bulunmuştur. Aritmetik ortalaması 0,107 ±0,012 hesaplanmıştır.

TN değerleri 3,566 – 14,694 mg/l arasında değişmiştir. Aritmetik ortalaması 6,022±0,372 olarak bulunmuştur.

SO<sub>4</sub> değerleri en düsük Mayıs ayında 2. istasyonda 20,825 olmuş, en yüksek değer ise 110,649 mg/l ile Ocak ayında 4. istasyonda kaydedilmiştir. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerlerinin aritmetik ortalaması 40,640 ±3,035 olarak hesaplanmıştır.

Cl<sup>-</sup> değerleri 10,997 – 134,958 mg/l arasında değiştiği kaydedilmiştir. Cl<sup>-</sup> aritmetik ortalaması 20,798 ±3,221 hesaplanmıştır.

Ca<sup>+2</sup> değerleri 32,064 – 92,184 mg/l arasında değişmiş, aritmetik ortalaması 72,144±1,814 olarak hesaplanmıştır.

Mg<sup>+2</sup> değerleri 3,648 – 94,848 mg/l arasında değişmiştir. En yüksek değer Nisan ayında 3. istasyonda tespit edilmiştir. Mg<sup>+2</sup> aritmetik ortalaması 19,423±3,145 olarak hesaplanmıştır.

TOM değerleri Kasım, Aralık ve Mart aylarında 4 istasyonda olarak bulunmuştur. En yüksek TOM değeri ise 2,480 mg/l ile şubat ayında 3. istasyonda tespit edilmiştir. Aritmetik ortalaması; 1,096 ±0,135 olarak hesaplanmıştır.

AKM değerlerinin 0,10 – 67,40 mg/l arasında değiştiği bulunmuştur. Aritmetik ortalaması 13,75±2,48 olarak hesaplanmıştır.

#### **4.2.1. Bentik omurgasızların kominite kompozisyonu ve mevsimsel değişimi**

Yalacdere'de örnek alınan dört istasyondan Insecta sınıfından 6 takım belirlenmiş olup bunlar; Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera ve Diptera takımlarıdır. Ephemeroptera takımına ait 6 familya; Odonata takımına ait 4 familya; Plecoptera takımına ait 6 familya; Coleoptera takımına ait 1 familya; Trichoptera takımına ait 3 familya ve Diptera takımına ait 16 familya tespit edilmiştir. Insecta dışında Nematomorpha ve Nematoda şubesinden 1'er takson, Platyhelminthes şubesinden Turbellaria sınıfına ait 1 takson, Annelida'dan Oligochaeta ve Hirudinea sınıflarına ait toplam 4 takson, Mollusca şubesinden 5 takson, Arachnida sınıfından 1 ve Crustacea sınıfına ait 3 takson tespit edilmiştir. Yalacdere'de tespit edilen bentik makroomurgasızlara ait takson listesi izelge 4.2.'de verilmiştir.

Metre karede toplam organizma sayısı verilerine göre; 1. istasyonda en yüksek organizma sayısı, Mayıs ayında 15940 olarak tespit edilmiş (Şekil 4.4.), toplam organizmanın % 57,50'sini Oligochaeta alt sınıfı, % 23,61'ini ise Diptera ordosu oluşturmuştur (Şekil 4.5.). 2. istasyonda en yüksek organizma sayısı ise Mart ayında 11366 olarak tespit edilmiş (Şekil 4.4.), toplam organizmanın % 54,05'ini Diptera ordosu oluşturmuştur (Şekil 4.6.) . 3. istasyonda Nisan ayında 22713 organizma tespit edilmiştir (Şekil 4.4.). Bu sayı aynı zamanda çalışma dönemi boyunca tespit edilmiş en yüksek organizma sayısıdır. Toplam organizmanın, Ephemeroptera % 28,77'ini, Diptera ordosu ise % 57,35'ini oluşturmuşlardır (Şekil 4.7). 4. istasyonda da en yüksek değer Nisan ayında 16440 olarak tespit edilmiş (Şekil 4.4.), toplam organizmanın % 49,39'unu Diptera ordosu, % 46,72'sini ise Oligochaeta alt sınıfı oluşturmuştur (Şekil 4.8.).

Birinci istasyonda, tüm çalışma dönemi boyunca Oligochaeta alt sınıfı örneklenmiş, nispi bollukları % 3,35 – 74,74 arasında değişim göstermiştir. Bu istasyonda Diptera takımı bir diğer önemli organizma grubu olmuş, sadece Eylül ayında gözlenmemiştir. Bu istasyonda çalışma dönemi boyunca % 21,60 – 83,69 arasında tespit edilmiştir. Bir diğer önemli grup ise Ephemeroptera takımındır. Haziran ayında % 44,54 nispi bolluk seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 4.4). Hydrachnidia tüm istasyonlardaki en yüksek değere ulaşmış nispi bolluğu % 17,07 olarak tespit edilmiştir.

İkinci istasyonda Oligochaeta ve Diptera grupları her örnekleme yapılan ayda gözlenmiştir. Diptera takımının nispi bolluğu % 29,13 altına düşmemiştir (Şekil 4.6.). Oligochaeta grubu ise % 11,29 – 60,05 arasında değişkenlik göstermiştir. Trichoptera takımı ise sadece Ocak ve Mart aylarında gözlenmemiş, ancak nispi bolluk değeri % 6,03'ün üzerine çıkmamıştır.

Üçüncü istasyonda hakim organizma grubunun Diptera takımı olduğu gözlenmiştir. Nispi bolluğunun % 96,74'lere kadar çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 4.7.). Bu istasyonda kaydedilen diğer önemli gruplar ise Oligochaeta ve Ephemeroptera olmuş, örnekleme yapılan her ayda gözlenmiştir. Oligochaeta % 50'lere Ephemeroptera ise % 46'lara kadar artış göstermiştir. Bu istasyonda *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758)' un Haziran ayında çok fazla gözlenmesi Crustacea grubunun nispi bolluğunun % 15' lere yükselmesi sonucunu ortaya çıkarmıştır.

**Çizelge 4.2.** Yalakdere'de tespit edilen bentik makroomurgasızlara ait takson listesi, istasyonlara göre bulunurlukları ve istatistikte kullanılan taksonların kısaltmaları

|                                | 1. ist | 2. ist | 3. ist | 4. ist | Tekk. | Kısaltma |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|
| <b>Phylum: Nematoda</b>        | +      | +      | +      | +      | 13    | NEMAT    |
| <b>Phylum: Nematomorpha</b>    | +      | +      | +      | +      | 26    | NMORP    |
| <b>Phylum: Platyhelminthes</b> |        |        |        |        |       |          |
| <b>Class: Turbellaria</b>      |        |        |        |        |       |          |
| <b>Ordo: Tricladida</b>        |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Planariidae               |        | +      |        |        | 1     |          |
| <b>Phylum: Annelida</b>        |        |        |        |        |       |          |
| <b>Subclass: Oligochaeta</b>   |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Lumbricidae               | +      | +      | +      | +      | 13    | LUMBR    |
| <b>Subclass: Hirudinea</b>     |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Hirudinidae               |        |        | +      |        | 1     |          |
| Fam: Erpobdellidae             | +      | +      | +      | +      | 4     | ERPOB    |
| <b>Phylum: Mollusca</b>        |        |        |        |        |       |          |
| <b>Classis: Gastropoda</b>     |        |        |        |        |       |          |
| <b>Subclass: Prosobranchia</b> |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Hydrobiidae               |        | +      |        |        | 1     |          |
| <b>Subclass: Pulmonata</b>     |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Lymnaeidae                |        | +      | +      |        | 2     |          |
| Fam: Physidae                  |        |        |        | +      | 5     | PHYSI    |
| Fam: Planorbidae               |        | +      | +      | +      | 15    | PLANO    |
| <b>Classis: Bivalvia</b>       |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Sphaeriidae               |        |        | +      | +      | 2     |          |
| <b>Phylum: Arthropoda</b>      |        |        |        |        |       |          |
| <b>Subphylum: Chelicerata</b>  |        |        |        |        |       |          |
| <b>Class: Arachnida</b>        |        |        |        |        |       |          |
| <b>Infraclass: Acari</b>       |        |        |        |        |       |          |
| Hydrachnidia                   | +      | +      | +      | +      | 17    | HYDRA    |
| <b>Subphylum: Crustacea</b>    |        |        |        |        |       |          |
| <b>Class: Maxillopoda</b>      |        |        |        |        |       |          |
| <b>Subclass: Copepoda</b>      |        |        |        |        |       |          |
|                                | +      | +      |        | +      | 9     | COPEP    |
| <b>Class: Ostracoda</b>        |        |        |        |        |       |          |
|                                | +      | +      | +      | +      | 14    | OSTRA    |

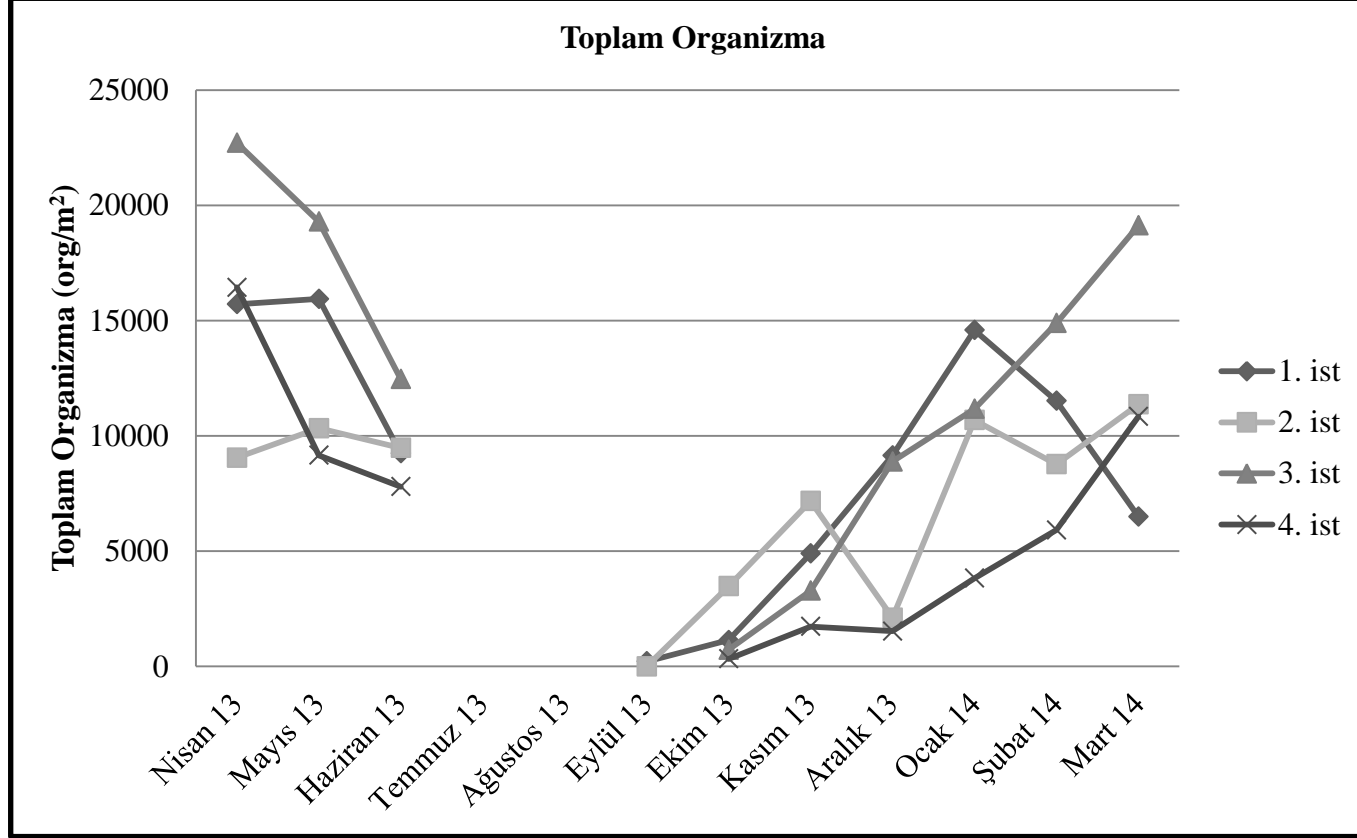
**Çizelge 4.2.** Yalakedere'de tespit edilen bentik makroomurgasızlara ait takson listesi, istasyonlara göre bulunurlukları ve istatistikte kullanılan taksonların kısaltmaları (Devam)

|                                     | 1. ist | 2. ist | 3. ist | 4. ist | Tekk. | Kısaltma |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|
| <b>Class: Malacostraca</b>          |        |        |        |        |       |          |
| <b>Ordo: Isopoda</b>                |        |        |        |        |       |          |
| Asellidae                           |        |        |        |        |       |          |
| <i>Asellus aquaticus</i> (L., 1758) | +      | +      | +      | +      | 28    | Ase aqu  |
| <b>Subphylum: Hexapoda</b>          |        |        |        |        |       |          |
| <b>Class: Entognatha</b>            |        |        |        |        |       |          |
| <b>Ordo: Collembola</b>             |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Isotomidae                     | +      |        | +      | +      | 9     | ISOTO    |
| <b>Class: Insecta</b>               |        |        |        |        |       |          |
| <b>Ordo: Ephemeroptera</b>          |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Baetidae                       | +      | +      | +      | +      | 31    | BAETI    |
| Fam: Heptageniidae                  | +      | +      | +      | +      | 11    | HEPTA    |
| Fam: Ephemerellidae                 | +      | +      | +      |        | 6     | EPHEM    |
| Fam: Caenidae                       |        |        |        |        |       |          |
| <i>Caenis</i> Stephens, 1835        | +      | +      | +      | +      | 26    | Caenis   |
| Fam: Leptophlebiidae                | +      | +      |        |        | 3     |          |
| Fam: Ephemeridae                    |        |        |        |        |       |          |
| <i>Ephemera</i>                     |        | +      | +      |        | 2     |          |
| <b>Ordo: Odonata</b>                |        |        |        |        |       |          |
| <b>Subordo: Zygoptera</b>           |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Calopterygidae                 |        | +      | +      |        | 2     |          |
| Fam: Lestidae                       |        |        |        | +      | 1     |          |
| Fam: Coenagrionidae                 | +      |        | +      |        | 3     |          |
| <b>Subordo: Anisoptera</b>          |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Gomphidae                      | +      | +      | +      |        | 6     | GOMPH    |
| <b>Ordo: Plecoptera</b>             |        |        |        |        |       |          |
| <b>subordo: Arctoperlaria</b>       |        |        |        |        |       |          |
| <b>İnfraordo: Euholognatha</b>      |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Leuctridae                     | +      | +      | +      |        | 11    | LEUCT    |
| Fam: Taeniopterygidae               | +      | +      | +      | +      | 12    | TAENI    |
| Fam: Capniidae                      | +      | +      |        |        | 3     |          |
| Fam: Perlodidae                     | +      |        |        |        | 1     |          |
| Fam: Nemouridae                     |        | +      | +      |        | 3     |          |
| Fam: Chloroperlidae                 |        | +      |        |        | 1     |          |
| <b>Ordo : Coleoptera</b>            |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Elmidae                        |        | +      | +      |        | 3     |          |

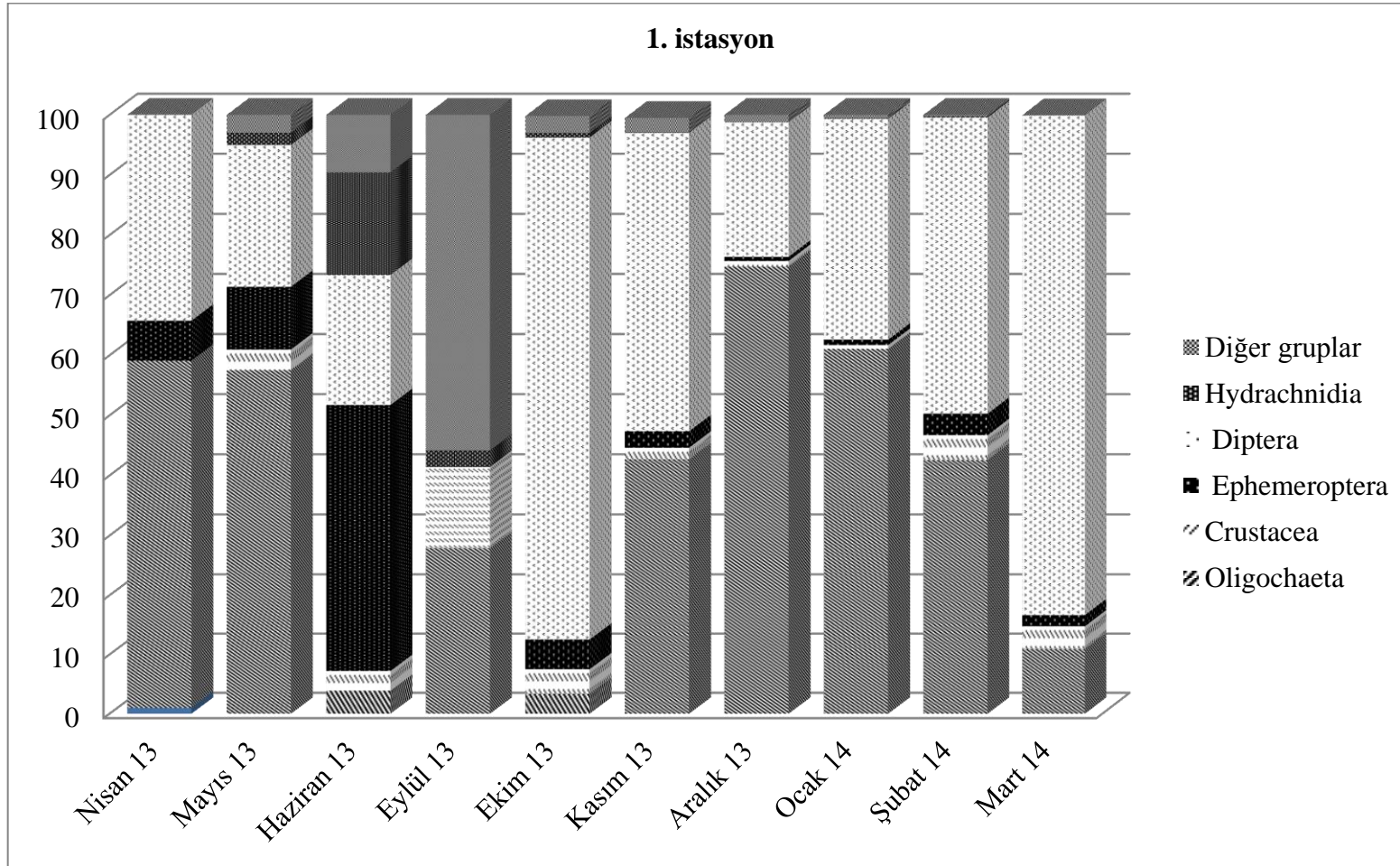


**Çizelge 4.2.** Yalakedere'de tespit edilen bentik makroomurgasızlara ait takson listesi, istasyonlara göre bulunurlukları ve istatistikte kullanılan taksonların kısaltmaları (Devam)

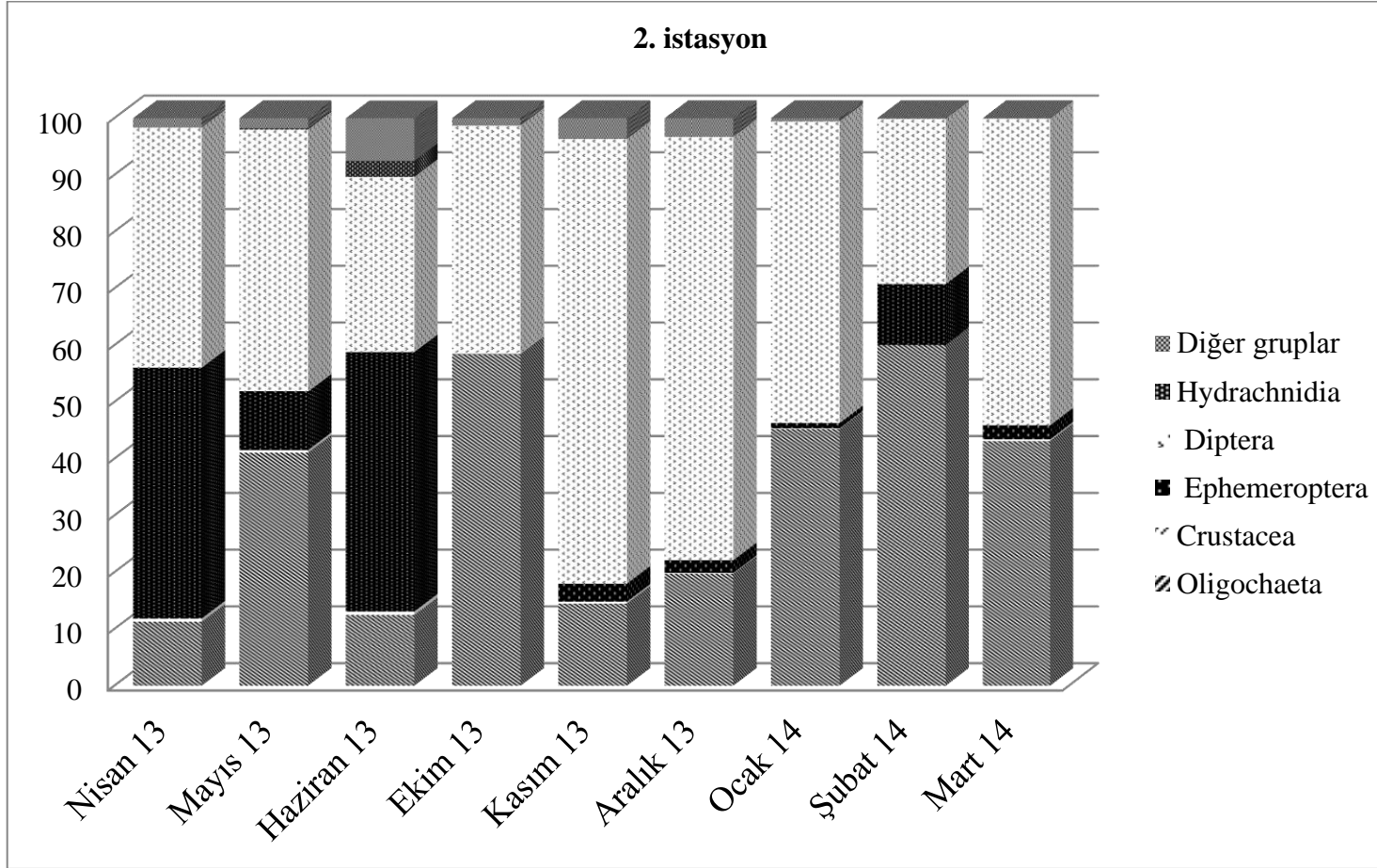
|   | 1. ist | 2. ist | 3. ist | 4. ist | Tekk. | Kısaltma |
|---|--------|--------|--------|--------|-------|----------|
| <b>Ordo : Trichoptera</b>                         |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Hydropsychidae (larva+pupa)                  | +      | +      | +      | +      | 18    | HYDRO    |
| Fam: Hydroptilidae (larva+pupa)                   | +      | +      | +      |        | 9     | HYDRP    |
| Fam: Limnephilidae                                |        |        |        | +      | 1     |          |
| <b>Ordo: Diptera</b>                              |        |        |        |        |       |          |
| <b>Subordo: Brachycera</b>                        |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Athericidae                                  |        |        |        |        |       |          |
| <i>Atherix</i> Meigen, 1803                       |        | +      |        |        | 2     |          |
| Fam: Empididae                                    |        |        |        |        |       |          |
| <i>Clinocera</i> Meigen, 1803                     | +      | +      | +      | +      | 11    | Clinoc   |
| <i>Hemerodromia</i> Meigen, 1822 (larva+pupa)     | +      | +      | +      |        | 7     | Hemero   |
| <i>Wiedemannia</i> Zetterstedt, 1833 (larva+pupa) | +      | +      | +      | +      | 22    | Wiedem   |
| Fam: Ephydriidae (larva+pupa)                     |        | +      | +      | +      | 7     | EPHYDR   |
| Fam: Muscidae                                     |        |        |        |        |       |          |
| <i>Limnophora</i> Desvoidy, 1830 (larva+pupa)     | +      | +      | +      |        | 6     | Limnop   |
| Fam: Stratiomyidae                                |        |        | +      | +      | 4     | STRAT    |
| Fam: Tabanidae                                    | +      | +      | +      | +      | 17    | TABAN    |
| <b>Subordo: Nematocera</b>                        |        |        |        |        |       |          |
| Fam: Ceratopogonidae (larva+pupa)                 | +      | +      | +      | +      | 15    | CERAT    |
| Fam: Chironomidae (larva)                         | +      | +      | +      | +      | 36    | CHIR-l   |
| (pupa)  | +      | +      | +      | +      | 34    | CHIR-p   |
| Fam: Simuliidae (larva)                           | +      | +      | +      | +      | 31    | SIMU-l   |
| (pupa)  | +      | +      | +      | +      | 20    | SIMU-p   |
| Fam: Psychodidae                                  |        |        |        |        | 6     | PSYCH    |
| Fam: Limoniidae                                   |        |        |        |        |       |          |
| <i>Ormosia</i> Rondani, 1856                      | +      |        | +      |        | 3     |          |
| <i>Antocha</i>                                    | +      | +      | +      |        | 3     |          |
| Fam: Pediciidae                                   |        |        |        |        |       |          |
| <i>Dicranota</i> Zetlerstedt, 1838                | +      | +      | +      | +      | 10    | Dictan   |
| Fam: Tipulidae                                    |        |        |        |        |       |          |
| <i>Tipula</i> Linnaeus, 1758                      | +      | +      | +      | +      | 8     | Tipula   |
| <i>Pilaria</i> Sintenis, 1889                     |        | +      |        |        | 1     |          |
| Fam: Dolichopodidae                               |        |        |        |        |       |          |
| <i>Argyra</i> Macquart, 1834                      | +      |        |        |        | 1     |          |
| Fam:Dixidae                                       | +      |        |        |        | 1     |          |
| Fam: Phoridae                                     |        |        |        | +      | 1     |          |



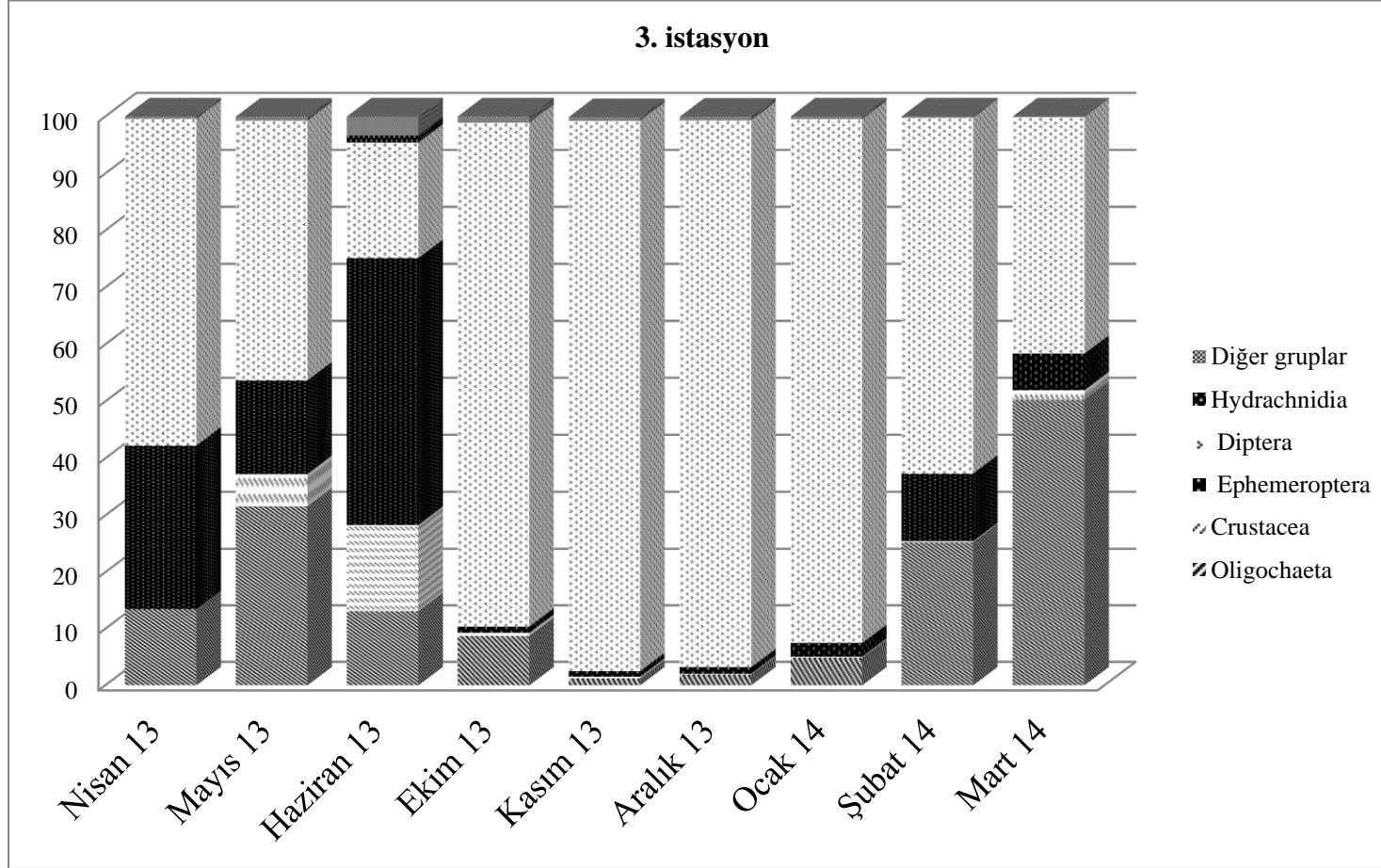
**Şekil 4.4.** Yalacdere'de tespit edilen bentik omurgasız faunasına ait metre karedeki toplam organizma sayısı



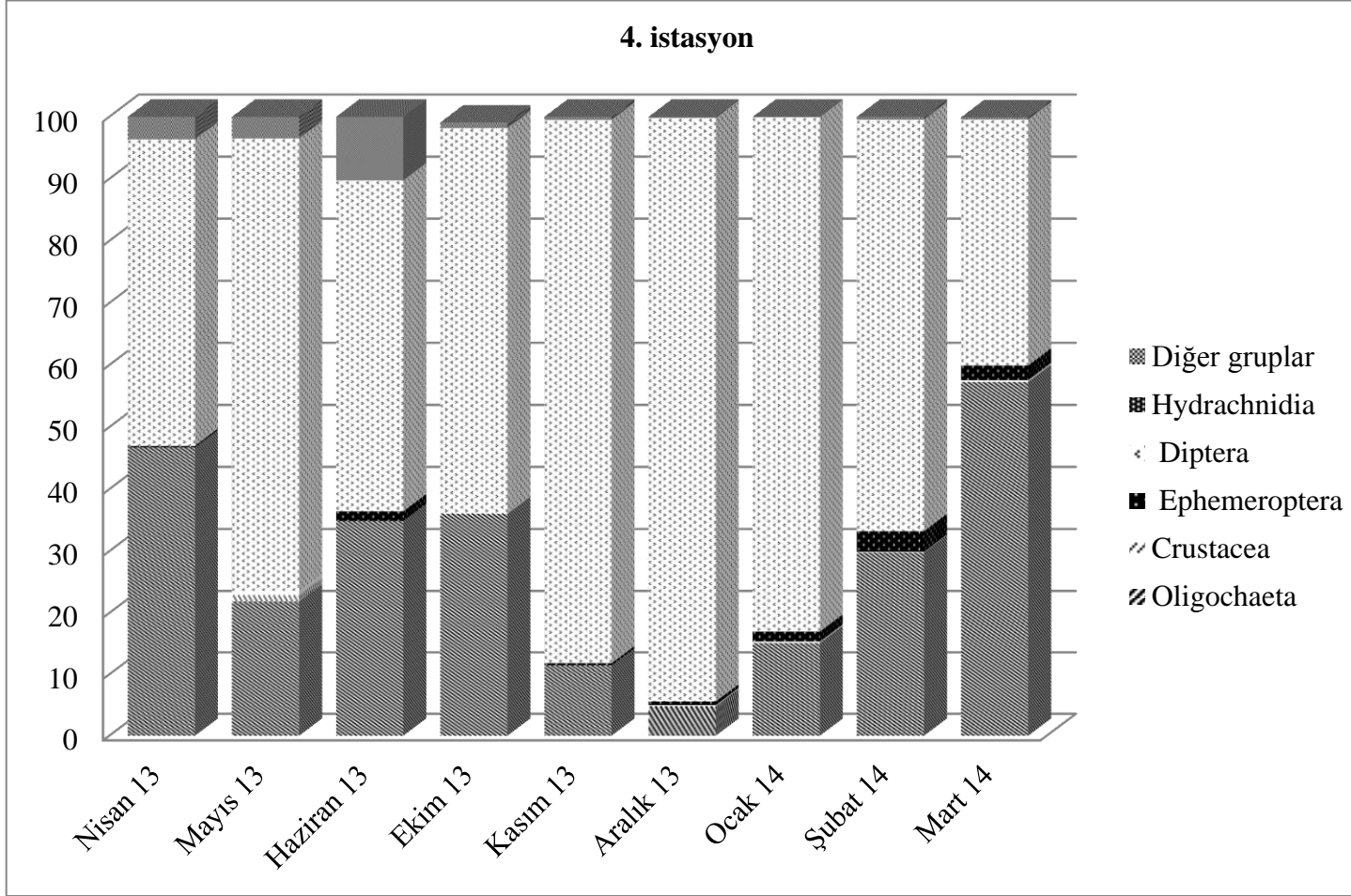
**Şekil 4.5.** 1. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları



**Şekil 4.6.** 2. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları



**Şekil 4.7.** 3. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları



**Şekil 4.8.** 4. istasyonda tespit edilen bentik omurgasız gruplarının toplam fauna içindeki yüzde oranları

Dördüncü istasyonda ise; baskın grup 3. istasyonda olduğu gibi Diptera takımı olmuştur. Nispi bolluğu % 39,65 – 94,23 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.8.). Ephemeroptera takımı %3,5 üzerine çıkmamış, Oligochaeta alt sınıfının ise % 4,79 – 57,27 arasında değiştiği ve bu istasyonda önemli bolluk değerlerine ulaştığı gözlenmiştir.

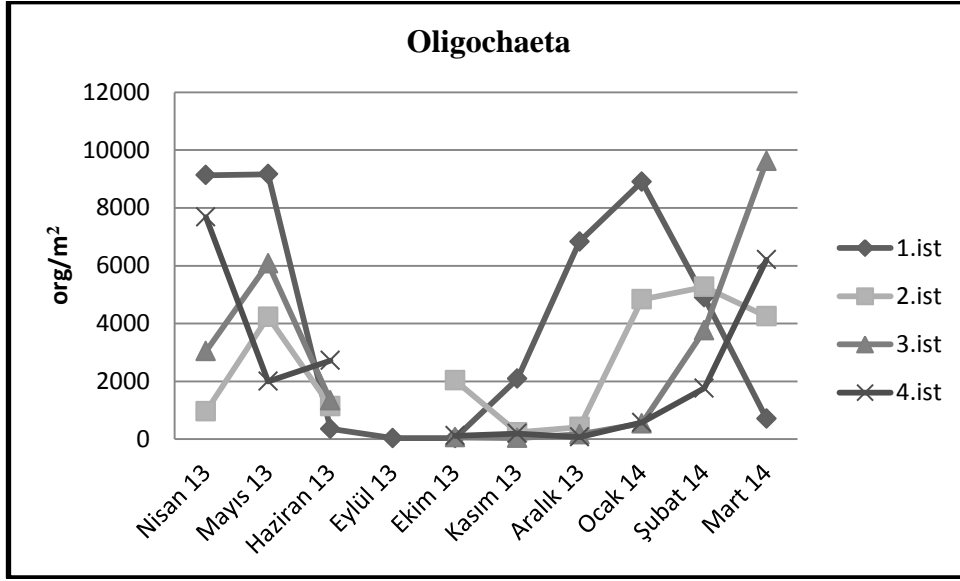
Diğer gruplar bölümüne çalışma dönemi boyunca, genel olarak nispi bolluk değerleri düşük olan taksonlar dahil edilmiştir. Bunlar; Nematoda, Nematomorpha, Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Odonata, Plecoptera, Trichoptera ve Coleoptera taksonları olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5-4.8.)

Yalacdere'de parazitik özellikte olan Nematomorpha şubesi üyeleri belirlenmiş olup, özellikle Diptera takımından Simuliidae familyası üzerinde parazitlik yaptıkları tespit edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca en yüksek birey sayısı  $82 \text{ org/m}^2$  olarak Kasım ayında 2. istasyonda kaydedilmiştir.

Platyhelminthes şubesinden Turbellaria sınıfından Planariidae familyasına ait bir takson  $3 \text{ org/m}^2$  ile çalışma periyodu boyunca sadece Haziran ayında 2. istasyonda tespit edilmiştir.

Annelida şubesinden iki sınıfa ait taksonlar tespit edilmiştir. Hirudinea sınıfından Hirudinidae familyasına ait tek bir takson sadece Aralık'da 3. istasyonda metre karede 3 birey olarak kaydedilmiştir. Erpobdellidae familyasına ait bireyler ise;  $6 \text{ org/m}^2$  üzerine çıkmamıştır.

Oligochaeta sınıfı örnekleme yapılan her ayda gözlenmiştir. Bollukları 35 – 9162  $\text{org/m}^2$  arasında değişmiş, en yüksek birey sayısına Nisan ayında, en düşük birey sayısına ise Eylül ayında 1. istasyonlarda rastlanılmıştır (Şekil 4.9.). Oligochaeta'dan Lumbricidae familyası ise Ekim, Ocak ve Şubat ayları haricinde diğer aylarda tespit edilmiştir. Kasım ayında en yüksek birey sayısına ulaşmış,  $805 \text{ org/m}^2$  olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 4.8.** Yalakdere'de tespit edilen Oligochaeta grubunun aylık değişimi (org/m<sup>2</sup>)

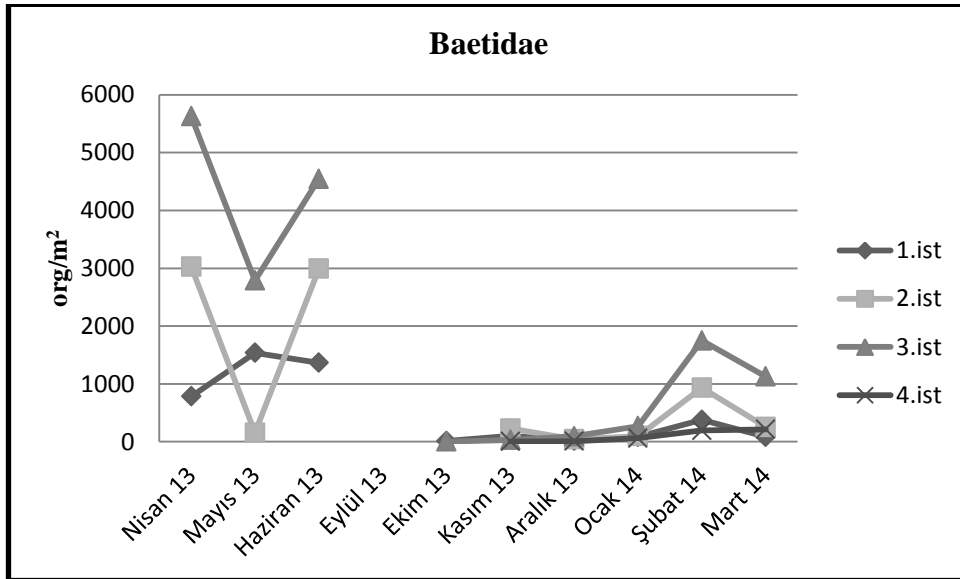
Mollusca şubesi, Gastropoda sınıfından Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae familyaları tespit edilmiştir. Hydrobiidae familyası yalnız Eylül 2013 tarihinde 2. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Lymnaeidae; Haziran ve Ekim 2013 tarihlerinde metre karede 3 birey olarak tespit edilmiştir. Physidae; Nisan, Haziran, Ekim aylarında ve Şubat, Mart aylarında sadece 4. istasyonda gözlenmiştir. Birey sayısı 3 – 80 org/m<sup>2</sup> arasında belirlenmiştir. Planorbidae; Nisan, Aralık, Ocak ayları dışında diğer aylarda metre karede 4 – 120 organizma arasında kaydedilmiştir. Bivalvia sınıfından da Sphaeriidae familyası, Nisan ayında 4. istasyonda 40 org/m<sup>2</sup> ve Mayıs ayında 3. istasyonda 13 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir.

Arthropoda'dan Arachnida sınıfına ait Hydrachnida tespit edilmiştir. Haziran ayında 1. istasyonda birey sayısı metre karede 1578 organizma olarak tespit edilmiştir. Bu sayı çalışma dönemi boyunca tespit edilmiş bu taksona ait en yüksek organizma sayısı olup, toplam organizmanın % 17,06'sını oluşturmuştur. Çalışma esnasında Arthropoda'dan Crustacea sınıfına ait 3 takson tespit edilmiştir. Bir meiofauna elemanı olan Copepoda alt sınıfı Kasım ayına kadar görülmemiştir. Kasımdan ayından sonra 3 – 13 org/m<sup>2</sup> gibi düşük birey sayılarıyla temsil edilmiştir. Malacostraca sınıfına ait *Asellus aquaticus* (L. 1758) türü her mevsimde en az bir istasyonda gözlenmiştir. En yüksek organizma sayısı Haziran ayında 3. istasyonda 1896 org/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiş, toplam organizmanın % 15'ini oluşturmuştur. *Asellus aquaticus* türü Şubat ayı hariç her ay 2. istasyonda



gözlenmiştir. 2. istasyonda 3 – 50 org/m<sup>2</sup> olarak temsil edilmiştir. Collembola'dan Isotomidae familyası ise, çalışma dönemi boyunca 3 – 15 org/m<sup>2</sup> birey sayısı ile temsil edilmiştir.

Insecta'dan Ephemeroptera takımına ait altı familya belirlenmiş, bazı aylarda önemli bolluk ve nispi bolluk değerlerine ulaşmışlardır (bkz. Şekil 4.5-4.8.). Ephemeroptera takımına ait önemli bolluk ve nispi bolluk değerlerine ulaşan önemli familyalardan birisi Baetidae olmuştur. Derenin Haziran – Eylül ayları arasında kurumuş olması Baetidae familyasını olumsuz etkilediği gözlenmiştir. 1. istasyonda, Haziran ayına kadar metre karede 785 bireyin altına düşmemiştir. Eylül ayında hiç gözlenmezken, Ekim ayından itibaren toplam organizmanın % 1'i gibi çok az bir değerle kendine ekosistemde yer bulmuştur. Mart ayına kadar düzensiz bir görünüm sergileyen Baetidae bireyleri kuraklık sonrası en yüksek birey sayısına 379 org/m<sup>2</sup> ile Şubat ayında ulaşmıştır (Şekil 4.10.).



**Şekil 4.9.** Yalacdere'de tespit edilen Baetidae familyasının aylık değişimi (org/m<sup>2</sup>)

İkinci İstasyon bulguları da 1. istasyona paralellik göstermektedir. Metre karede en yüksek birey sayısı 3025 ile Nisan ayında gözlenmiştir. Dere yatağında tekrar su gözlendikten sonra Kasım ayından itibaren Baetidae bireylerine rastlanılmış, 44 – 934 org/m<sup>2</sup> arasında tespit edilmişlerdir. 3. istasyonda, 2. istasyonda olduğu gibi metre karede en yüksek değer Nisan ayında 5629 olarak bulunmuştur. Bu sayı aynı zamanda

çalışma dönemi boyunca Baetidae familyasının ulaştığı en yüksek organizma sayısı olarak da belirlenmiştir. Bu ayda toplam organizmanın % 24,77'si ile Simuliidae'den sonra 2. baskın takson konumunda olduğu belirlenmiştir. Ekimden Şubat'a kadar birey sayısı sürekli artış göstermiş (4 – 1751 org/m<sup>2</sup>), Mart ayında 1129 org/m<sup>2</sup> ile biraz gerilemiştir. 4. istasyonda ise, Kasım ayına kadar Baetidae bireyleri gözlenmemiştir. Kasımdan itibaren metre karede 3 – 215 arasında belirlenmiştir. Çalışma dönemi boyunca nispi bolluğu % 3 'ün üzerine çıkamamıştır. Metre kare en yüksek birey sayısına 215 org/m<sup>2</sup> ile Mart ayında ulaşmıştır (Şekil 4.10.).

Heptageniidae familyası Nisan, Mayıs, Ocak, Şubat, Mart aylarında görülmüştür. Çok fazla birey sayısı ile temsil edilmeyen Heptageniidae familyası, metre karede en yüksek değerine Nisan ayında 2. istasyonda 114 bireyle ulaşmıştır. Sadece çalışmanın son örnekleme ayı olan Mart ayında her istasyonda gözlenmiştir. Metre karede 16 – 32 bireyle temsil edilmişlerdir.

Ephemerellidae familyası sadece Nisan ve Mayıs aylarında ilk üç istasyonda gözlenmiştir. 9 – 135 org/m<sup>2</sup> arasında tespit edilmişlerdir. Nispi bollukları % 2 'nin üzerine çıkamamıştır.

Caenidae familyasından *Caenis* cinsi de Haziran – Eylül ayları arasındaki kuraklıktan etkilenmiş olan bir diğer takson olarak tespit edilmiştir. 1. istasyonda, Haziran ayında çalışma dönemi boyunca tespit edilmiş en yüksek değer olan 2751 org/m<sup>2</sup>'ye ulaşılmıştır. Bu esnada nispi bolluk değeri % 30 olarak belirlenmiştir. Eylül'den önce 100 org/m<sup>2</sup>'nin altına düşmeyen Caenidae Şubat ayında 13 org/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda, Haziran ayında 1322 org/m<sup>2</sup> olarak tespit edilirken, çarpıcı bir şekilde Haziran'dan sonra 5 org/m<sup>2</sup> değerlerine gerilemiştir. 3. ve 4. istasyonda da durum diğer iki istasyona benzerlik göstermiştir. Haziran ayında yüksek olan birey sayıları kuraklıktan sonra ciddi şekilde azalmıştır.

Leptophlebiidae familyası sadece Mayıs 1. istasyon, Haziran 2. istasyon ve Ocak 1. istasyonda çalışma dönemi boyunca üç defa gözlenmiştir. Ephemeridae familyasından *Ephemera* cinsi, Mayıs 3. istasyonda 9 org/m<sup>2</sup>, Haziran 2. istasyonda 13 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilerek çalışma dönemi boyunca sadece iki defa gözlenmiştir.

Yalakdere'de Odonata takımından Zygoptera alttakımına ait üç ve Anisoptera alttakımlarına ait bir familya tespit edilmiştir. Zygoptera'dan Calopterygidae, Coenagrionidae ve Lestidae, Anisoptera'dan Gomphidae familyaları tespit edilmiştir. Calopterygidae; yalnızca Haziran ayında 9 – 16 org/m<sup>2</sup> ile tespit edilirken, Lestidae; sadece Mart ayında son istasyonda 3 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Coenagrionidae; Nisan, Haziran ve Kasım aylarında 3 – 13 org/m<sup>2</sup> olarak bulunmuşlardır. Gomphidae familyası diğer Odonata taksonlarına göre daha fazla sayıda temsil edilmiş, ancak Haziran ayından sonra çalışma alanında gözlenmemiştir. En yüksek organizma sayısına Nisan ayında 2. istasyonda 17 org/m<sup>2</sup> ile ulaşmıştır.

Plecoptera takımından altı familya tespit edilmiştir. Çalışma süresince Leuctridae en fazla bireyle temsil edilen familya olmuş, ancak her ayda örneklenmemiştir. Leuctridae üyeleri en yüksek organizma sayısına Haziran ayında 1. istasyonda 517 org/m<sup>2</sup> ile ulaşmış, nispi bolluğu % 6 olarak bulunmuştur. Nisan ayında metre karede organizma sayısı 4'ün üzerine çıkmamış, Mayıs ve Haziran aylarında 69 org/m<sup>2</sup>'nin altına düşmemiştir. Kuraklıktan sonra Kasım ve Aralık aylarında sadece 1. istasyonlarda kaydedilmiş, metre karedeki birey sayıları sırasıyla 10 org/m<sup>2</sup> ve 3 org/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Taeniopterygidae; Kasım ayından itibaren görülmeye başlamıştır. Ekim ayında 20 org/m<sup>2</sup> 'lerde olan birey sayısı, Kasım ayında 100 org/m<sup>2</sup>'yi geçtiği tespit edilmiştir. En yüksek değere ise Kasım ayında metre karede 126 org/m<sup>2</sup> ile ulaşmışlardır. Capniidae familyası; Ekim 1. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup>, Kasım 1 ve 2. istasyonlarında sırasıyla 8 org/m<sup>2</sup> ve 9 org/m<sup>2</sup> bireyle temsil edilmiştir. Perlodidae familyası, Ocak ayında sadece 1. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup> birey olarak kaydedilmiştir. Nemouridae familyası; Nisan ayında 3. istasyonda metre karede 8, Ocak ayı 2. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup>, Mart 3. istasyonda 6 org/m<sup>2</sup> birey ile tespit edilmiştir. Chloroperlidae familyası Ocak ayında 2. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup> bireyle temsil edilmiştir.

Coleoptera takımından sadece Elmidae familyasına ait larvalar bulunmuştur. Haziran 2. istasyon, Şubat 3. istasyon ve Mart 2. istasyonlarında; metre karede 3 birey ile temsil edilmiştir.

Trichoptera takımından üç familya kaydedilmiştir. Bunlar; Hydropsychidae, Hydroptilidae ve Limnephilidae familyalarıdır. Hydropsychidae familyası; 1.

istasyonda, Nisan ayında 46 org/m<sup>2</sup> olan birey sayısı, Haziran ayında en yüksek değer olan 312 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Mayıs, Eylöl, Kasım ve Mart aylarında organizma tespit edilmemiştir. Ekim, Aralık, Ocak, şubat aylarında bireyler 3 – 16 org/m<sup>2</sup> arasında değişkenlik göstermiştir. 2.istasyonda; Hydropsychidae familyası Mayıs, Eylöl ve Ocak aylarında kaydedilmemiştir. Örneklenen istasyonlarda metre karede birey sayısı 6 – 524 arasında değişmektedir. Haziran 2. istasyonda en yüksek birey sayısına ulaşılmış, nispi bolluğu % 6 olarak bulunmuştur. 3. istasyonda; Hydropsychidae taksonları Nisan, Haziran, Aralık ve şubat aylarında kaydedilmiştir. Haziran – Aralık arasında görölmemiştir. Birey sayısı 3 – 177 org/m<sup>2</sup> arasında değişkenlik göstermiştir. 4. istasyonda ise; çalışmanın başladığı ilk ayda birey sayısı, metre karede 480 olarak tespit edilirken, diğer aylarda hiç görölmemiştir.

Hydroptilidae; Haziran ve şubat aylarında ilk üç istasyonda görölümüştür. Birey sayısı metre karede 3'ün altına düşmemiştir. Haziran ayında 2. istasyonda 47 org/m<sup>2</sup> ile en yüksek değer tespit edilmiş, Nisan, Eylöl, Kasım, Aralık ve Mart aylarında Hydroptilidae bireyleri gözlenmemiştir.

Limnephilidae familyası da sadece Mart 2014 tarihinde son istasyonda 3 org/m<sup>2</sup> bireyle temsil edilmiştir. Küçük odun parçalarından kendine evcik yapmış bir halde bulunmuştur.

Yalakdere'de çalışma periyodu boyunca Diptera takımına ait 16 familya kaydedilmiştir. Athericidae familyasından *Atherix* cinsi sadece Mayıs ve Haziran aylarında 2. istasyonda sırasıyla 3 ve 16 org/m<sup>2</sup> ile temsil edilmiştir.

Empididae familyasından; *Clinocera*, *Hemerodromia* ve *Wiedemannia* cinsleri tespit edilmiştir. *Clinocera*'nın metre karedeki en yüksek birey sayısı 480 olarak Nisan ayında 4. istasyonda tespit edilmiştir. *Clinocera* bireyleri Mayıs – Ekim ayları arasında ve Ocak ayında gözlenmemiş, sadece Mart ayında her istasyonda kendine yer bulabilmiştir. Birey sayılarının 5 – 155 org/m<sup>2</sup> arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Empididae familyasından *Hemerodromia* cinsi; Nisan ayında 2. istasyonda 17 org/m<sup>2</sup>, Mayıs ayında 3. istasyonda 6 org/m<sup>2</sup>, Haziran ayında 3. istasyonda 9 org/m<sup>2</sup>, Kasım ayında 1. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup>, Ocak ayında 3. istasyonda 16 org/m<sup>2</sup>, şubat ayında ise ilk 2 istasyonda metrekare de 6 birey olarak tespit edilmiştir. *Wiedemannia* cinsi; Eylöl

ve Ekim ayları hariç diğer aylarda en az bir istasyonda görülmüştür. 1. istasyonda, birey sayısı 9 – 60 org/m<sup>2</sup> arasında değiştiği görülmüştür. *Wiedemannia* bireyleri, Eylül ve Ekim aylarına ek olarak Haziran ve Kasım aylarında da gözlenmemiştir. Metre karedeki en yüksek birey sayısı Şubat ayında bulunmuştur. 2. istasyonda, Eylül, Ekim, Nisan ve Haziran aylarında örnek bulunamamıştır. Diğer aylarda ise metre karedeki birey sayısı 3 – 60 arasında değişkenlik göstermiş, en yüksek birey sayısına 60 org/m<sup>2</sup> ile 1. istasyonda olduğu gibi Şubat ayında kaydedilmiştir. *Wiedemannia* bireyleri 3. istasyonda, Eylül ile Ekim ayına ek olarak Kasım ayında da kaydedilmemiştir. İlk üç ayda en yüksek birey sayısı Mayıs ayında metre karede 41 olarak belirlenmişken, son üç ayda birey sayısı artmış, en yüksek sayı Şubat ayında 85 org/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda ise, sadece son üç ayda örnek gözlenmiş, *Wiedemannia* bireyleri 6 - 28 org/m<sup>2</sup> arasında değişmiştir.

Ephydriidae familyası, Nisan ayının 2. ve 3. istasyonlarında ve Aralık ayının 2. ve 4. istasyonlarında 3 org/m<sup>2</sup> birey olarak kaydedilmiştir. Mayıs ayının 3. istasyonu, Haziran ayının 2. istasyonunda birey sayısı 19 org/m<sup>2</sup>, 3. istasyonda ise 6 org/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir.

Muscidae familyasından *Limnophora* cinsi, çalışma döneminin ilk üç ayında, Ocak ve Şubat aylarında kaydedilmiştir. Mayıs ayının 3. istasyonunda en yüksek birey sayısı olan 19 org/m<sup>2</sup> 'ye ulaşmıştır.

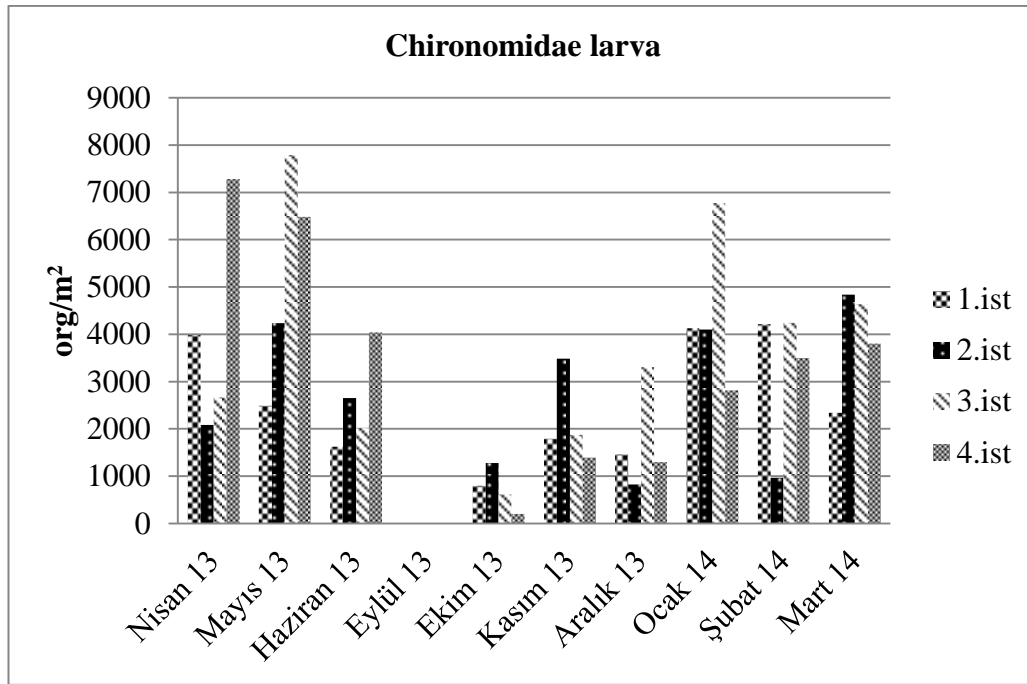
Stratiomyidae familyası sadece, Ekim ve Ocak aylarında 4. istasyonda; Aralık ve Şubat aylarında 3. istasyonda 3 org/m<sup>2</sup> birey olarak kaydedilmiştir.

Tabanidae familyası; Haziran, Ekim, Ocak, Şubat, Mart aylarında en az bir istasyonda gözlenmiş olup birey sayısı 3 – 80 org/m<sup>2</sup> arasında belirlenmiştir.

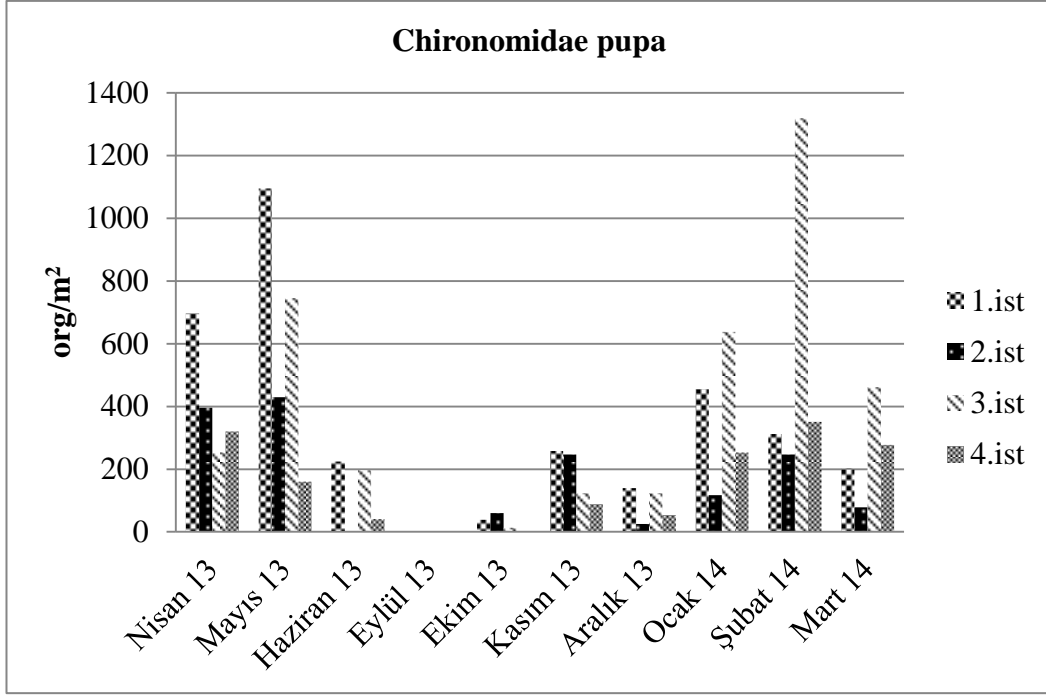
Ceratopogonidae familyası da kuraklıktan etkilenen bir diğer familya olarak tespit edilmiştir. Eylül ayına kadar 91 org/m<sup>2</sup>'lere kadar çıkarken, Haziran'dan sonra en fazla 6 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir.

Chironomidae familyası Oligochaeta'dan sonra en baskın grup olarak belirlenmiştir. Örnek alınamayan aylar ve Eylül ayı hariç tüm istasyonlarda bulunmuştur. Larvaların yanısıra pupalarda bulunmuştur. Chironomidae larva ve pupalarının istasyonlara göre dağılımı tek tek değerlendirilmiştir;

Birinci istasyonda, Chironomidae larvaları 798 – 4218 org/m<sup>2</sup> değerleri arasında değişkenlik göstermiş, en yüksek birey sayısına Şubat ayında ulaşmıştır (Şekil 4.11). Chironomidae larvaları bu ayda toplam organizmanın % 36'sını oluşturmuştur. Ekim ayı haricinde metre karedeki birey sayısı 1000'in altına düşmemiştir. En yüksek Chironomidae pupası ise Mayıs ayında 1095 org/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Diğer aylarda Chironomidae pupaları metre karede 38 – 454 org/m<sup>2</sup> arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.10. Yalakdere'de tespit edilen Chironomidae larvalarının aylık değişimi (org/m<sup>2</sup>)



**Şekil 4.11.** Yalakdere'de tespit edilen Chironomidae pupalarının aylık değişimi (org/m<sup>2</sup>)

İkinci istasyonda Chironomidae larvası; en yüksek birey sayısı 4839 org/m<sup>2</sup> ile Mart ayında tespit edilmiştir. (Şekil 4.11.). Bu ayda Toplam organizmanın % 35'ini oluşturduğu görülmüştür. Simuliidae familyasından sonra en baskın grup olarak belirlenmiştir. Nisan - Haziran ayları arasında metre karedeki birey sayısı 2087 – 2650 arasında değişiklik göstermiş, Eylül'den sonra Chironomidae larva birey sayıları inişli çıkışlı bir grafik sergilemiştir (Şekil 4.11.). Birey sayısı; Ekimde 1281 org/m<sup>2</sup> iken Kasımda 3483 org/m<sup>2</sup>'e yükselmiş ve Aralık ayında 827 org/m<sup>2</sup> ile tekrar düşüşe geçmiştir. Aynı şekilde Ocak ayında 4000'lere yükselen birey sayısı Şubat'ta 1000 org/m<sup>2</sup> civarlarından tekrar 4000 seviyelerine çıkmıştır. Chironomidae pupaları ise Haziran ayında hiç gözlenmemiştir. Haziran ayına kadar 400 org/m<sup>2</sup> olan birey sayıları kuraklıktan sonra düşmüştür, larvada olduğu gibi birey sayılarında inişler ve çıkışlar tespit edilmiştir (Şekil 4.12.).

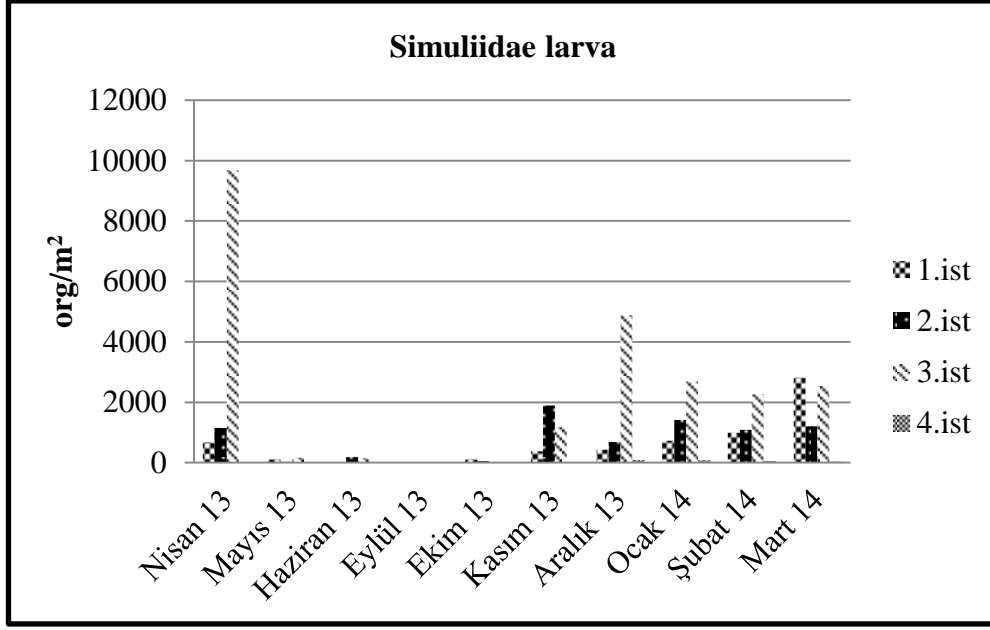
Üçüncü istasyonda, çalışma dönemi boyunca en yüksek Chironomidae larva bireyleri 7787 org/m<sup>2</sup> ile Mayıs ayında belirlenmiştir (Şekil 4.11.). Toplam organizmanın % 40'ını oluşturarak Oligochaeta grubunu geçip en baskın grup olarak kaydedilmiştir. Ocak ayında da 6771 org/m<sup>2</sup> gibi yüksek birey sayılarına ulaştığı gözlenmiştir. Bu ayda Chironomidae larvaları toplam organizmanın % 60'ını oluşturmuştur. Diğer aylarda

olduğu gibi Ekim ayında da birey sayısı düşük gözlenmiştir. Ekim ayında 614, Kasım ayında 1874 tespit edilen metre karedeki organizma sayısı diğer aylarda 1800 org/m<sup>2</sup>'nin altına düşmemiştir. Chironomidae pupa bireyleri 13 - 1319 org/m<sup>2</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Metre karedeki en düşük birey sayısı Ekim ayında kaydedilmiş, en yüksek birey sayısı ise şubat ayında kaydedilmiş, bu sayı aynı zamanda çalışma periyodu boyunca bulunan en yüksek Chironomidae pupa birey sayısıdır. (şekil 4.12.).

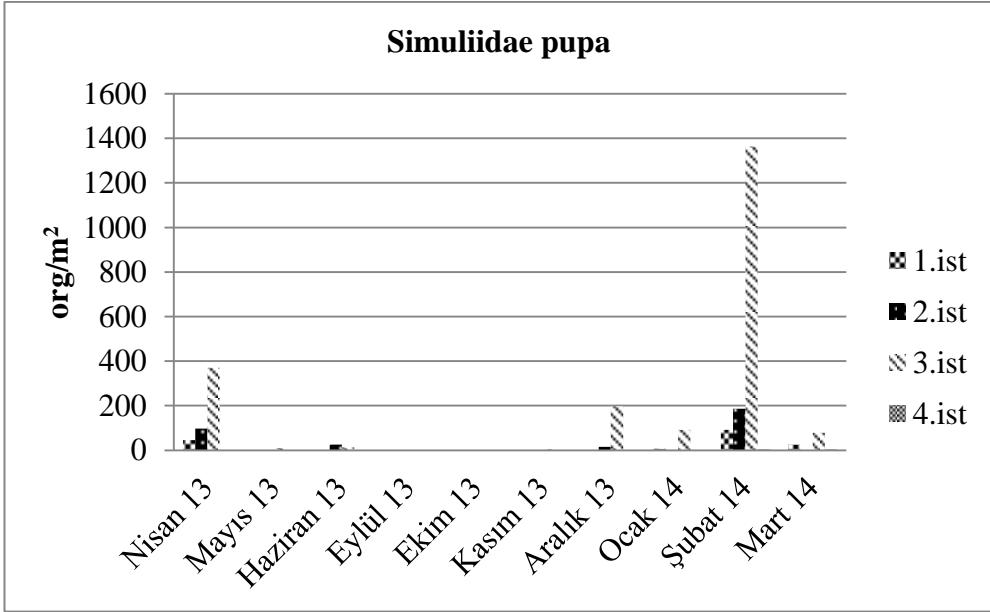
Dördüncü istasyonda, en yüksek Chironomidae larva birey sayısı 7280 org/m<sup>2</sup> ile Nisan ayında tespit edilmiş, en düşük birey sayısı ise Ekim ayında 199 org/m<sup>2</sup> ile belirlenmiştir (şekil 4.11.). Bu değer aynı zamanda çalışma periyodu boyunca tespit edilen en düşük Chironomidae larva birey sayısıdır. Kasım ve Aralık aylarında 1000 org/m<sup>2</sup> civarında seyreden birey sayısı diğer aylarda 2000 org/m<sup>2</sup> 'nin altına düşmemiştir. Chironomidae pupaları Ekim ayında bu istasyonda gözlenmezken, metre karedeki en yüksek birey sayısına ise 350 org/m<sup>2</sup> ile şubat ayında kaydedilmiştir (şekil 4.12.).

Simuliidae familyasına ait bireyler çalışma döneminde örnekleme yapılan her ayda en az bir istasyonda görülmüştür. Genel olarak Simuliidae, Nisan ayında yüksek birey sayılarına ulaşmış fakat Mayıs ayında birey sayısında azalma gözlenmiştir. 1. istasyonda, en yüksek birey sayısı 2814 ile Mart ayında tespit edilmiştir. Toplam organizmanın % 43'ünü oluşturarak en baskın grup olarak belirlenmiştir. Haziran ayında 1. istasyonda Simuliidae larvalarına rastlanmamıştır. Ekim ayından itibaren birey sayısında giderek artış gözlenmiş, birey sayıları, 104 – 2814 org/m<sup>2</sup> arasında değişiklik göstermiştir (şekil 4.13.). Simuliidae pupaları ise Mayıs, Haziran, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında kaydedilmemiş, diğer aylarda ise birey sayıları 6 – 91 org/m<sup>2</sup> arasında değişiklik göstermiştir (şekil 4.14.).





Şekil 4.12. Yalakdere'de tespit edilen Simuliidae larvalarının aylık değişimi (org/m<sup>2</sup>)



Şekil 4.13. Yalakdere'de tespit edilen Simuliidae pupalarının aylık değişimi (org/m<sup>2</sup>)

İkinci istasyonda, Simuliidae larvalarının en düşük birey sayısı 28 org/m<sup>2</sup> ile Mayıs ayında, en yüksek birey sayısı 1887 org/m<sup>2</sup> ile Kasım ayında tespit edilmiştir (Şekil 4.13.). Simuliidae pupaları Mayıs, Ekim, Kasım ve Ocak aylarında kaydedilmemiştir. Diğer aylarda metre karedeki birey sayıları 3 – 186 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.14.).

Üçüncü istasyonda, Simuliidae larvalarının metre karedeki en yüksek birey sayısı 9684 yüksek bir değerle Nisan ayında belirlenmiştir (Şekil 4.13.). Toplam organizmanın % 42'sini oluşturarak bu ayda en baskın grup olarak tespit edilmiştir. En düşük birey sayısı ise Ekim ayında yalnızca 4 org/m<sup>2</sup> ile tespit edilmiştir. Mayıs ve Haziran aylarında 100 org/m<sup>2</sup> civarında olan birey sayısı Kasım ayından sonra 1171 – 4874 org/m<sup>2</sup> arasında değiştiği gözlenmiştir. Simuliidae pupaları ise 3. istasyonda Eylül, Ekim ve Kasım aylarında kaydedilmemiştir. Metre karedeki en yüksek Simuliidae pupası bireyleri bu istasyonda Şubat ayında 1363 ile tespit edilmiştir. Bu değer aynı zamanda çalışma dönemi boyunca metre karede tespit edilen en yüksek Simuliidae pupası birey sayısıdır (Şekil 4.14.)

Dördüncü istasyonda Kasım ayına kadar Simuliidae larvaları gözlenmemiştir. Kasım ayından örnekleme sonuna kadar metre karedeki birey sayısı 13 – 82 arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4.13.). Simuliidae pupaları ise Şubat ayına kadar kaydedilmemiş, Şubat ve Mart aylarında da 3 org/m<sup>2</sup> ile temsil edilmişlerdir (Şekil 4.14.).

Dixidae ve Phoridae familyaları sırasıyla Ekim ayının 1. ve 4. istasyonlarında 3 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Dolichopodidae familyasından *Argyra* cinsi sadece Nisan ayının 1. istasyonunda 3 org/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Tipulidae familyasına ait iki cins tespit edilmiştir. *Tipula* cinsi; Eylül, Ekim, Kasım ve Şubat ayları haricinde diğer aylarda en az bir istasyonda kaydedilmiştir. En yüksek birey sayısına 19 org/m<sup>2</sup> ile Haziran ayının 3. istasyonunda ulaşmışlardır. *Pilaria* cinsi sadece Mayıs ayının 2. istasyonunda 6 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir.

Pediciidae familyasına ait bir cins tespit edilmiştir. *Dicranota* cinsi, Mayıs – Eylül ayları arasında kaydedilmemiştir. Metre karedeki en yüksek birey sayısı 63 ile Nisan ayında 2. istasyonda kaydedilmiştir. *Dicranota* bireyleri Nisan ayında 3. istasyonda 4 org/m<sup>2</sup> iken Kasım ayından Mart ayına kadar bu sayı 3 – 13 org/m<sup>2</sup> arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Limoniidae familyasından iki cins tespit edilmiştir. *Ormosia* cinsi, Nisan ayı 1. istasyonunda 3 org/m<sup>2</sup>, Mayıs ayı 3. istasyonunda 5 org/m<sup>2</sup> ve Mart ayı 2. istasyonunda 6 org/m<sup>2</sup> ile tespit edilmiştir. *Antocha* cinsi de az görülen bir başka organizma olarak

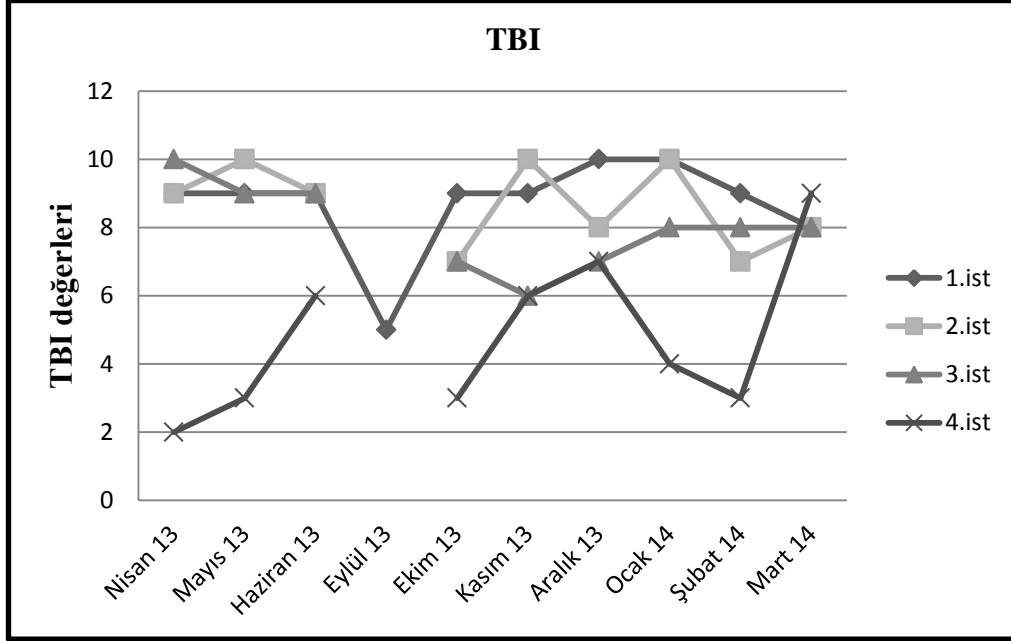
kaydedilmiştir. Sadece Mayıs ayında 1. istasyonunda 3 org/m<sup>2</sup> ve Haziran ayının ilk iki istasyonunda sırasıyla 13 ve 3 org/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir.

Psychodidae familyası Nisan, Haziran, Aralık, Ocak aylarında görülmüştür. En yüksek birey sayısına Haziran ayında çıktıkları kaydedilmiştir. Psychodidae bireyleri 1. istasyonda 35 org/m<sup>2</sup>, 3. istasyonda 88 org/m<sup>2</sup>'ye kadar çıkmıştır. Örnek bulunan diğer aylarda metre karedeki birey sayısının 3 – 8 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir.

#### **4.2.2. Bentik omurgasızların kullanıldığı metrik sistemler**

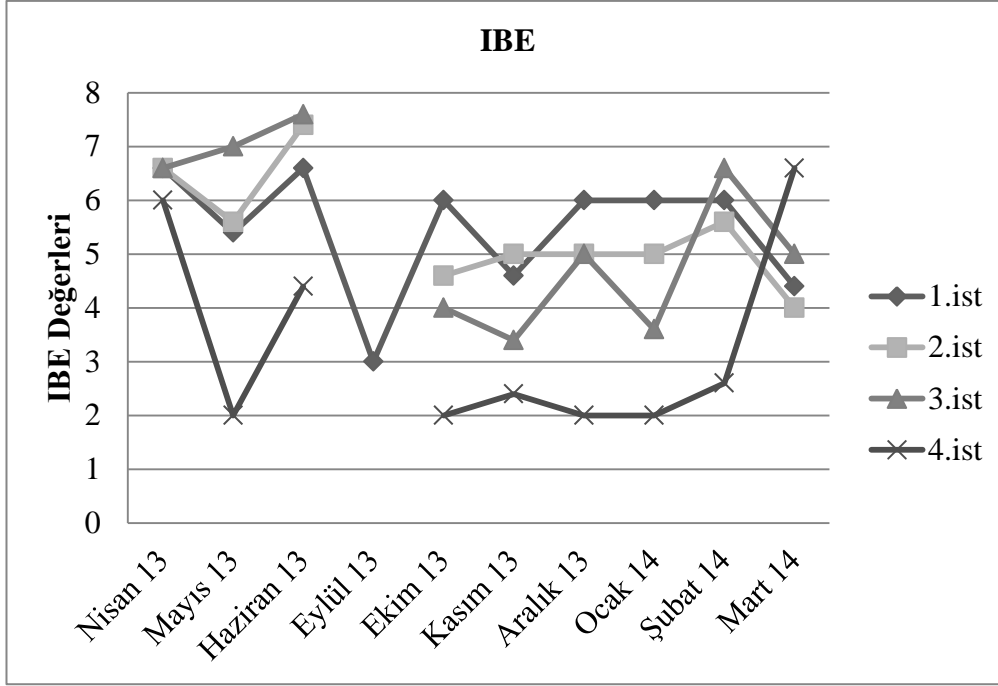
##### **4.2.2.1. Tolerans metrikleri sonuçları**

Yalakkere'de teşhis edilen bentik omurgasızlar kullanılarak hesaplanan TBI sonuçları Şekil 4.15'te verilmiştir. 1. istasyonda TBI değerleri Eylülde 5 olarak bulunmuş, su kalitesi III. sınıf olmuştur. Diğer aylarda, 8 – 10 arasında kaydedilmiş, su kalitesi ise I ve II. sınıf olmuştur. 2. istasyonda ise TBI değerleri 7 – 10 arasında değişim göstermiştir. Ekim ve Şubat aylarında TBI değeri 7 bulunmuş, su kalitesi III. sınıf olmuştur. Diğer aylarda su kalitesi ise I. ve II. sınıf olmuştur. 3. istasyonda TBI değerleri 6 – 10 arasında değişim göstermiştir. İlk 3 ayda TBI değeri 9'un altına düşmemiş, su kalitesi I ve II. sınıf olarak kaydedilmiştir. Derede tekrar su görüldüğü Kasım ayından sonra TBI değerleri 8'in üzerine çıkamamış 6 – 8 arasında belirlenmiştir. Kasım ayında 6 olan TBI değeri 3. istasyonun en düşük değeri olarak kaydedilmiştir. Su kalitesi sınıfı III. sınıf olmuştur. 4. istasyonda ise, TBI değerleri diğer istasyonlara göre çok değişkenlik göstermiştir. Çalışmanın ilk ayında TBI değeri 2 olmuş, su kalitesi V. sınıf olarak belirlenmiştir. Bu değer aynı zamanda en düşük su kalitesi olarak kaydedilmiştir. Mayıs, Ekim ve Şubat ayında TBI değeri 3 kaydedilmiş, su kalitesi IV. sınıf olarak belirlenmiştir. Kasım ve Aralık aylarında su kalitesi III. sınıf olarak kaydedilmiştir. Mart ayında en yüksek değer olan 9'a ulaşmış ve su kalitesi II. sınıf olarak bulunmuştur.



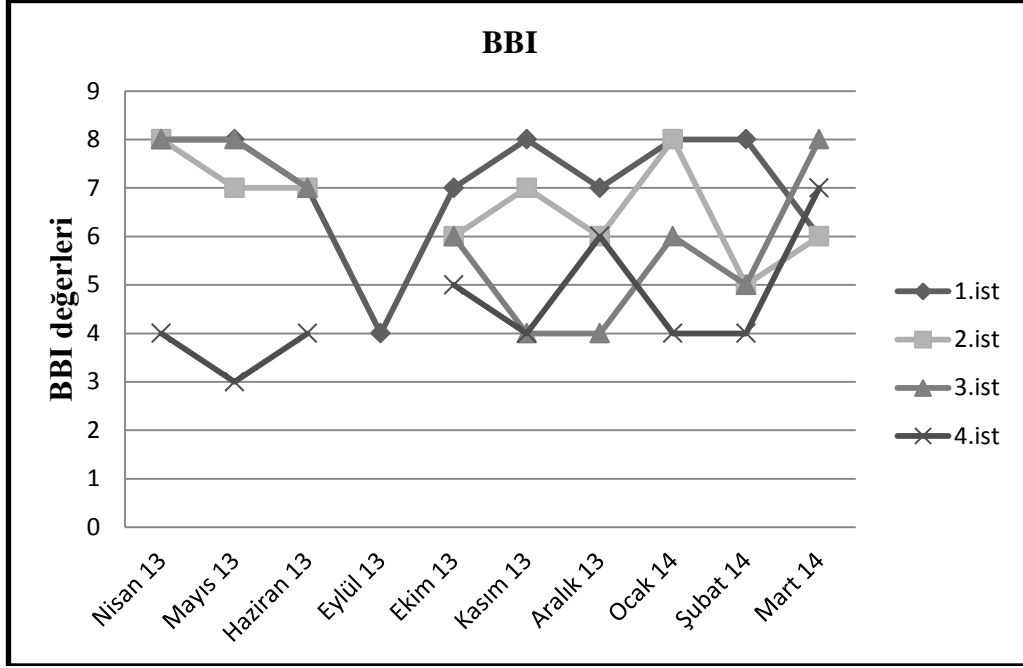
**Şekil 4.14.** Trent Biyotik İndeks skor sisteminin çalışma dönemi boyunca aylık değerleri

Yalakdere'de teşhis edilen bentik omurgasızlar ile hesaplanan IBE sonuçları Şekil 4.16'de verilmiştir. 1. istasyonda, en düşük IBE değeri 3 ile Eylül ayında ölçülmüştür. Diğer aylarda 4,4 – 6,6 arasında değişmiş III. ve IV. sınıf su kalitesinde değişkenlik göstermiştir. 2. istasyonda, Haziran ayında IBE 7,4'le en yüksek değere ulaşmıştır. Ekim ayından sonra 5,6'nın üzerine çıkamamış IV. su sınıfında kalmıştır. 3. istasyonda, çalışma boyunca en yüksek IBE değeri olan 7,6'ya Haziran ayında ulaşılmıştır. Nisan ve Mayıs aylarında da skor yüksek sırasıyla 6,6 ve 7'dir. Diğer aylarda 3,6 – 6,6 arasında tespit edilmiştir. 4. istasyonda ise, çalışma boyunca en düşük IBE değeri Mayıs, Ekim, Aralık ve Ocak aylarında 2 olarak kaydedilmiştir. Bu değer suyun kalitesinin çok kötü olduğunu göstermektedir. Mart ayındaki 6,6'lık değer dikkat çekici bir bulgu olarak kaydedilmiştir.



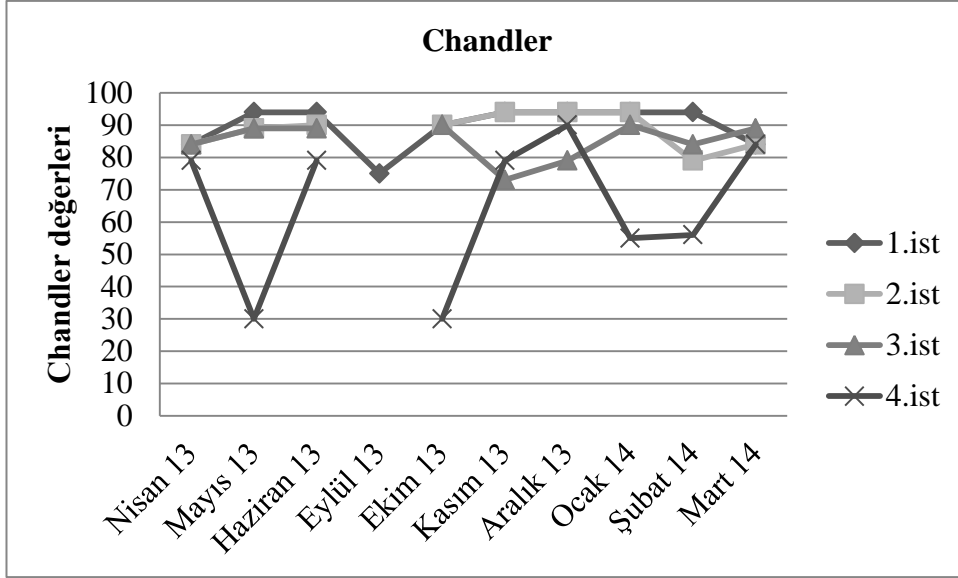
**Şekil 4.15.** Geniştirilmiş İtalyan Biyotik İndeks (IBE)'in çalışma dönemi boyunca aylık değerleri

Yalacdere'de teşhis edilen bentik omurgasızlar ile hesaplanan BBI sonuçları Şekil 4.17'de verilmiştir. Yalacdere'de BBI değerleri 3 – 8 arasında değişim göstermiştir. 1. istasyonda Eylül ayında BBI değeri 4 olarak belirlenmiş, su kalitesi IV. sınıf olmuştur. Diğer aylarda BBI değeri 6 – 8 değerleri arasında değişirken, su kalitesinin II. ve III. sınıf oldukları tespit edilmiştir. 2. istasyonda ise BBI değerleri 5 – 8 arasında değişkenlik göstermiştir. 1. istasyonda olduğu gibi II. ve III. sınıf su kalitesine sahip oldukları bulunmuştur. 3. istasyonda, BBI değerleri 4 – 8 arasında geniş bir aralıkta değişkenlik göstermişlerdir. Kasım ve Aralık aylarında 4 olarak bulunan BBI değerleri bu aylarda IV. sınıf su kalitesinde olmuştur. Ocak ve Şubat aylarında III. sınıf su kalitesinde olmuştur. Örneklemin ilk üç ayında ve son Mart ayında BBI değerleri 7 – 8 arasında ölçülmüş, su kalitesi II. sınıf olmuştur. 4. istasyonda, ilk üç aylık periyotta su kalitesi IV. sınıf olmuştur. En yüksek BBI değeri ise Mart ayında 7 ile II. sınıf su kalitesinde olmuştur.



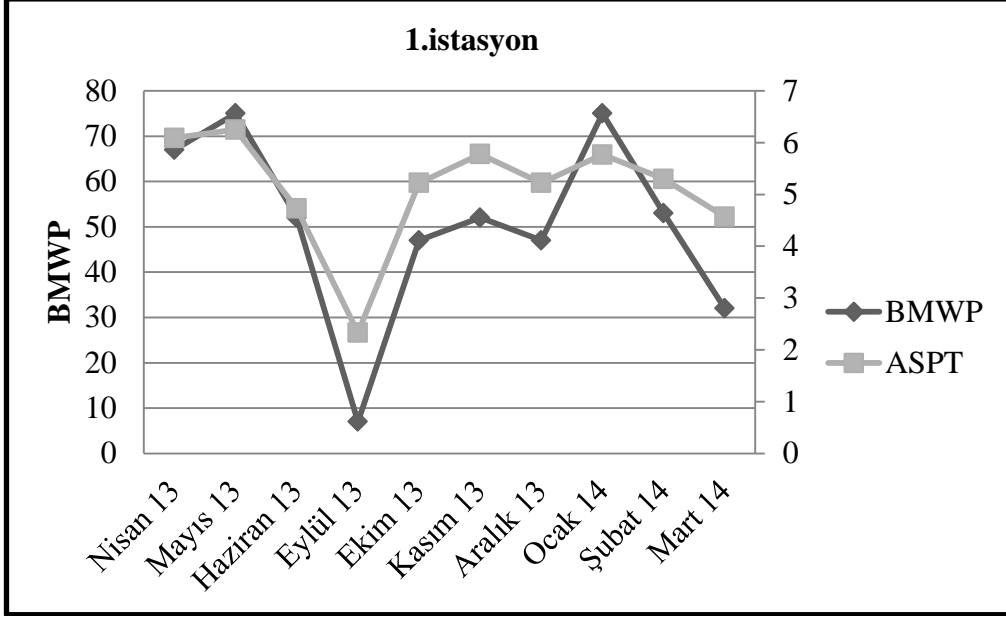
**Şekil 4.16.** Belçika Biyotik İndeks skor sisteminin çalışma dönemi boyunca aylık değerleri

Yalakdere'de teşhis edilen bentik omurgasızlar ile hesaplanan Chandler Skor sistemi sonuçları Şekil 4.18'de verilmiştir. Yalakdere'de Chandler skor değerleri 30 – 94 arasında değişim göstermiştir. 1. istasyonda Eylül ayında Chandler skor değeri 75 olmuşken diğer aylarda 84 – 94 arasında gözlenmiştir. 2. istasyon ise Chandler skor değerleri 79 – 94 arasında değişkenlik göstermiştir. En düşük değer Şubat ayında görülmüştür. 3. istasyonda ise, Chandler skor değerleri 90'ın üzerine çıkamamıştır. Bu istasyonda en düşük Chandler skor değeri Kasım ayında 73 olarak belirlenmiştir. 4. istasyon ise Chandler skor değerlerine göre en kirli istasyon olmuştur. Chandler skor değerleri 30 – 90 arasında tespit edilmiştir. Bu istasyonda Mayıs ve Ekim 2013 tarihlerinde skor değeri 30 ile en düşük seviyelerinde gözlenmiş, Aralık ayında ise 90 skor değeri ile en yüksek seviyelerine ulaşmıştır.

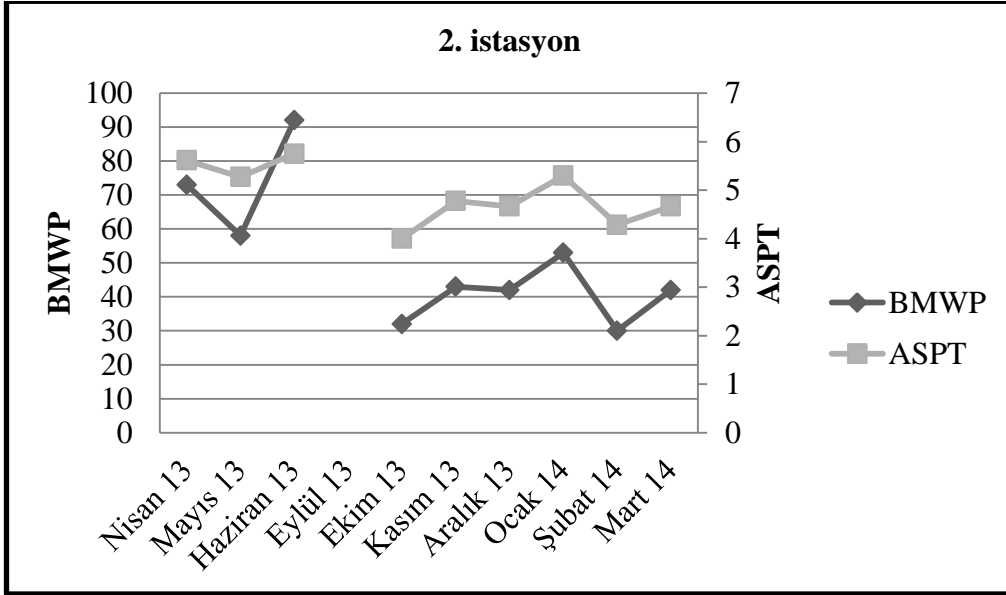


**Şekil 4.17.** Chandler skor sisteminin çalışma dönemi boyunca aylık değerleri

Yalakdere'de BMWP'nin iki farklı versiyonu kullanılmıştır, 1. istasyonda skor değerleri 7 – 75 arasında değişmiştir. İlk 2 ayda 65'in üzerine çıkan BMWP skor değerleri I sınıfı su kalitesinde olmuştur. Ekim ve Mart ayında 47 ve 32 olarak kaydedilen BMWP skor değerlerine göre bu aylarda II. ve III. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir. Diğer aylarda su kalitesi II. sınıf belirlenmiştir (Şekil 4.19.). 2. istasyonda BMWP skor değerleri 30 – 92 arasında değişmiştir. Çalışma boyunca kaydedilen en yüksek skor, Haziran ayında 92 değeriyle tespit edilmiş ve I su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Diğer aylarda su kalite sınıfları II ve III olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.20.). 3. istasyonda, ilk iki aydaki BMWP skor değerlerine göre su kalitesi I olarak belirlenmiştir. Haziran ayında su kalitesi bir basamak gerilemiş ve 65 skorla II olarak tespit edilmiştir. Eylül'den sonra BMWP skor değerleri 24 – 42 arasında değişmiştir. Su kalitesi çoğunlukla III olmuş, fakat son iki ayda BMWP değerleri 40'ın üzerinde skorla su kalitesi II olarak belirlenmiştir (Şekil 4.21.). BMWP skor değerlerine göre en kirli istasyon 4. istasyon olarak görülmüştür. Mart ayındaki 58 skoru haricinde diğer aylarda skor oldukça düşüktür. BMWP skor değerleri 6 – 25 arasında değişmektedir. Çoğunlukla IV ve bazı istasyonlarda III. sınıf su kalitesi olarak belirlenmiştir (Şekil 4.22.).

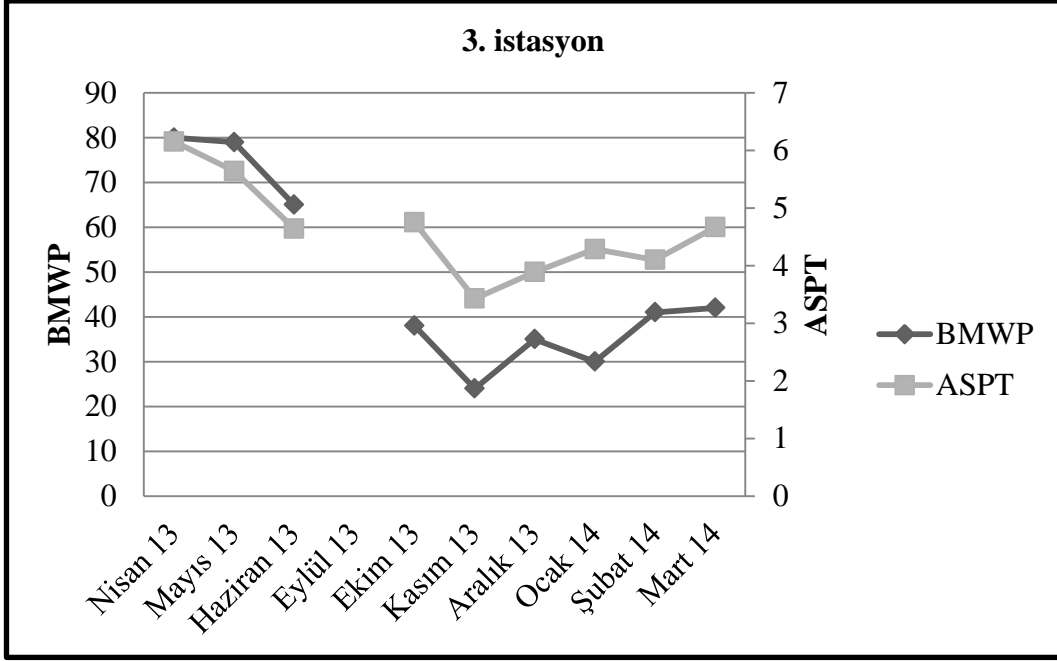


**Şekil 4.18.** 1.istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi

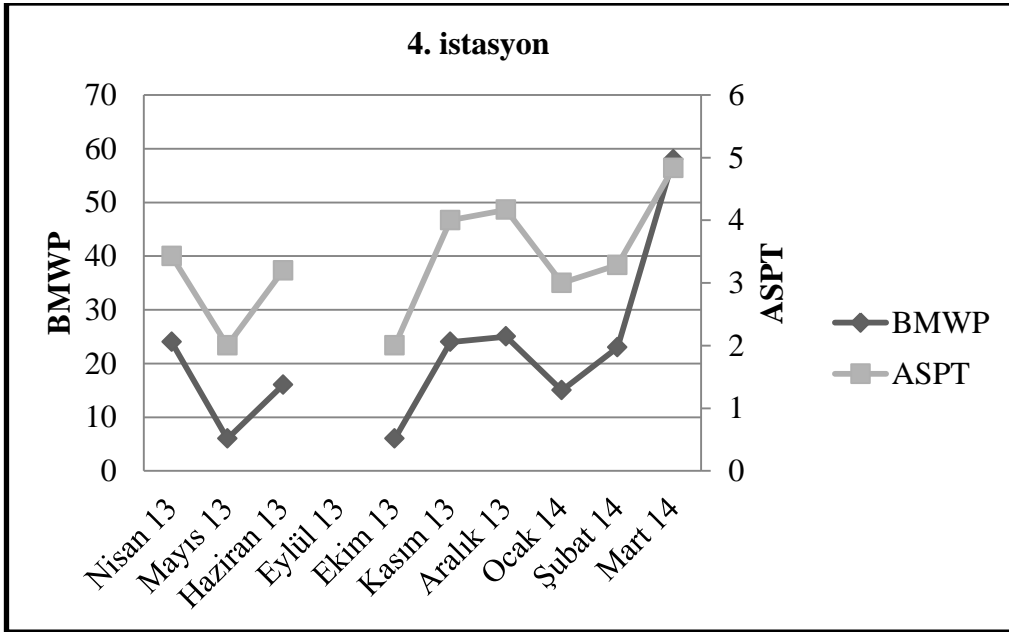


**Şekil 4.19.** 2.istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi





**Şekil 4.20.** 3. istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi



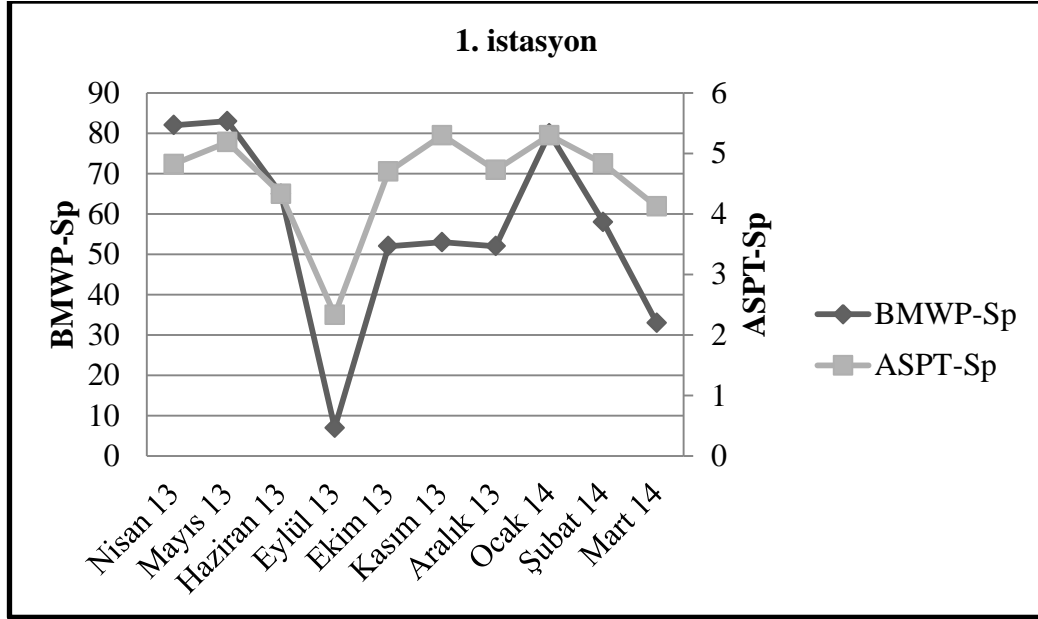
**Şekil 4.21.** 4. istasyondaki BMWP-ASPT sonuçlarının aylık değişimi

ASPT değerleri BMWP skorlarının takson sayısına bölünmesi ile elde edilir. Bu sonuçlara göre 1. istasyonda ASPT değerleri 2,33 – 6,25 arasında kaydedilmiştir. Bu istasyonda en yüksek ASPT değeri Mayıs'da tespit edilirken, en düşük değer ise Eylül'de gözlenmiştir. Eylül ayında su kalite sınıfına göre IV. kalite olmuştur. Diğer

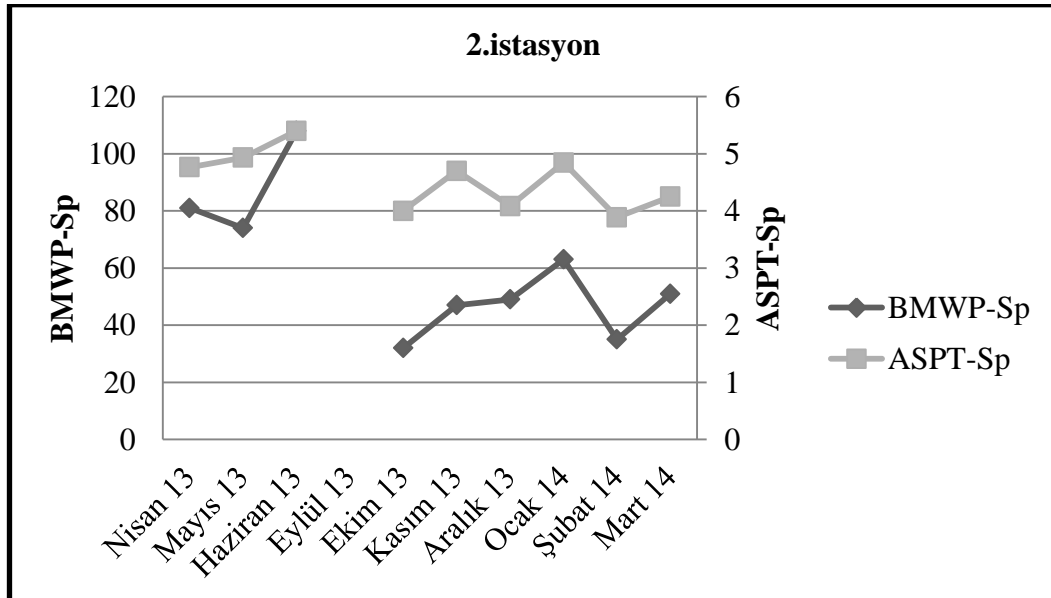
aylarda su kalite sınıfları I.'den III. sınıfa kadar farklılık göstermişlerdir (Şekil 4.19.). 2. istasyonda, ilk üç ayda ASPT değerleri 5,27 – 5,75 arasında değişirken, su kalite sınıfı az kirlenmiş su yani II. sınıf olarak kaydedilmiştir. Ocak ayında da ASPT değeri 5'in üzerinde bulunmuş ve II. sınıf olarak kaydedilmiştir. Diğer aylarda ASPT değerleri 4 – 5 arasında, yani III. sınıf su kalitesinde olmuştur (Şekil 4.20.). 3. istasyonda, Nisan ayında en yüksek ASPT değeri olan 6,15 tespit edilmiş, su kalitesi I. sınıf olmuştur. Mayıs ayında II. sınıf, Haziran ayında III. sınıf olmuştur. Kasım ayında ASPT değeri 3,43 ile bu istasyon için en düşük değer olarak kaydedilmiş ve su kalite sınıfı IV olmuştur. Aralık ayında da ASPT değeri 4'ün üzerine çıkamamış ve IV. sınıf olarak bulunmuştur. Ekim, Ocak, Şubat ve Mart aylarında ASPT değerleri 4,10 – 4,75 arasında bulunmuş ve III. sınıf su kalitesinde oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.21.). 4. istasyonda ise, ASPT değerlerine göre en kirli istasyon olarak belirlenmiştir. Mayıs ve Ekim aylarında çalışma boyunca en düşük ASPT değeri olan 2 bulunmuştur. En yüksek değer ise Mart ayında 4,83 ile belirlenmiştir. 4. istasyon su kalite sınıfına göre III ve IV. sınıf olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.22.).

BMWP'nin İspanyol versiyonu (BMWP-Sp) Alba-Tercedor ve Sánchez-Ortega (1988) tarafından geliştirilmiş olup, Klasik BMWP'ye göre daha fazla takson içermekte ve su kalite sınıfları aralıkları ise değişim göstermektedir. BMWP-Sp sonuçları Şekil 4.23 – 4.26'de gösterilmiştir. 1. istasyonun, genellikle II. ve III. sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmüştür. Eylül ayında 7 olarak belirlenen BMWP-Sp skor değeri su kalite sınıfı aralıklarına göre V. sınıf yani aşırı kirlenmiş su olarak kaydedilmiştir. İlk üç ay az kirlenmiş su olarak yani II. sınıf olduğu görülmüş, Eylül'den sonraki üç ayda bir basamak gerilemiş ve III. sınıf su kalitesi olmuştur. Son üç ayda BMWP-Sp skor değeri 33 – 70 arasında kaydedilmiş II'den IV. su kalitesine kadar değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.23.). 2. istasyonda 32 – 108 arasında değişen BMWP-Sp skor değerleri tespit edilmiştir. Sadece Haziran ayında BMWP-Sp skor değeri 100'ün üzerine çıkarak I. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermiştir. İlk iki ayda 70'in altına düşmeyerek su kalitesi sınıfına göre az kirlenmiş su olarak yani II. kalite olarak kaydedilmiştir. Ocak ayında da su kalite sınıfı II olmuş, fakat diğer aylarda kalite bir basamak gerilemiş ve III. sınıf olmuştur (Şekil 4.24.). 3. istasyonda, ilk üç ayda BMWP-Sp skor değeri 80'in altına düşmemiş ve II. sınıf su kalitesi olarak kaydedilmiştir. Yazın görülen kuraklıktan sonra Ekim ayından itibaren dereye tekrar su gözlenmiş fakat BMWP-Sp skor değerlerinin bir

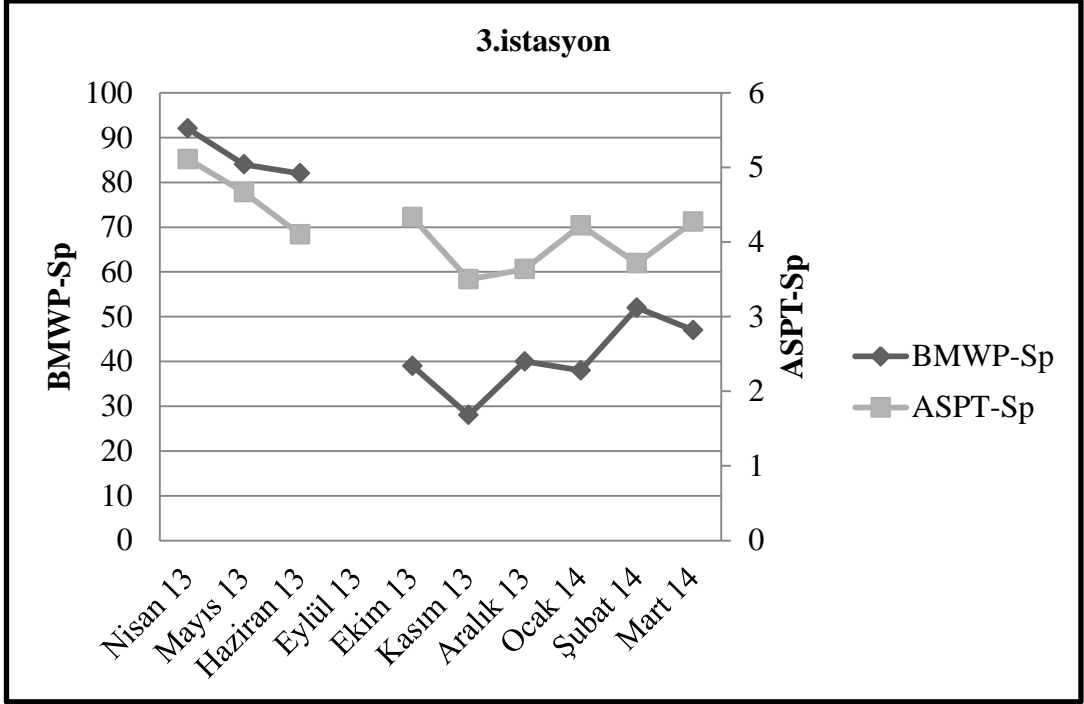
hayli düşmüş olduğu görülmüş BMWP-Sp skor değerleri 28 – 52 arasında değişirken, su kalitesi orta seviyede kirlenmiş su olarak III. sınıf olmuştur (Şekil 4.25.). 4. istasyonda ise, Şubat ayına kadar örnekleme süresince BMWP-Sp skor değerleri 10 – 29 arasında değişmiş su kalitesi çok ve aşırı seviyede kirlenmiş su olarak IV ve V sınıfta belirlenmiştir. Mart ayında 67 olan BMWP-Sp skor değerine göre su kalite sınıfı II'ye yükselmiştir (Şekil 4.26.).



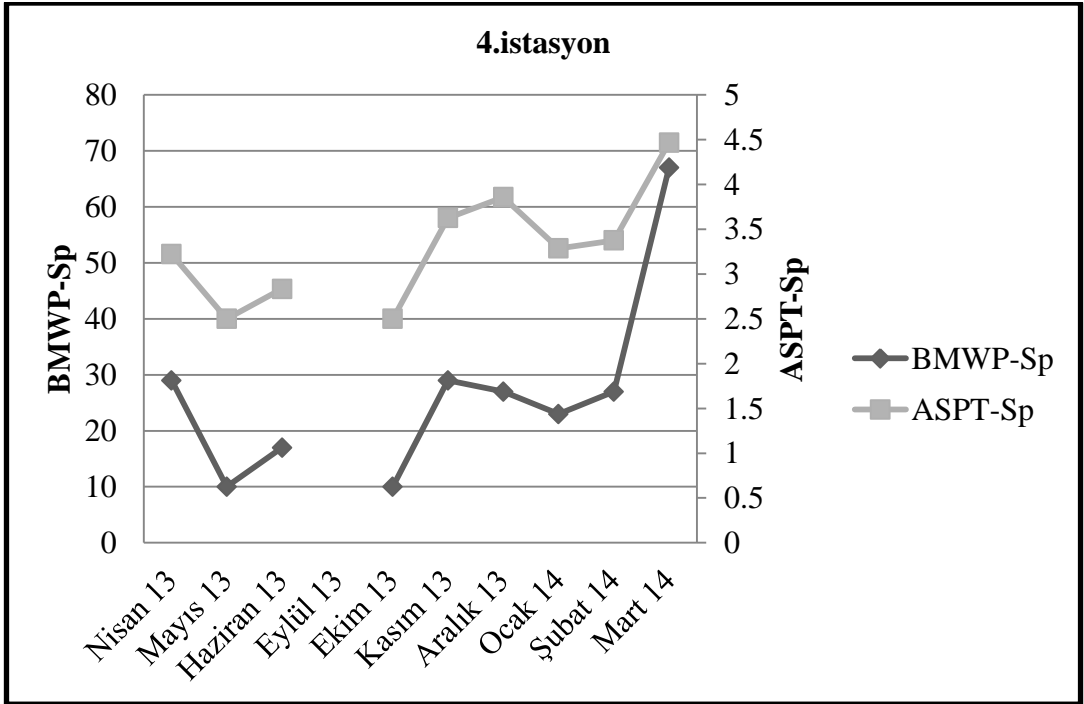
Şekil 4.22. 1. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi



Şekil 4.23. 2. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi



Şekil 4.24. 3. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi



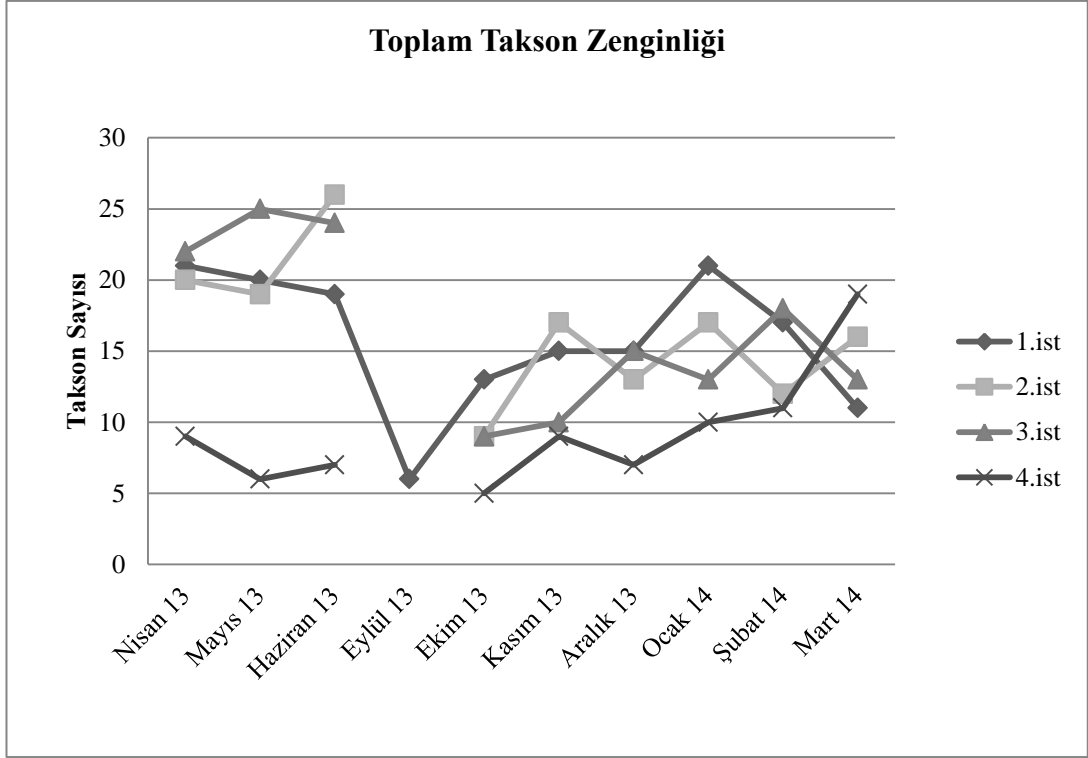
Şekil 4.25. 4. istasyondaki BMWP-Sp ve ASPT-Sp sonuçlarının aylık değişimi

ASPT değerlerinin İspanyol versiyonu (ASPT-Sp) sonuçları ise Şekil 4.23 – 4.26’da verilmiştir. ASPT-Sp değerlerinin klasik ASPT değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun en önemli sebebi BMWP skor sisteminin İspanyol versiyonunda ilave edilen Diptera’ya ait birçok taksonun çoğunlukla düşük skor değerlerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Dalkıran 2006). Bu nedenle ASPT-Sp değerlerinin su kalite sınıfı aralıkları daha farklıdır (Çizelge 3.9).

Birinci istasyonda, ASPT-Sp değerleri 2,33 – 5,33 arasında değişmiştir. En yüksek değer Ocak ayında belirlenmiştir. Su kalitesi II. sınıf olmuştur (Şekil 4.23.). 2. istasyonda çalışma boyunca en yüksek olan ASPT-Sp değeri Haziran ayında 5,40 ile tespit edilmiştir. Diğer aylarda 4 – 4,9 arasında değişkenlik göstermiş, II. ve III. sınıf su kalitelerinde görülmüştür (Şekil 4.24.). 3. istasyonda, sadece Kasım ayında su kalitesi IV. sınıfa düşmüştür. Kasım ayı hariç diğer aylarda değerler; 3,63 – 5,11 arasında değişmiş, 2. istasyonda olduğu gibi II. ve III. sınıf su kaliteleri tespit edilmiştir (Şekil 4.25.). 4. istasyon ise, 2,50 – 4,46 arasında değişen ASPT-Sp değerlerine göre genellikle su kalitesi IV. sınıf olarak belirlenmiştir (Şekil 4.26.)

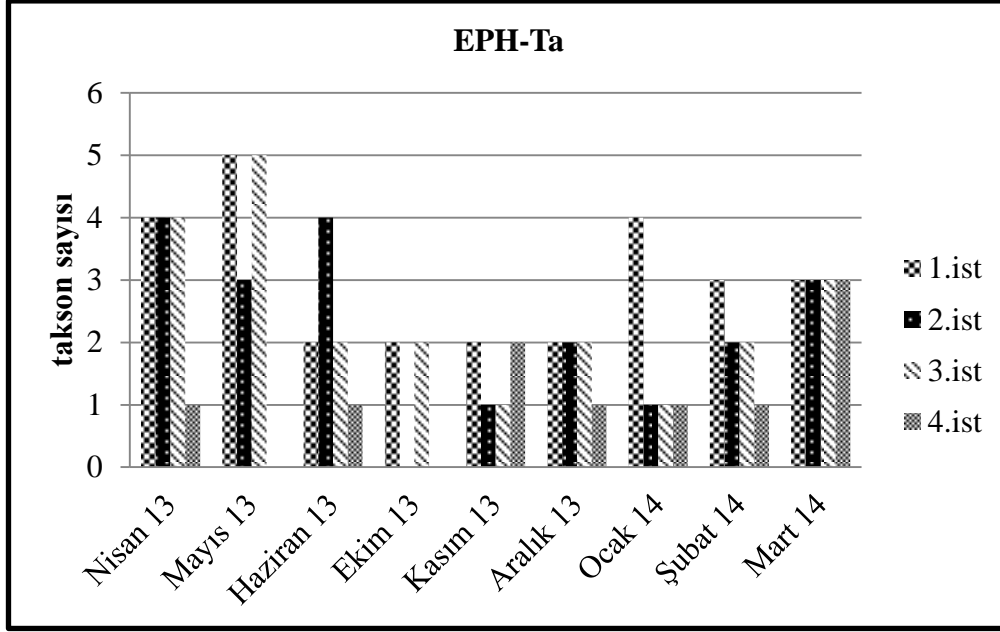
#### **4.2.2.2. Toplam takson zenginliği (S) sonuçları**

Yalacdere istasyonlarında kaydedilen bentik omurgasızlara ait toplam takson sayıları Şekil 4.27’da verilmiştir. Toplam takson sayısı çalışma dönemi boyunca 5 – 26 arasında değişmiştir. 1. istasyonda toplam takson sayısı 11’nin altına düşmemiş, en yüksek toplam takson sayısı ise 21 takson ile Nisan ve Ocak aylarında kaydedilmiştir. 2. istasyonda takson sayısı 9 – 26 arasında değişmiş, en yüksek takson sayısına Haziran ayında rastlanılmıştır. 3. istasyonda, takson sayısı ilk üç ayda 20’nin altına düşmezken Ekim – Mart ayları arasında takson sayısı 9 – 18 arasında bulunmuştur. 4. istasyon ise, en az taksonun gözleendiği istasyon olarak kaydedilmiştir. Sadece son ayda 19 gibi ciddi takson sayısına ulaşan istasyonda diğer aylar 5 – 11 arasında olmuş yani düşük gözlenmiştir.



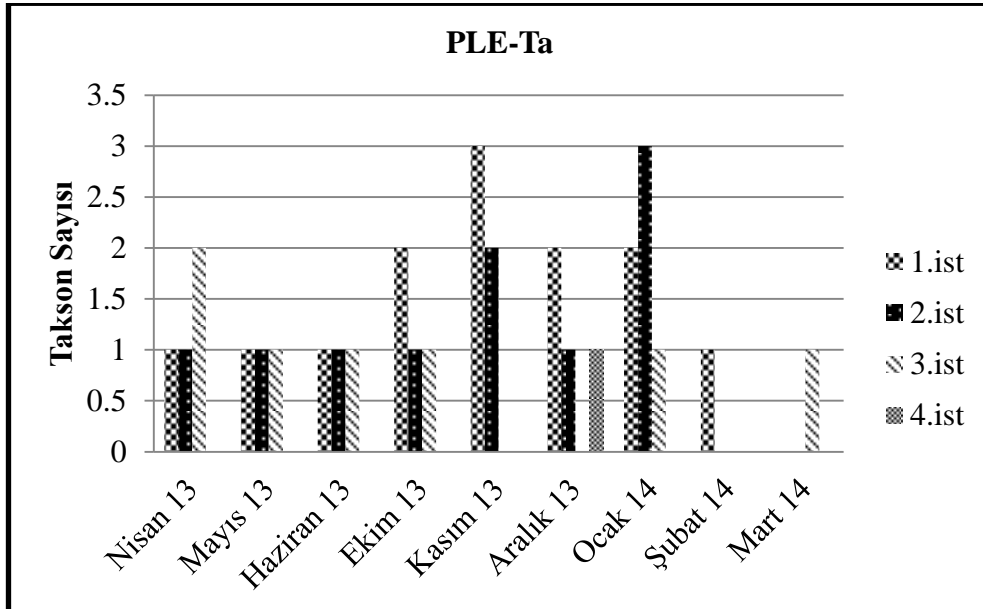
**Şekil 4.26.** Bentik makroomurgasızlara ait toplam takson sayısı değerlerinin değişimi

Ephemeroptera takson zenginliği sonuçlarına göre; Ephemeroptera takımı en yüksek takson sayısına Mayıs ayında ulaşmıştır. Bu ayda takson sayısı beş olarak kaydedilmiştir. 1. istasyonda, çalışma periyodu boyunca sadece Eylül ayında Ephemeroptera takımına ait hiç takson kaydedilmemiştir. En yüksek takson sayısı Mayıs ayında görülmüştür. 2. istasyonda Ekim ayında Ephemeroptera taksonları gözlenmemiştir. En yüksek takson sayısı dört ile Nisan ve Haziran aylarında tespit edilmiştir. 3. istasyonda, çalışma dönemi boyunca Ephemeroptera taksonları gözlenmiş, takson sayısı 1 - 5 arasında değişmiştir. 4. istasyonda Mayıs ve Ekim aylarında Ephemeroptera taksonlarına rastlanmamıştır. En yüksek takson sayısı üç ile Mart ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.28.).



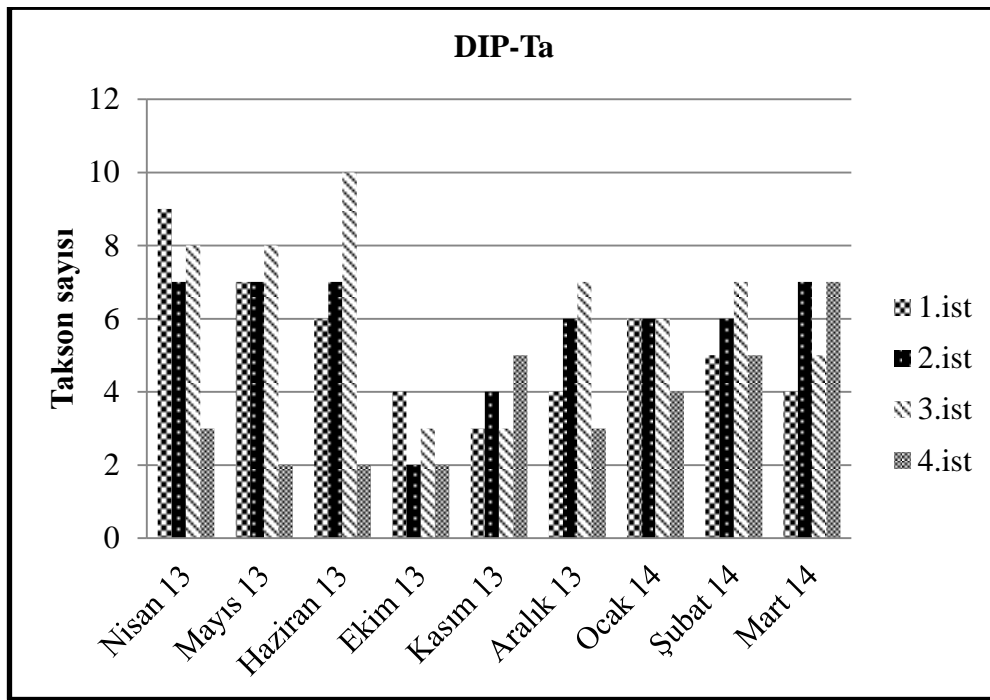
Şekil 4.27. Ephemeroptera takson zenginliği değerlerinin değişimi

Plecoptera takson sayısı çalışma boyunca üçü geçmemiştir. 1.istasyonda Kasım ayında, 2. istasyonda Ocak ayında en yüksek takson sayısına ulaşıldığı kaydedilmiştir. 3. istasyonda takson sayısı ikiyi geçmemiştir. 4. istasyonda ise, sadece Aralık ayında bir takson görülmüştür. Diğer aylarda Plecoptera taksonlarına rastlanmamıştır (Şekil 4.29.).



Şekil 4.28. Plecoptera takson zenginliği değerlerinin değişimi

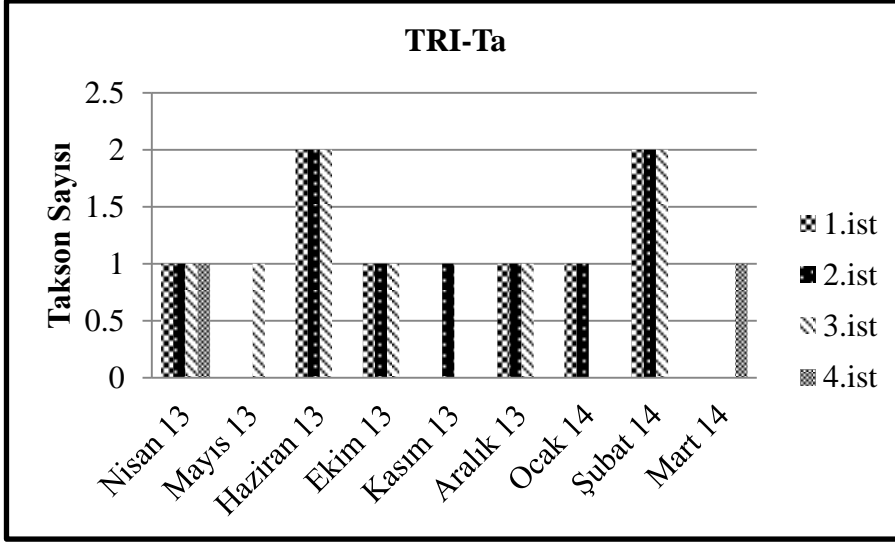
Diptera takımına ait taksonlar Eylül ayı hariç örnek alınan her ayda görülmüştür. 1. istasyonda en düşük takson sayısı Kasım ayında 3 olarak, en yüksek takson sayısı ise 9 olarak Nisan ayında tespit edilmiştir. 2. istasyonda takson sayısının genellikle 7 olduğu görülmüş, 4' ün altına düşmemiştir. 3.istasyonda ise, en yüksek Diptera takson sayısına 10 ile Haziran ayında kaydedilmiştir. İlk üç ayda 8'in altına düşmeyen takson sayısı Ekim'de 3'e kadar düşmüştür. Aralık ayında takson sayısı 5-7 arasında kaydedilmiştir. 4. istasyonda, Mart ayında 7 ile en yüksek takson sayısına ulaşmıştır. Diğer aylarda takson sayısı 2-5 arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.30.).



**Şekil 4.29.** Diptera takson zenginliği değerlerinin değişimi

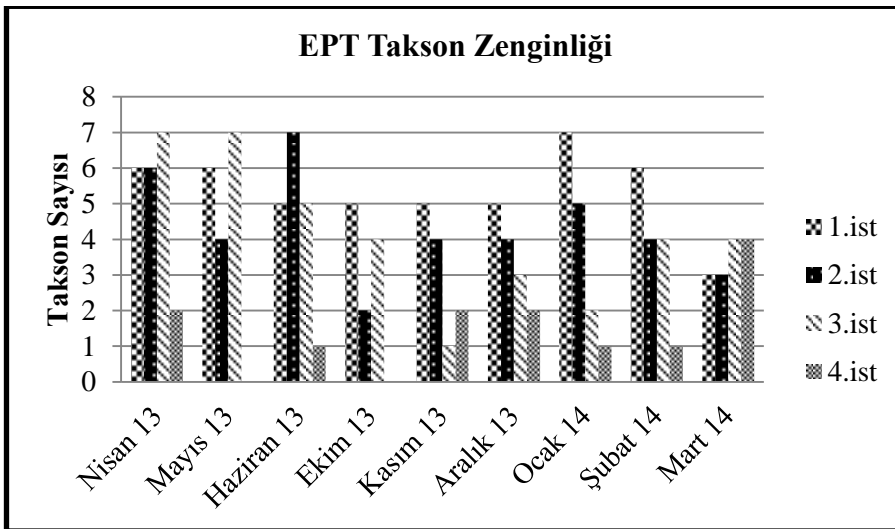
Trichoptera takımına ait takson sayısı ise ikiyi geçmemiştir. 1. istasyonda Mayıs, Kasım ve Mart aylarında Trichoptera taksonuna rastlanmamıştır. 2. istasyonda, Mayıs ve Mart aylarında Trichoptera taksonu görülmemiştir. 3. istasyonda Ocak ve Mart ayında gözlenmemiş, 4. istasyonda ise sadece Nisan ve Mart aylarında Trichoptera taksonları gözlenmiştir (Şekil 4.31.).





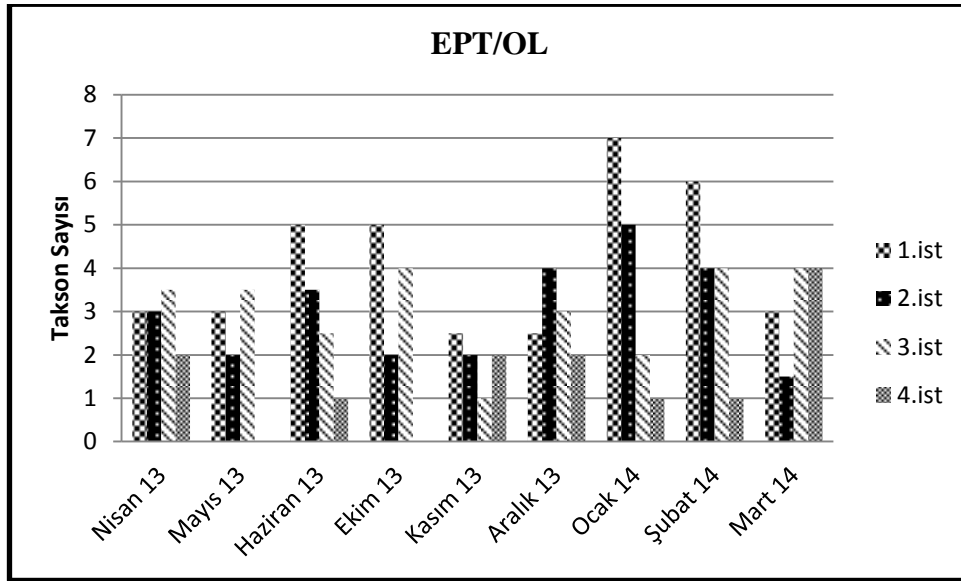
**Şekil 4.30.** Trichoptera takson zenginliği değerlerinin değişimi

Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takson zenginlikleri çalışma dönemi boyunca 0 - 7 arasında gözlenmiştir. 1. istasyonda, EPT taksonlarına Eylül ayında rastlanmamıştır. Diğer aylarda takson sayısı 3 - 6 arasında değişmiştir. 2. istasyonda, Haziran ayında EPT takson sayısı yedi olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda, ilk iki ayda EPT takson sayısı yediyken Haziran ayında beşe düşmüştür. Ekim- Mart ayları arasında takson sayısı 1-4 arasında görülmüştür. 4. istasyonda ise Mart ayına kadar takson sayıları 2'nin üzerine çıkmamıştır. Mayıs ve Ekim aylarında EPT takson sayısı sıfır olarak kaydedilmiş, Mart ayında ise EPT takson sayısı 4 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.32.).



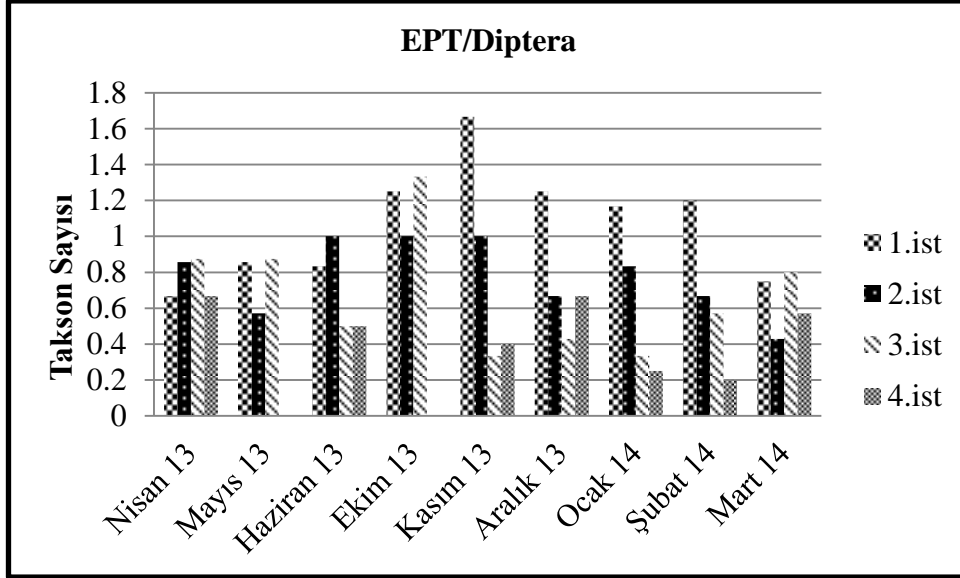
**Şekil 4.31.** EPT takson zenginliği değerlerinin değişimi

EPT/OL taksonları 1. istasyonda 2,5 - 7 arasında görülmüştür. En düşük Kasım ve Aralık aylarında, en yüksek değer ise Ocak ayında tespit edilmiştir. 2. istasyonda EPT/OL takson oranı 1,5 ile 5 arasında değişmiştir. En düşük değer çalışmanın son ayında kaydedilmiştir. 3. istasyonda EPT/OL oranı 1 - 4 arasında gözlenmiştir. 4. istasyonda Ekim ve Mayıs aylarında EPT/OL değeri sıfır olarak kaydedilmiştir. EPT/OL değeri, Mart ayında 4 olarak kaydedilmiş, diğer aylarda 2' nin üzerine çıkmamıştır (Şekil 4.33.).



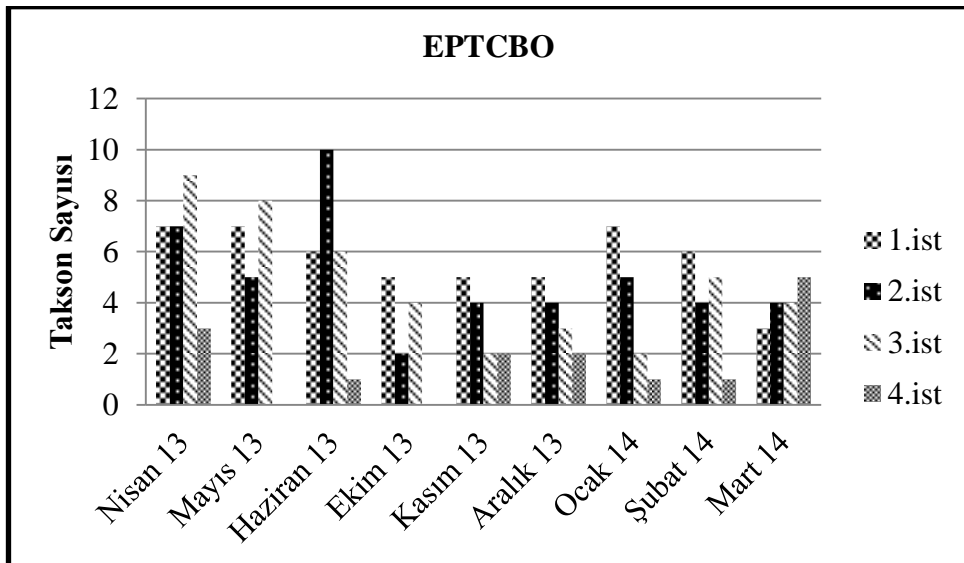
**Şekil 4.32.** Ephemeroptera takson zenginliği değerlerinin değişimi

Birinci istasyonda, EPT/Diptera oranı 0,67 - 1,67 değerleri arasında kaydedilmiş, en yüksek değer Kasım ayında, en düşük değer ise Nisan ayında belirlenmiştir. 2. istasyonda, Haziran, Ekim ve Kasım aylarında 1 olan oran diğer aylarda 1' in altında gözlenmiştir. 3. istasyonda, EPT/Diptera oranının 0,33 - 1,33 arasında değiştiği tespit edilmiştir. 4. istasyonda ise Mayıs ve Ekim aylarında EPT/Diptera değeri sıfır olmuş, diğer aylarda 0,6'nın üzerine çıkamamıştır (Şekil 4.34.).



**Şekil 4.33.** EPT/Diptera takson zenginliği değerlerinin değişimi

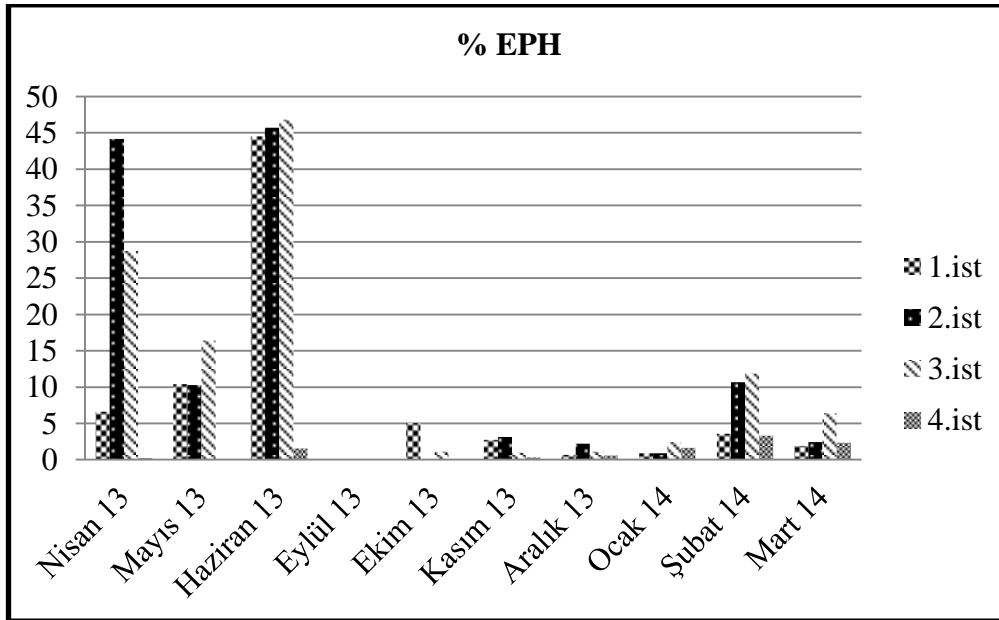
Birinci istasyonda en yüksek EPTCBO takson sayısı Nisan, Mayıs ve Ocak aylarında 7 olarak kaydedilmiştir. En düşük değer ise 3 ile Mart ayında tespit edilmiştir. 2. istasyonda, çalışma dönemi boyunca en yüksek EPTCBO takson sayısı olan 10 değeri Haziran ayında kaydedilmiştir. En düşük değer ise 2 ile Ekim ayında gözlenmiştir. 3. istasyonda, değerler 2 - 9 arasında değişiklik göstermiştir. 4. istasyonda ise Mayıs ve Ekim aylarında EPTCBO değeri sıfır olmuş, Mart ayında EPTCBO değeri 5 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.35.).



**Şekil 4.34.** EPTCBO takson zenginliği değerlerinin değişimi

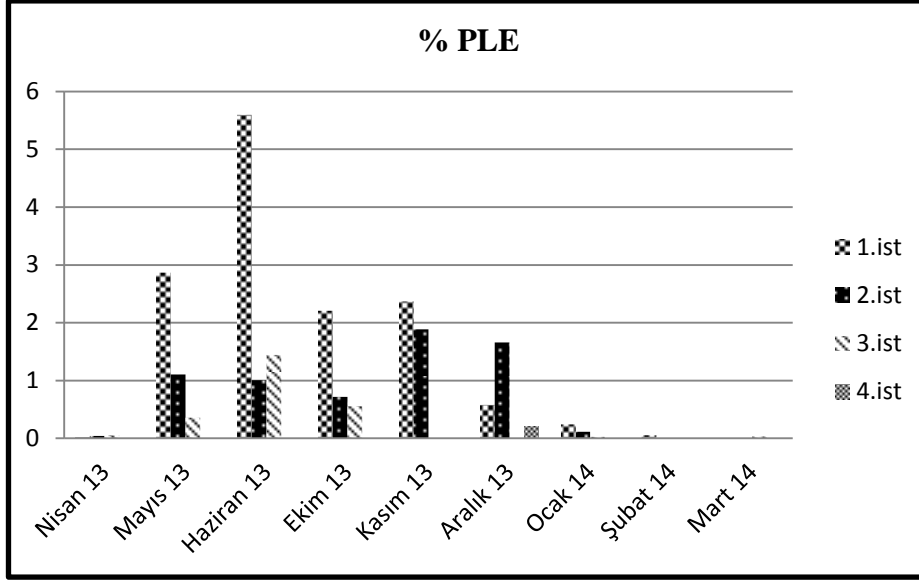
#### 4.2.2.3. Kompozisyon Metrikleri Sonuçları

Birinci istasyonda % Ephemeroptera nispi bolluklarının 0 - 44,54 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek % EPH değeri Haziran ayında tespit edilmiştir. 2. istasyonda Nisan ve Haziran aylarında sırasıyla % EPH 44,18 ve 45,71 olarak kaydedilmiştir. Ekim ayında Ephemeroptera hiç gözlenmezken, diğer aylarda % EPH 0,92 - 10,69 arasında kaydedilmiştir. 3. istasyonda, ilk üç ayda değerler % 16'nın altına düşmezken, diğer aylarda Ephemeroptera nispi bollukları düşmüştür, sadece Şubat ayında %10'u geçmiştir. 4. istasyonda ise Mayıs ve Ekim aylarında % EPH sıfır olmuş, diğer aylarda da % 3 'ün üzerine çıkamamıştır (Şekil 4.36.).



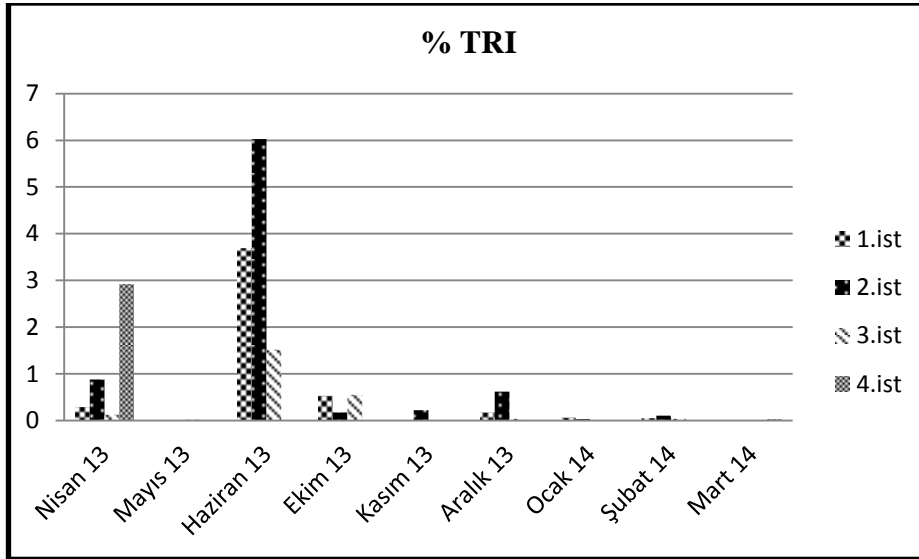
Şekil 4.35. Ephemeroptera kompozisyon ölçümleri değişimi

Çalışma dönemi boyunca Plecoptera nispi bollukları düşük yüzdelerde görülmüştür. En yüksek % PLE değeri, % 5,59 ile 1. istasyonda Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.37.).



**Şekil 4.36.** Plecoptera kompozisyon ölçümleri değişimi

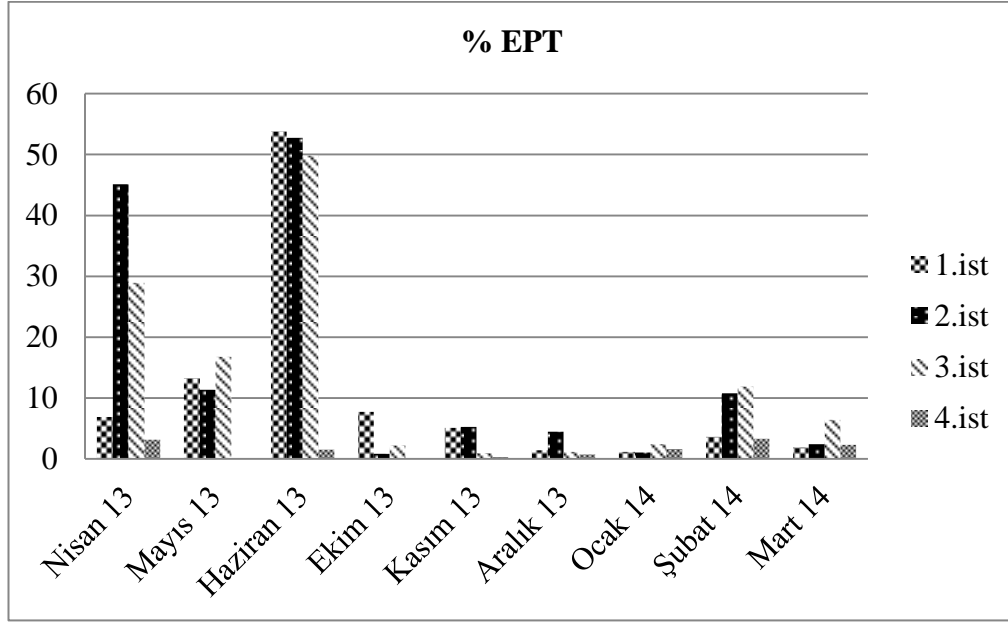
% TRI kompozisyon metriği sonuçları da % PLE da olduğu gibi çok düşük yüzdelerde kaydedilmiştir. En yüksek değere % 6 ile 3. istasyonda Haziran ayında rastlanmıştır (Şekil 4.38.).



**Şekil 4.37.** Trichoptera kompozisyon ölçümleri değişimi

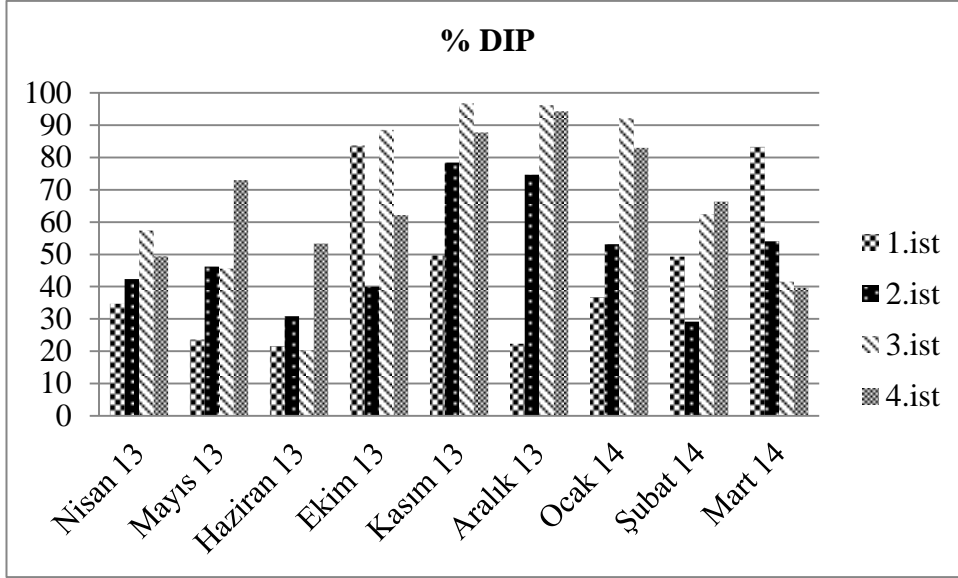
Dördüncü istasyon hariç çalışma dönemi boyunca ilk üç istasyonun en yüksek % EPT değerleri Haziran ayında kaydedilmiştir. 1. istasyonda EPT değerleri, 1,207 - 53,819 arasında değişmektedir. Yaz mevsiminde yükselen EPT yüzdesinin kış mevsiminde bir hayli düştüğü görülmüştür. 1. istasyonda en düşük % EPT değeri 1,207 ile Ocak ayında

tespit edilmiştir. 2. istasyonda, değerler 0,892 - 45,108 arasında kaydedilmiştir. 3. istasyonda ise, ilk üç ayda %16'nın altına düşmezken yazın görülen kuraklıktan sonra (Ekim ayı itibariyle) % 2 EPT oranı gözlenmiş, Şubat ayında ise % 12'lere yaklaşmıştır. 4. istasyonda, Mayıs ve Ekim aylarında % EPT sıfır çıkmıştır. Diğer aylarda da 3'ün üzerine çıkamamıştır (Şekil 4.39.).



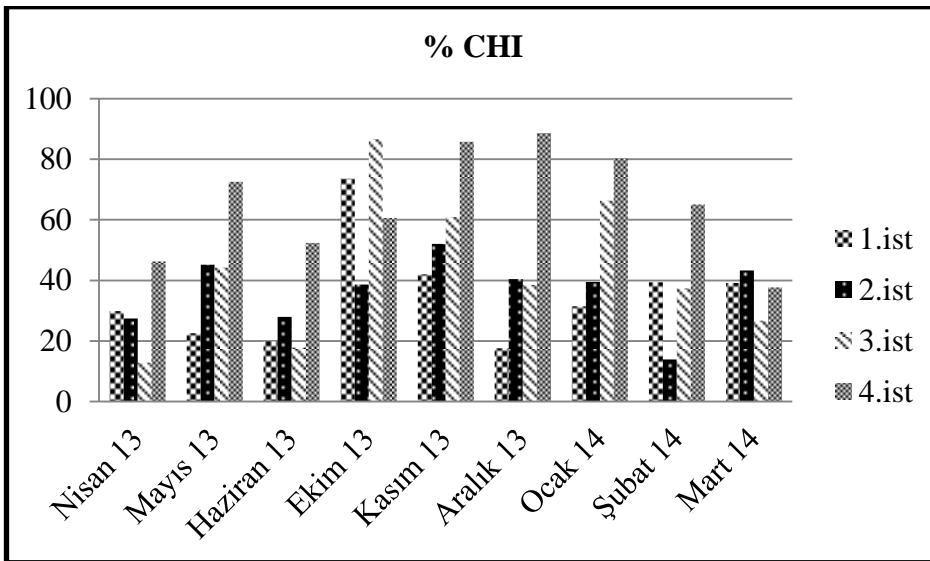
**Şekil 4.38.** EPT kompozisyon ölçümleri değişimi

Birinci istasyonda en yüksek % Diptera % 83,69 ile Ekim ayında, en düşük % Diptera ise % 21,60 ile Haziran ayında gözlenmiştir. Kasım Şubat ayları arasında % 49'lara çıkan Diptera nispi bollukları Mart ayında % kadar yükselmiştir. 2. istasyonda, % Diptera % 29'un altına düşmemiş, en yüksek değere % 78,39 ile Kasım ayında ulaşmıştır. 3. istasyonda, Kasım, Aralık, Ocak aylarında % Diptera değerleri % 90'ları geçmiştir. Diğer aylarda da yüksek olan % Diptera değerleri sadece Haziran ayında % 20 seviyesine düşmüştür. 4. istasyonda, değerler % 39,65 - 94,26 arasında değişkenlik göstermiş, en yüksek % Diptera nispi bolluğu Aralık ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.40.).



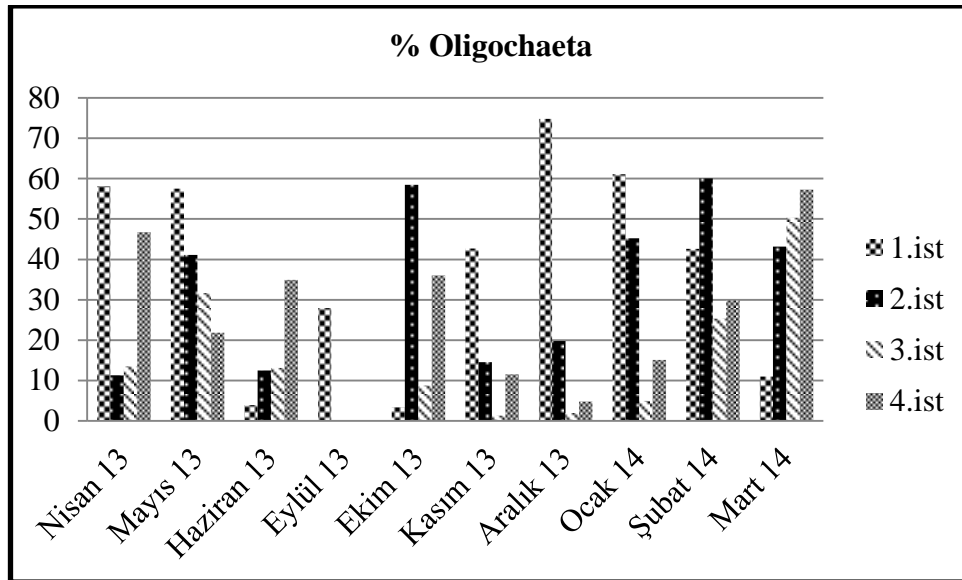
**Şekil 4.39.** Diptera kompozisyon ölçümleri değişimi

Birinci istasyonda sadece Eylül ayında Chironomidae bireylerine rastlanmamış, % CHI 0 olarak tespit edilmiştir. En yüksek % CHI değeri % 73,61 ile Ekim ayında kaydedilmiştir. En düşük % CHI ise Aralık ayında % 17,51 ile tespit edilmiştir. 2. istasyonda değerler birbirine yakın seyretmiştir. Sadece Şubat ayında diğer aylara göre düşük % 13,81 Chironomidae tespit edilmiştir. 3. istasyonda en yüksek değere % 86,63 ile Ekim ayında ulaşmış, en düşük % CHI değerine ise % 12,83 ile örneklemenin ilk ayında ulaşmıştır. 4. istasyonda % CHI 37' nin altına düşmemiştir (Şekil 4.41.).



**Şekil 4.40.** Chironomidae kompozisyon ölçümleri değişimi

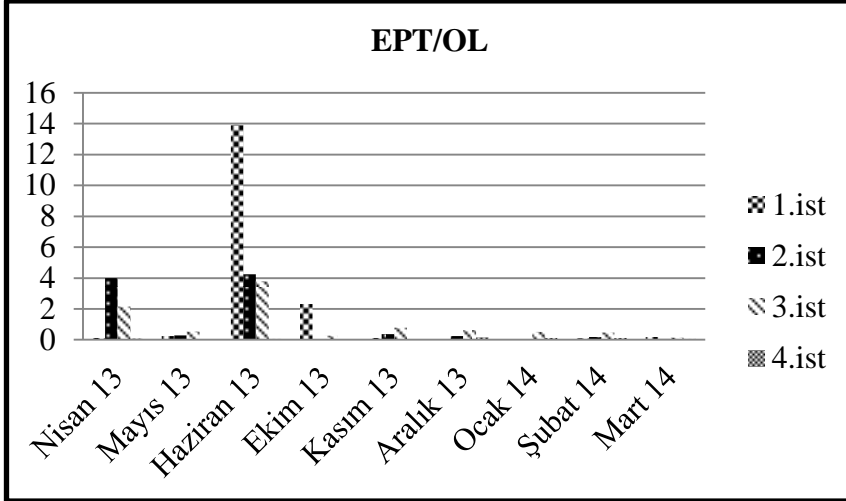
Oligochaeta örnekleme yapılan her ay ve istasyonda kaydedilmiştir. 1. istasyonda, % Oligochaeta 3,86 - 74,79 arasında değişirken, en yüksek değere Aralık ayında, en düşük değere ise Haziran ayında rastlanmıştır. 2. istasyonda en yüksek % Oligochaeta Şubat ayında % 60 ile kaydedilirken, en düşük değer ise Nisan ayında % 11,29 ile kaydedilmiştir. 3. istasyonda, Kasım ve Aralık ayında çalışma süresince görülen en düşük % Oligochaeta nispi bollukları görülmüştür. Sırasıyla % 1,25 ile % 1,91 nispi bollukları kaydedilmiştir. Diğer aylarda % Oligochaeta değerleri 4,89 - 50,28 arasında geniş bir aralıkta gözlenmiştir. 4. istasyonda da en düşük değerler sırasıyla 11,47 ile Kasım ayı ve % 4,79 ile Aralık aylarında tespit edilmiştir. Diğer aylarda ise % Oligochaeta nispi bollukları % 15'in altına düşmemiştir (Şekil 4.42.).



**Şekil 4.41.** Oligochaeta kompozisyon ölçümleri değişimi

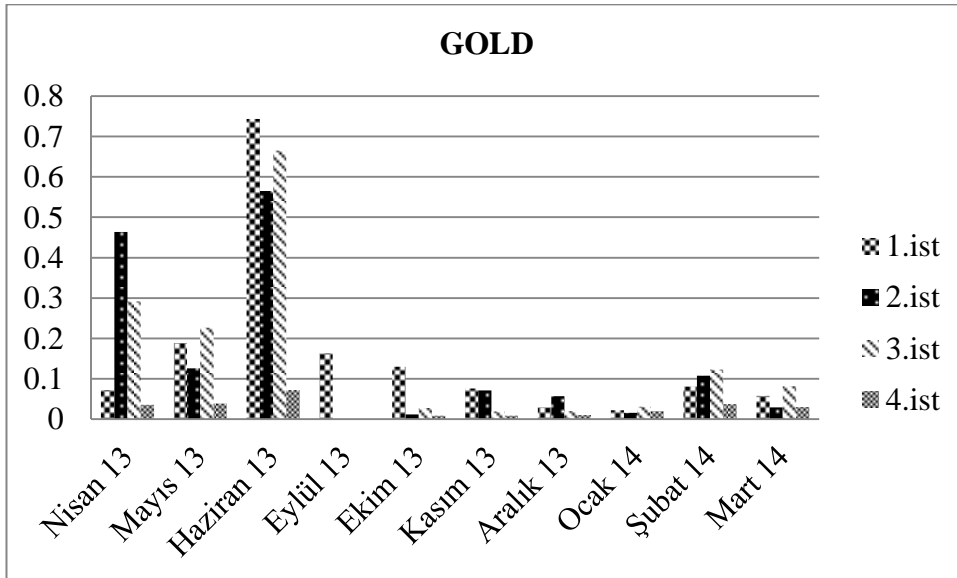
Yüzde EPT/OL sonuçlarına göre değerler 0 - 13,94 arasında değişmektedir. En yüksek değer Haziran ayı 1. istasyonda kaydedilmiştir. 4. istasyonda Mayıs ve Ekim aylarında % EPT/OL sıfır kaydedilmiştir. Nisan ayında da %3 değerlerine çıkmış, Ekim ayında da % 2'lik değer 1. istasyonda kaydedilmiştir. Onun haricinde çalışma boyunca % EPT/OL değeri 1'i geçmemiştir (Şekil 4.43.).





**Şekil 4.42.** EPT/OL kompozisyon ölçümleri değişimi

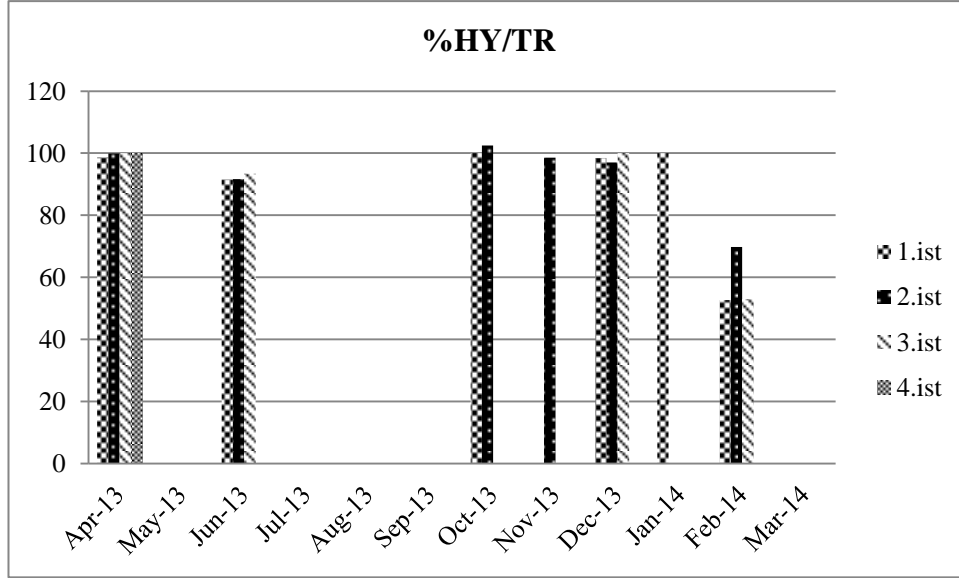
Portekiz Gold-İndeksi değerleri (GOLD) 1. istasyonda 0,022 – 0,744 arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.44). Bu istasyonda kaydedilen en yüksek değer Haziran ayında gözlenirken en düşük değer ise Ocak ayında kaydedilmiştir. 2. istasyonda en düşük indeks değerleri sırasıyla Ekim ve Ocak ayında 0,012 ve 0,016 olarak kaydedilirken en yüksek indeks değeri ise 0,565 ile Haziran ayında tespit edilmiştir. 3. istasyonda ise en düşük indeks değeri Kasım ayında 0,019 olarak bulunurken, en yüksek indeks değeri ise ilk iki istasyonda olduğu gibi Haziran ayında 0,665 olarak kaydedilmiştir. 4.istasyonda da durum değişmemiş en yüksek indeks değeri 0,072 ile Haziran ayında kaydedilmiştir. En düşük gold indeks değeri 0,009'la Ekim ve Kasım aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.44.).



**Şekil 4.43.** Portekiz gold indeksi sonuçlarının aylık değişimi

#### 4.2.2.4. Dayanıklılık/Dayanıksızlık Metrikleri Sonuçları

Trichoptera takımından Hydropsychidae, Hydroptilidae ve Limnephilidae familyaları temsil etmiştir. En baskın grup Hydropsychidae olmuştur. Trichoptera içindeki Hydropsychidae yüzde oranları 0 ile % 100 arasında değiştiği belirlenmiş, Mayıs, Eylül ve Mart aylarında ise hiç tespit edilmemişlerdir (Şekil 4.45.).

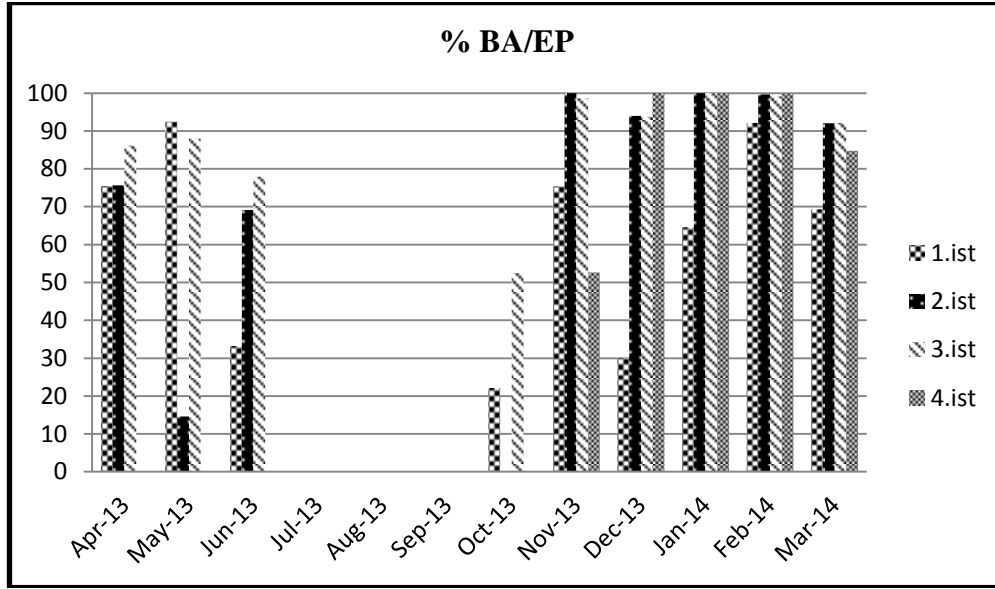


Şekil 4.44. %Hydropsychidae/Trichoptera ölçümleri değişimi

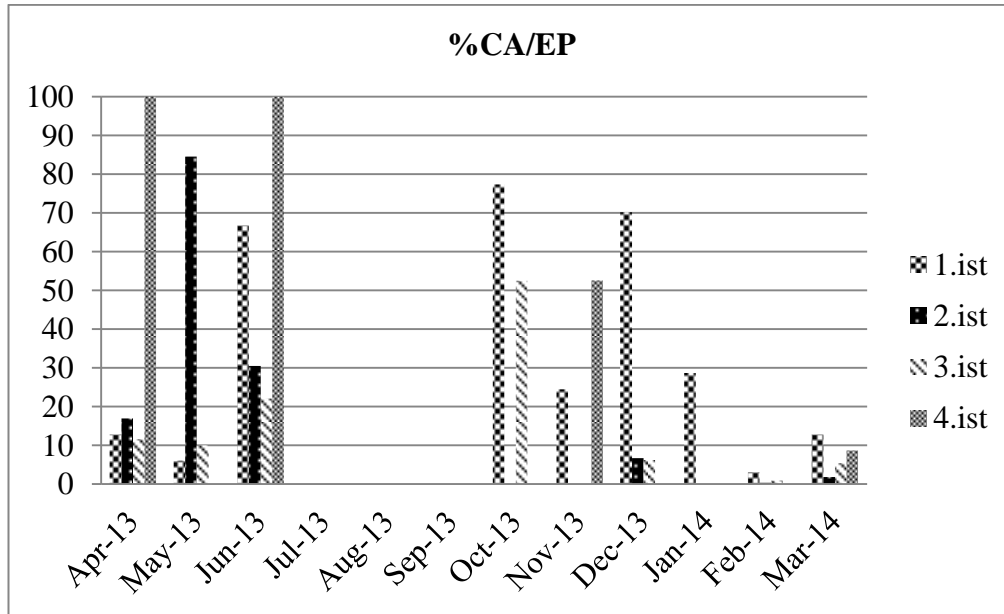
Ephemeroptera takımı içinde en bol tespit edilen grup Baetidae familyası olmuştur. Bu familya bazı aylarda gözlenmezken, bazı aylarda %100 bolluğa ulaşmışlardır. %BA/EPH 1. istasyonda, Eylül ayında 0 olmuş, diğer aylarda %30 - %92 arasında değiştiği kaydedilmiştir. 2. istasyonda, Ekim ayında 0 olmuş, diğer aylarda %14 - %100 arasında değişmiştir. %BA/EPH; %100 olarak Kasım ve Ocak ayında kaydedilmiştir. 3. istasyonda, %BA/EPH her ay kaydedilmiş, %52'nin altına düşmemiştir. 4. istasyonda ise Kasım ayına kadar Baetidae belirlenmiştir. Kasım ayında Ephemeroptera takımının yarısını oluşturmuş, Aralık ve Ocak aylarında ise Ephemeroptera takımının hepsini Baetidae familyası oluşturduğu kaydedilmiştir (Şekil 4.46.).

Caenidae familyası, Ephemeroptera takımı içinde Baetidae familyasından sonra en çok tespit edilen ikinci familya olmuştur. %CA/EPH 1. istasyonda Eylül ayında hiç kaydedilmemişken, diğer aylarda %3 - %77 arasında değiştiği bulunmuştur. 2. istasyonda ise, Ekim, Kasım ve Ocak aylarında %CA/EPH %0,3 - %84 arasında

değişmiştir. 3. istasyonda, Kasım ve Aralık aylarında oran 0 olmuştur. Diğer aylarda da en yüksek %52 ile Ekim ayında tespit edilmiştir. 4. istasyonda Nisan ve Haziran aylarında bulunan Ephemeroptera taksonlarının hepsi Caenidae olmuş, Mayıs, Ekim, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise %CA/EPH değerleri 0 kaydedilmiştir (Şekil 4.47.).



Şekil 4.45. %Baetidae/Ephemeroptera ölçümleri değişimi



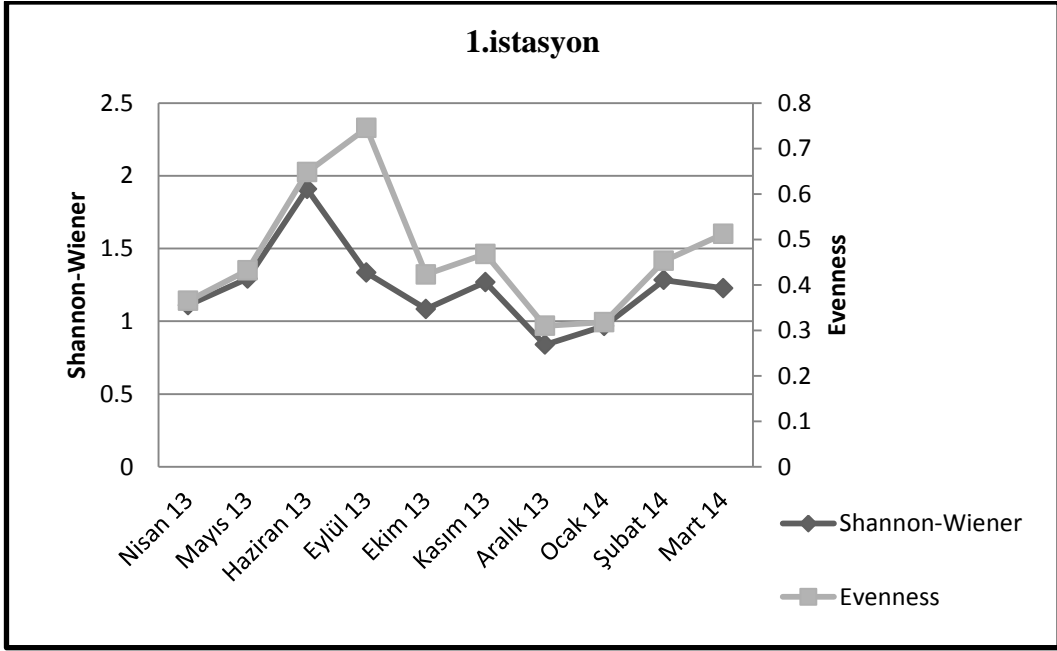
Şekil 4.46. %Caenidae/Ephemeroptera ölçümleri değişim

#### 4.2.2.5. Çeşitlilik metrikleri sonuçları

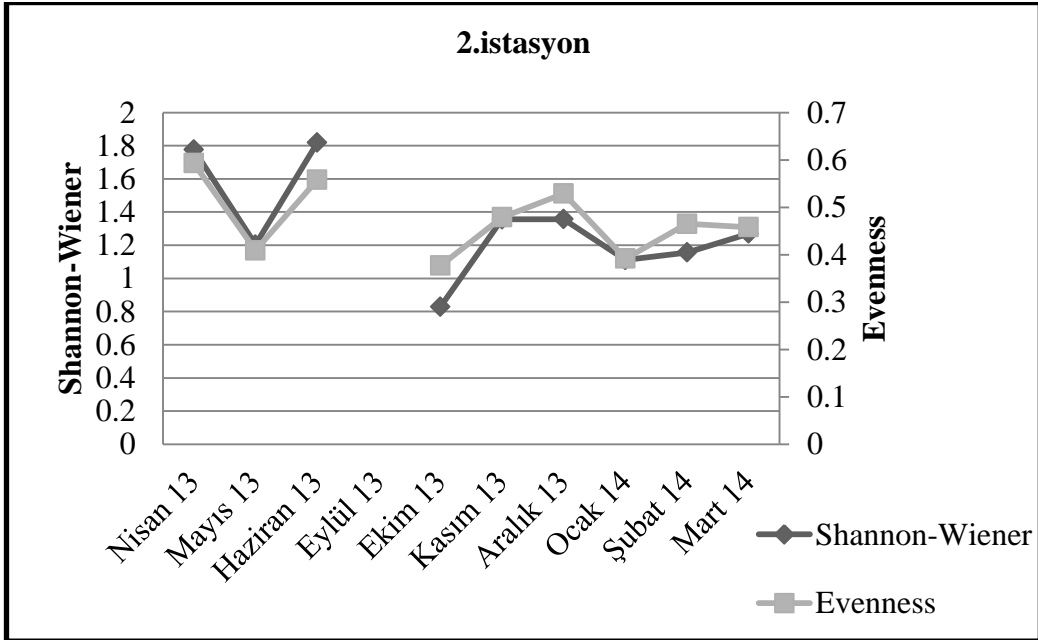
Bentik omurgasızlara ait Shannon–Wiener çeşitlilik indeksi sonuçları çalışma dönemi boyunca 1,91'in üzerinde gözlenmemiş, 0,5'in altına ise sadece 4. istasyonda Aralık ayında inmiştir (Şekil 4.48.-4.51.). Mason (1983)'a göre çeşitlilik 3'ün üstünde ise temiz suları, 1 – 3 arasında orta seviyede kirlenmiş suları ve 1'in altında ise kirli suları temsil etmektedir. Bu duruma göre Yalakdere çeşitliliğe göre su kalitesinin orta seviyede kirlenmiş su düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlilik 1. istasyonda Haziran ayında 1,91 ile en yüksek değerine ulaşmış, Aralık ayında ise 0,84 ile bu istasyondaki en düşük seviyesinde gözlenmiştir (Şekil 4.48.). 2. istasyonda en yüksek çeşitlilik değeri Haziran ayında 1,82 olarak kaydedilmiş, sadece Ekim ayında çeşitlilik değerleri 1'in altında gözlenmiştir (Şekil 4.49.). Bu değer aynı zamanda bu istasyon için en düşük çeşitlilik değeri olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.50.). 3. ve 4. istasyonda da en yüksek değer Haziran ayında tespit edilmiş, sırayla 1,86 ve 1,15 olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda en düşük değer 0,56 ile Ekim ayında bulunmuşken, 4. istasyonda en düşük değer 0,48 ile Aralık ayı olmuştur (Şekil 4.51.).

Birinci istasyonda Evenness değerleri 0,31 – 0,745 arasında gözlenmiş, en yüksek değer ise Eylül ayında tespit edilmiştir (Şekil 4.48.). 2. istasyonda en yüksek Evenness değeri 0,593 ile Nisan ayında, en düşük değer ise 0,377 ile Ekim ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.49.). 3. istasyonda en düşük değer Ekim ayında 0,254 ile belirlenmiş, en yüksek değer ise 0,586 ile Haziran ayında olduğu görülmüştür (Şekil 4.50.). 4. istasyonda Evenness değerleri, Haziran ayında tespit edilen en yüksek değer olan 0,589 ile Kasım ayında bulunan en düşük değer olan 0,238 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.51.).

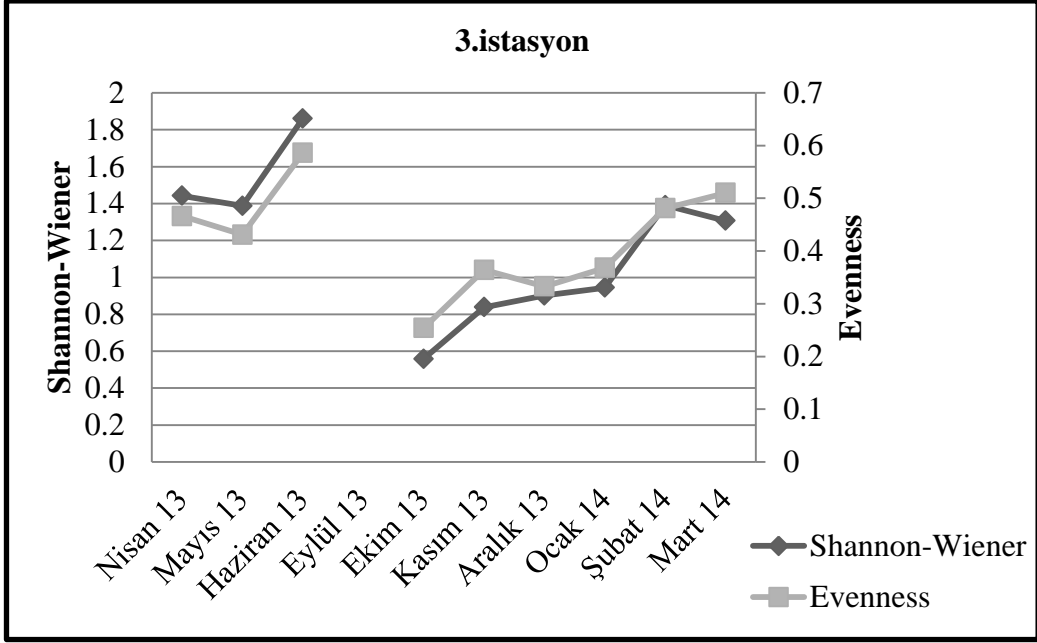
Simpson çeşitlilik indeksinde değerler 0 ile 1 arasında değişir. Simpson dominantlık indeksinde değer yüksek olursa o ekosistemde baskınlık yüksek, buna karşılık tür çeşitliliği az demektir. Çalışma dönemi boyunca Simpson çeşitlilik değerleri 0,238 – 0,814 arasında kaydedilmiştir. 1. istasyonda en yüksek değer Haziran ayında 0,814, en düşük değer ise 0,444 ile Ekim ayında belirlenmiştir. 2. istasyonda en yüksek değer 0,784 ile Haziran ayında, en düşük değer ise 0,509 ile Ekim ayında belirlenmiştir. 3. istasyonda, en yüksek değer 0,789 ile Haziran ayında, en düşük değer ise 0,238 ile Ekim ayında belirlenmiştir. 4. istasyonda ise, en yüksek değer 0,6 ile Haziran ayında, en düşük değer ise 0,209 ile Aralık ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.52.).



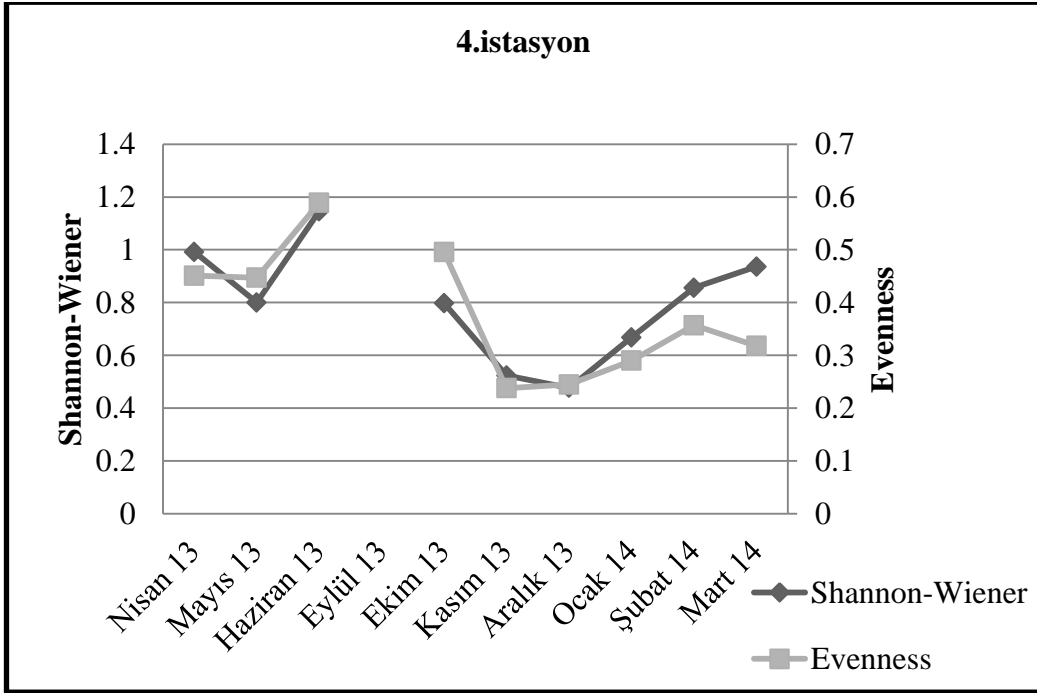
**Şekil 4.47.** 1. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler



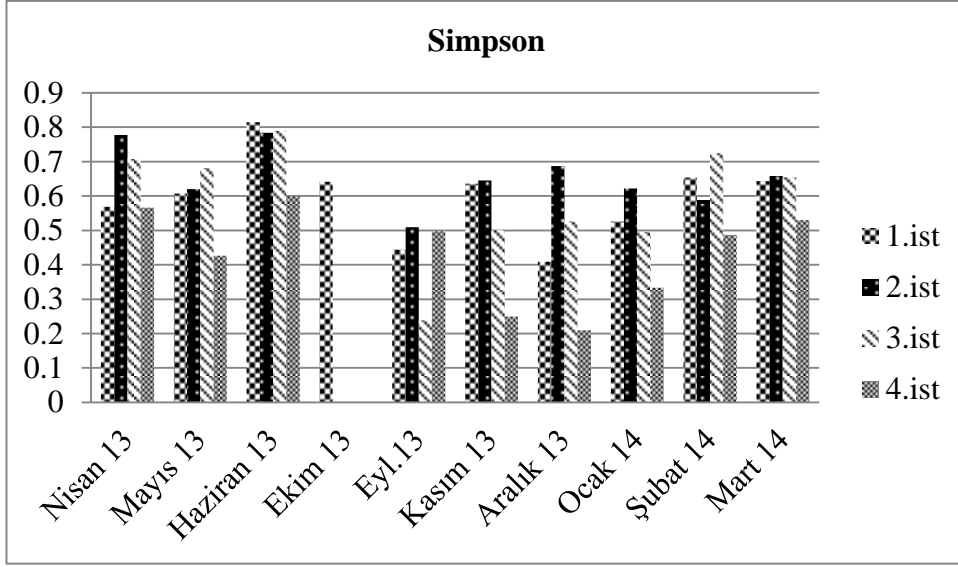
**Şekil 4.48.** 2. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler



**Şekil 4.49.** 3. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler

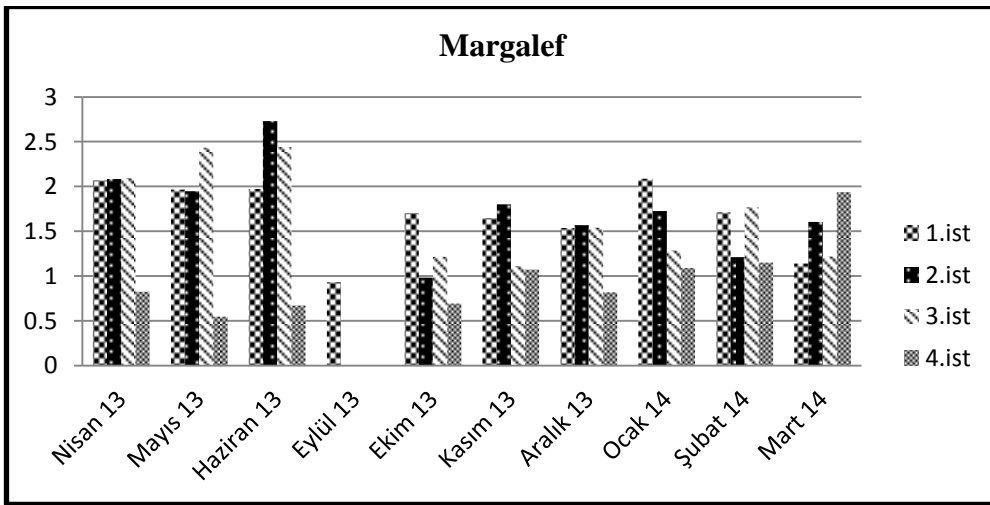


**Şekil 4.50.** 4. istasyondaki Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi ve Evenness sonuçlarına ait değişimler



**Şekil 4.51.** Simpson çeşitlilik indeksine ait aylık değişimler

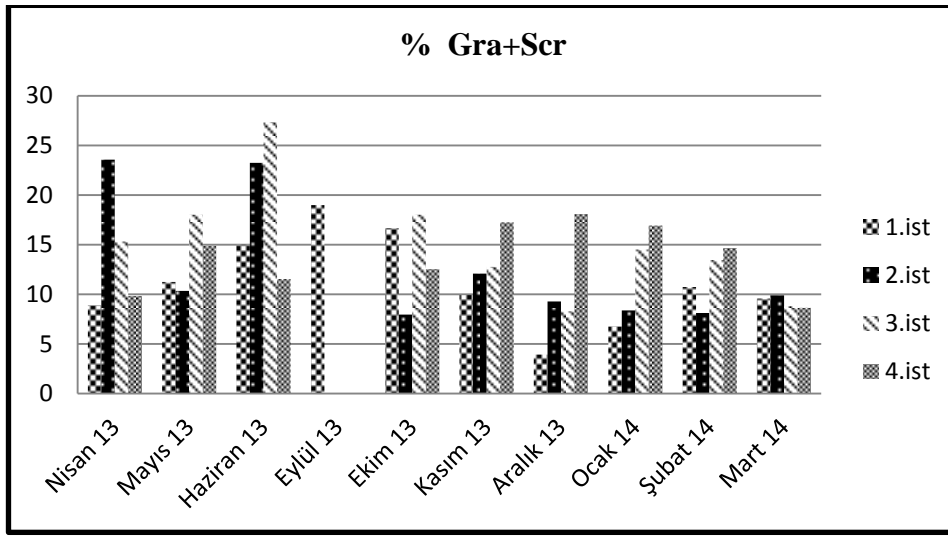
Margalef çeşitlilik indeksi sonuçları çalışma boyunca 0,67 - 2,73 arasında değişmiştir (Şekil 4.53.). 1. istasyonda sadece Eylül ayında değer 1'in altında belirlenmiş, diğer aylarda 1,14 ile 2,08 arasında değiştiği kaydedilmiştir. 2. istasyonda, en yüksek değer Nisan ayında 2,085 ile kaydedilmiş, en düşük Margalef değeri ise 0,98 ile Ekim ayında tespit edilmiştir. 3. istasyonda, değerler 1'in altına hiç düşmemiş, 1,12 - 2,44 arasında değişmiştir. 4. istasyonda ise değerler genellikle 1'in altında gözlenmekle birlikte bu istasyonda en yüksek Margalef değeri 1,94 ile Mart ayında bulunmuş, en düşük değer ise 0,55 ile Mayıs ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.53.).



**Şekil 4.52.** Margalef çeşitlilik indeksine ait aylık değişimler

#### 4.2.2.6. Beslenme tipleri sonuçları

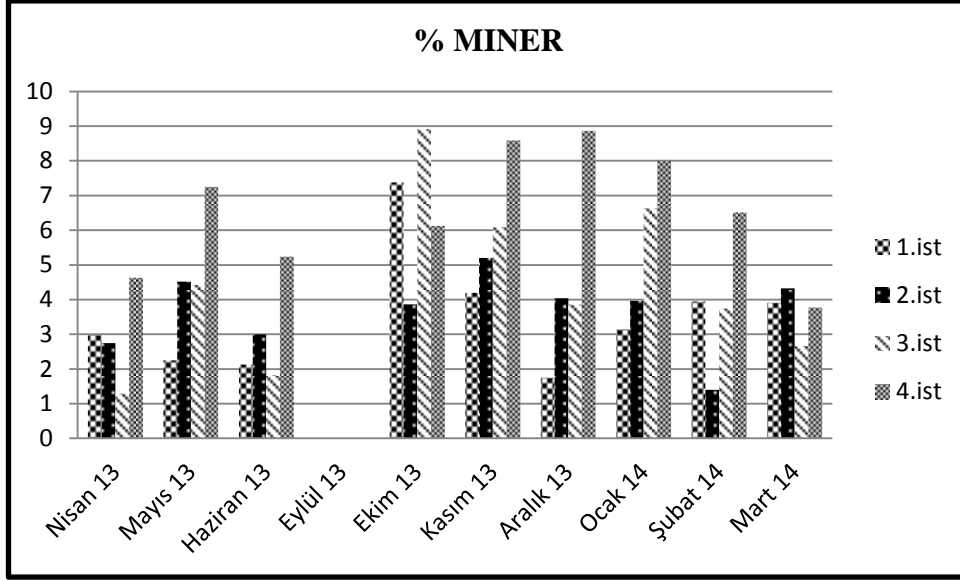
Birinci istasyonda Gra+Scr yüzdelерinin 3,97 - 18,98 arasında deęiřtięi grlmű, en yüksek deęer Eyll ayında kaydedilmiřtir. En dűk deęer ise Aralık ayında grlműtir (řekil 4.54.). 2. istasyonda, En yüksek Gra+Scr yüzdesi Nisan ayında 23,56 ile kaydedilmiř, en dűk yüzde ise 7,94 ile Ekim ayında tespit edilmiřtir. 3. istasyonda Gra+Scr yüzdeleri 8,30 - 27,35 arasında deęiřtięi grlműtir. 4. istasyonda ise örneklemenin ilk ve son ayında deęerler % 10'un altına dűřműtir. Dięer aylarda % 11,54 - 17,26 arasında deęiřtięi belirlenmiřtir (řekil 4.54.).



şekil 4.53. Otlayıcılar ve kazıcılar besin tipleri değişimi

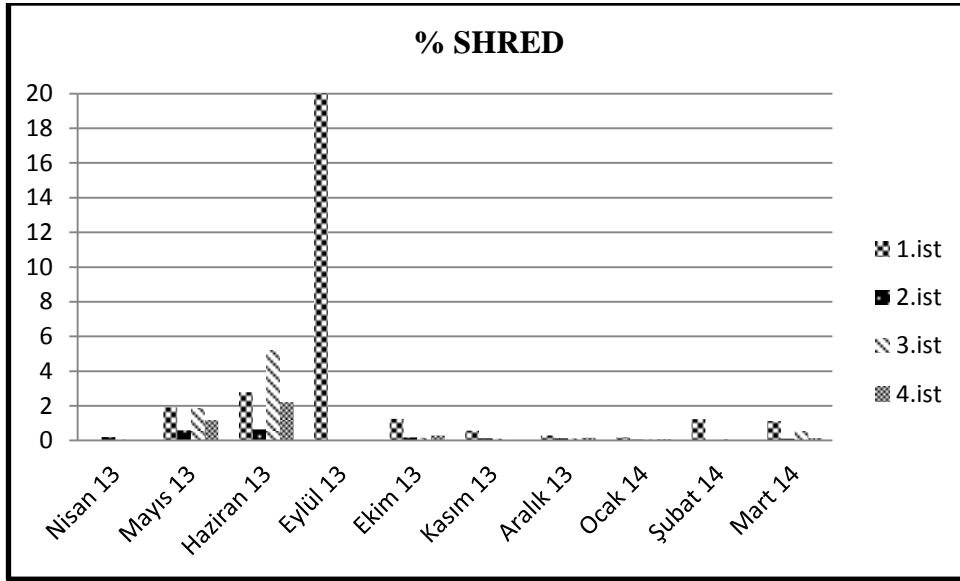
Örnekleme yapılan aylarda MINER beslenme tipine ait bireyler sadece Eyll ayında gözlenmemiştir. Diğer aylarda MINER oranları % 1,28 - 8,91 arasında değiştiği kaydedilmiştir (şekil 4.55.). 1. istasyonda MINER beslenme tipine sahip olan omurgasızlar % 1,75 - 7,37 arasında değiştiği tespit edilmiştir (şekil 4.55.). 2. istasyonda % 1,39 - 5,19 arasında değişmiş, 3. istasyonda ise % 1,28 - 8,91 arasında değiştiği kaydedilmiştir. MINER beslenme tipi 4. istasyonda diğer istasyonlara göre yüksek yüzdelerle temsil edilmiştir. Değerler % 3,77 - 8,87 arasında değiştiği tespit edilmiştir (şekil 4.55.).





**Şekil 4.54.** Madenciler besin tipi değişimi

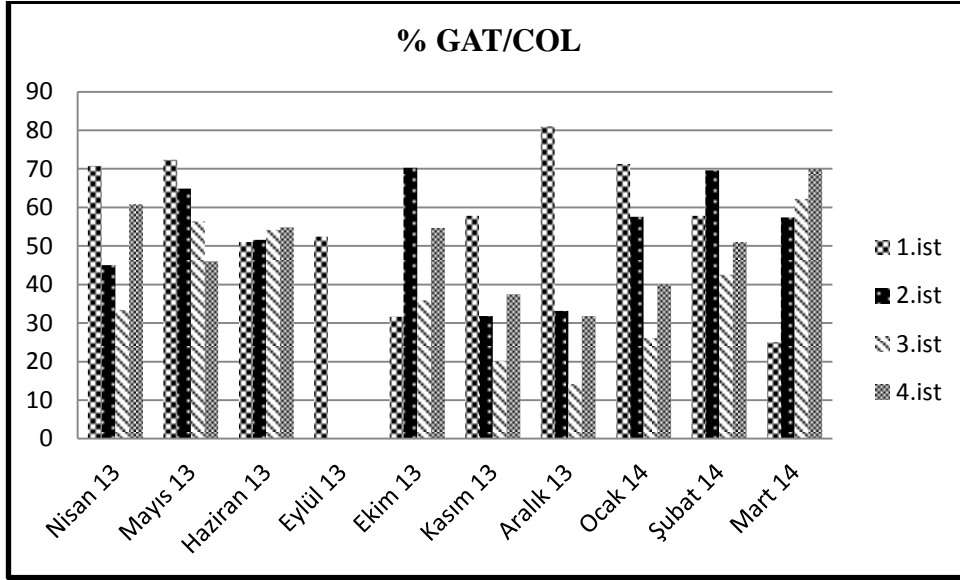
SHRED tip omurgasızlar, Birinci istasyonda Eylül ayında pik yapmış, % 20,19 olarak kaydedilmiştir. Diğer aylarda değerler % 5 'i geçmezken genellikle % 1'in altında görülmüştür (Şekil 4.56.).



**Şekil 4.55.** Parçalayıcılar besin tipleri değişimi

Yalacdere'de en çok görülen beslenme tipi GAT/COL olmuştur. Dört istasyonda da örnekleme alınan her ayda görülmüştür. Nispi bolluk değerleri, % 14' ün altına düşmezken % 80' lere kadar çıktığı da gözlenmiştir. 1. istasyonda oran % 25,03 - 80,98 arasında değişmiştir. En yüksek değer Aralık ayında tespit edilmiştir. 2. istasyonda %

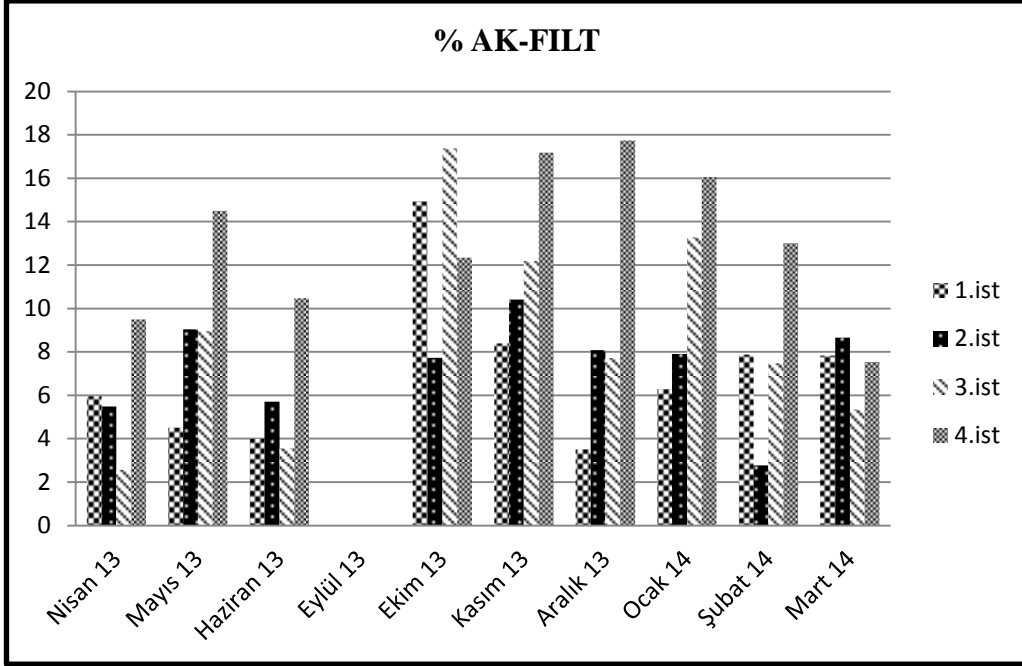
GAT/COL % 31'in altına düşmemiştir. 3. istasyonda en yüksek değere 62,27 ile Mart ayında rastlanılmıştır. 4. istasyonda ise, yüzdeler yine yüksek seyretmiş, % 31,87 - 69,92 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.57.).



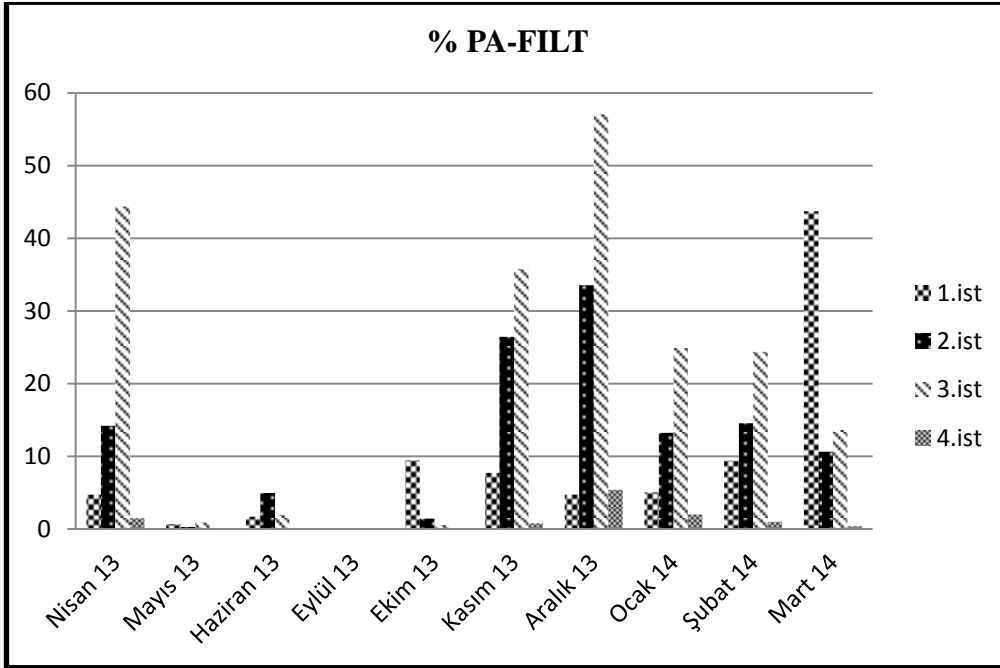
**Şekil 4.56.** Toplayıcılar/Kollektörler besin tipleri değişimi

AK-FILT'ler en yüksek % değerine 3. istasyon Ekim ayında 17,37 ile ulaşmışlar, PA-FILT'de en yüksek değer ise % 57,04 ile Aralık ayı 3. istasyonda kaydedilmiştir. Eylül ayında filtre besleyiciler görülmemiştir. AK-FILT'in en düşük değerine ise % 2,57 ile 1. istasyonda Nisan ayında kaydedilmiştir (Şekil 4.58.). PA-FILT'de ise, en düşük değer 0,27 ile Mayıs ayı 2. istasyonda görülmüştür. Eylül haricinde Mayıs, Haziran ve Ekim tarihlerinde de PA-FILT bulunmamıştır (Şekil 4.59.).

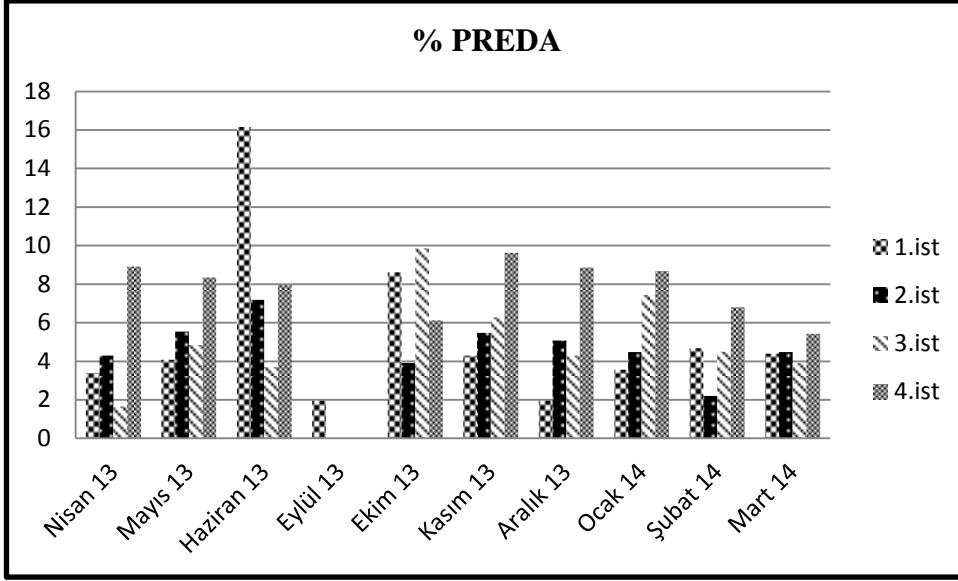
PRED 1. istasyonda, en yüksek yüzde değerine % 16 ile Haziran ayında ulaşmışlardır (Şekil 4.60.). Diğer aylarda % 3,4'ün altına düşmemiştir. 2. istasyonda Şubat ayında % 2 civarında olan % PRED Haziran ayında % 7,18 ile en yüksek değer olarak kaydedilmiştir. 3. istasyonda % 9,85 ile Ekim ayında artış göstermiştir. 4. istasyonda yırtıcı yüzdesi genel olarak % 5'in altına düşmemiştir (Şekil 4.60.).



**Şekil 4.57.** Aktif filtre besleyiciler besin tipi değişimi

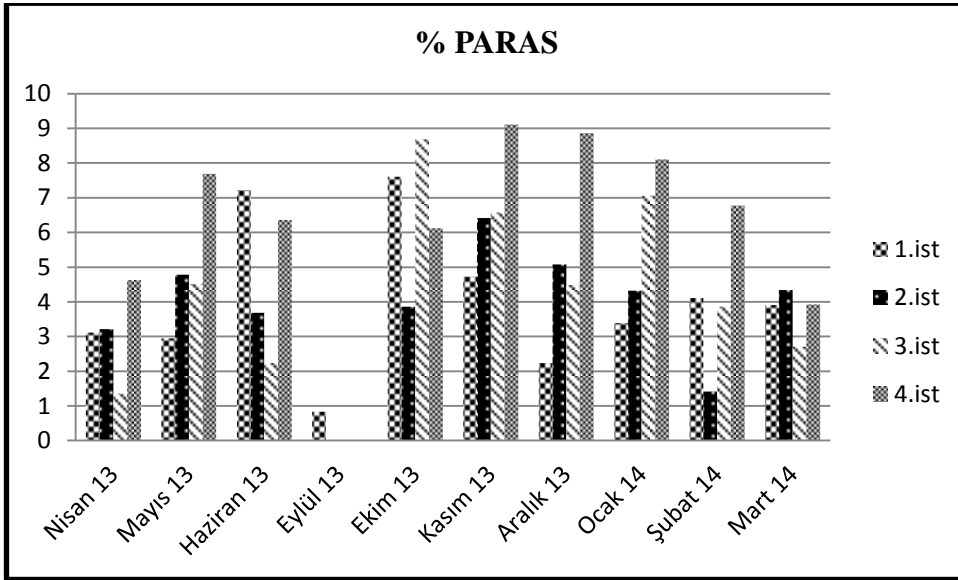


**Şekil 4.58.** Pasif filtre besleyiciler besin tipi değişimi



**Şekil 4.59.** Yırtıcılar besin tipi değişimi

PARAS çalışma dönemi boyunca her istasyonda ve her ayda tespit edilmiştir. Genel olarak oranlar % 0,84 - 9,11 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek oran olan % 9,11 değeri 4. istasyon Kasım ayında tespit edilmiştir. En düşük parazit yüzdesi ise Eylül ayında tek örnekleme noktası olan 1. istasyonda kaydedilmiştir (Şekil 4.61.).



**Şekil 4.60.** Parazitler besin tipi değişimi

### 4.3. İstatistiksel Bulgular

#### 4.3.1. Çevresel değişkenler

PCA analizi 18 fiziksel ve kimyasal değişken için uygulanmış, eksenlerdeki değişkenlerin anlamlılıkları Pearson Product Moment Analizi ile test edilmiştir. PCA analizinin ilk iki ekseninin anlamlılıkları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. PCA analizine göre ilk eksen toplam varyansın % 57,1'ini, ikinci eksen ise % 20,4'ünü oluşturmuştur.  $\text{CO}_3^{2-}$ , pH,  $\text{HCO}_3^-$ , DO ve TN ağırlıklı olarak ilk eksende temsil edilirken, AKM, sıcaklık, EC, TOM,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , DO,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{SO}_4$  ve Cl ikinci eksende önemli olmuştur.

**Çizelge 4.3.** Fiziksel ve kimyasal değişkenler için uygulanan PCA analizi sonuçları (Pearson Product Moment Analizine göre \*\*\*  $P < 0,001$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ )

| Çevresel değişkenler           | Eksen I    | Eksen II   |
|--------------------------------|------------|------------|
| T ( $^{\circ}\text{C}$ )       | 0,0457     | -0,7953*** |
| pH                             | -0,8861*** | -0,1247    |
| EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 0,1298     | 0,6068***  |
| DO (mg/l)                      | -0,4461**  | 0,4643**   |
| $\text{HCO}_3^-$ (mg/l)        | 0,4738**   | 0,3245     |
| $\text{CO}_3^{2-}$ (mg/l)      | -0,9955*** | -0,0902    |
| $\text{PO}_4\text{-P}$ (mg/l)  | 0,2559     | -0,1180    |
| TP (mg/l)                      | 0,1066     | 0,0373     |
| $\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)  | 0,1716     | 0,4891**   |
| $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)  | 0,1560     | 0,5363***  |
| $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)  | 0,0596     | -0,1983    |
| TN (mg/l)                      | 0,3601*    | 0,2790     |
| $\text{SO}_4$ (mg/l)           | -0,0977    | 0,3434*    |
| Cl- (mg/l)                     | 0,2356     | 0,3266*    |
| $\text{Ca}^{+2}$ (mg/l)        | 0,0443     | 0,2620     |
| $\text{Mg}^{+2}$ (mg/l)        | 0,1119     | -0,1545    |
| TOM (mg/l)                     | 0,1076     | -0,5474*** |
| AKM (mg/l)                     | 0,3041     | -0,9367*** |

#### 4.3.2. Bentik omurgasız taksonları ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki

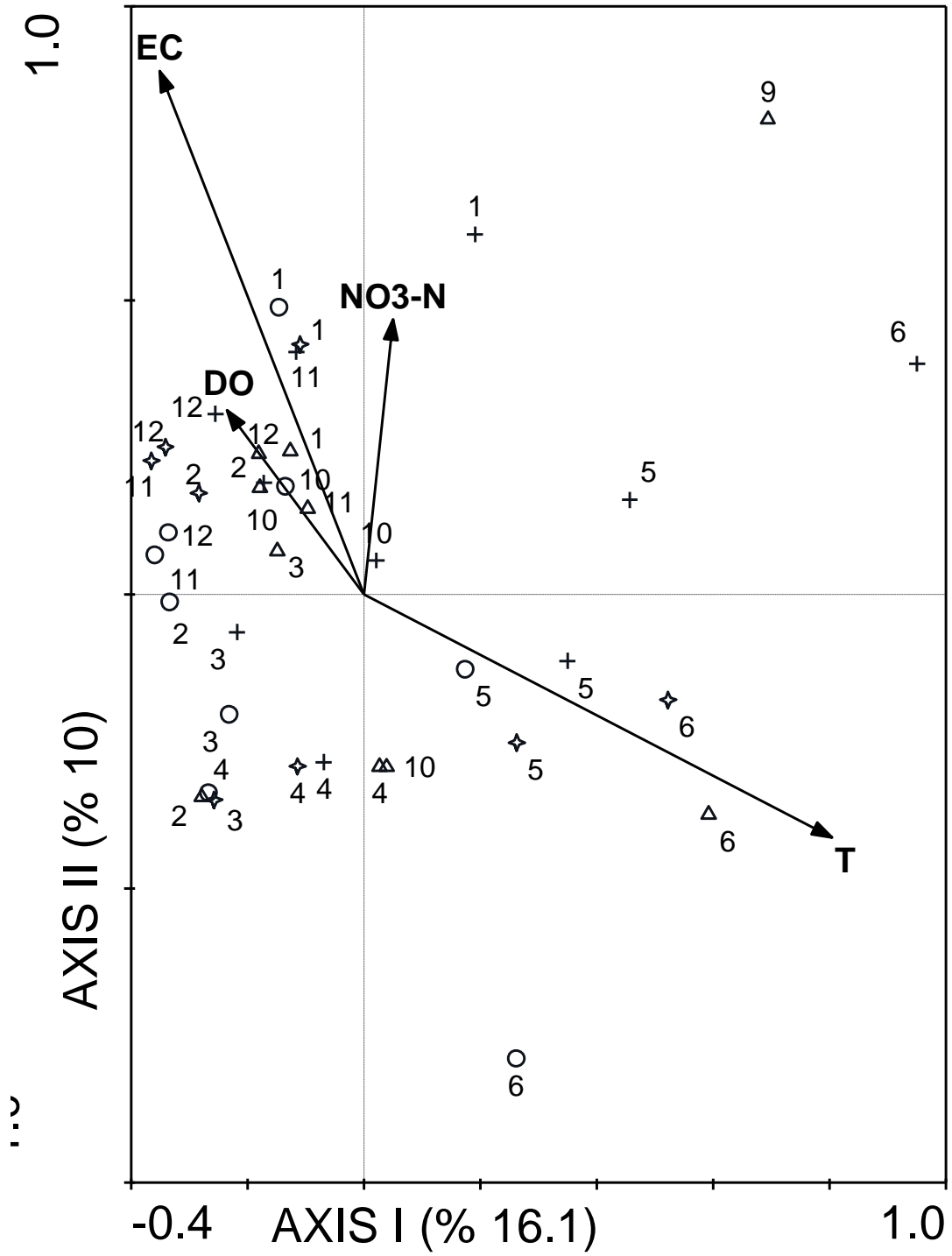
Bentik omurgasız taksonlarının nispi bolluklarının DCA analizi sonucunda unimodal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Gradient uzunluğu ilk eksen için 2,808 olurken 2. eksen için 2,231 olmuştur. Toplam inertia 1,447 olarak tespit edilmiştir.

CCA analizinde 34 bentik omurgasız taksonu, 37 örnek ve 18 çevresel değişken kullanılmıştır. CCA analizinde Monte Carlo Permutasyon testinin ilk (F-oranı: 6,156, P değeri: 0,001) ve tüm eksenler (F-oranı: 3,320, P değeri: 0,001) için anlamlı olduğu tespit edilmiştir. CCA analizinde ilk üç eksen ( $\lambda_1 = 0.233$ ,  $\lambda_2 = 0.145$  ve  $\lambda_3 = 0.031$ ) takson veri setinin % 28,3'ünü oluşturmuştur.

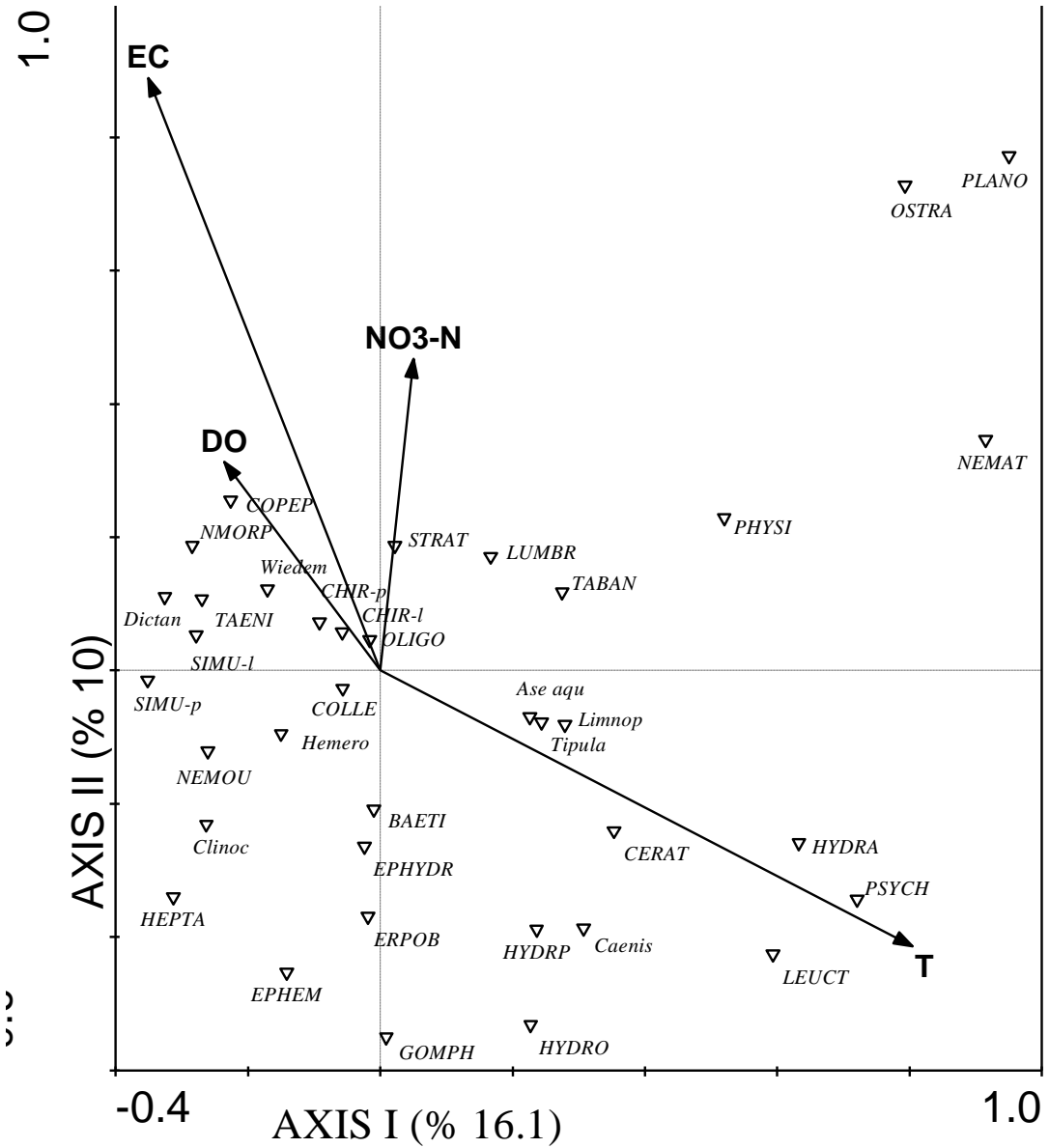
Tür – çevresel değişken varyansı ise CCA analizinin ilk eksenini toplam varyansın % 55'ini ikinci eksenini ise % 34,1'ini oluşturmuştur. Bentik omurgasız taksonları ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon birinci ve ikinci CCA eksenleri için sırasıyla 0,897 ve 0,789 olarak tespit edilmiştir. Bu yüksek korelasyon çevresel değişkenler ile takson dağılımı arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu işaret etmektedir.

CCA analizinde step-wise forward selection yöntemi uygulandıktan sonra bentik omurgasız taksonları ile sırasıyla sıcaklık, EC, NO<sub>3</sub>-N ve DO değişkenlerinin anlamlılık gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.62. ve Şekil 4.63.).

Mayıs ve Haziran aylarına ait 4. istasyonlar ve Eylül ayına ait örneklenen tek istasyon olan 1. istasyon ordınasyon ekseninin sağ kısmında yer almıştır. Özellikle ordınasyon ekseninin sağ alt kısmında bulunan istasyonların sıcaklıkla ilişkili olduğu görülmektedir (Şekil 4.62.). Bentik omurgasız taksonları ve çevresel değişkenlere ilişkiyi gösteren Şekil 4.63.'te ise ordınasyon ekseninin sağ alt kısmında bulunan Ceratopogonidae, Hydrachnidia, Psychodidae ve Leuctridae gibi bazı taksonların sıcaklıkla ilişkili olduğu görülmektedir. Şekil 4.62.'da sol üst ekseninde bulunan sonbahar sonu ve kış aylarını temsil eden istasyonlar (10, 11, 12, ve 1. aylar) ise EC, DO ve NO<sub>3</sub>-N ile ilişkili olmuştur. Şekil 4.63'de ise bu aylarda önemli olmuş Chironomidae larva ve pupaları, Copepoda gibi bazı bentik omurgasız taksonları çizelgenin sol üst köşesinde görülmektedir.



**Şekil 4.61.** Bentik omurgasız taksonlarının istasyonlara göre dağılımı ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren CCA ordinasyon grafiği (1-12 arasındaki sayılar ayları temsil etmektedir 4=Nisan, 5=Mayıs 6=Haziran, 9=Eylül, 10= Ekim, 11= Kasım, 12= Aralık, 1 =Ocak, 2=Şubat, 3= Mart, üçgen 1.istasyon, daire 2. İstasyonu, yıldız 3. İstasyonu, artı ise 4. İstasyonu temsil etmektedir).



**Şekil 4.62.** Bentik omurgasız taksonları ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren CCA ordinasyon grafiği. CCA ekseninde temsil edilen bentik omurgasız taksonlarına ait kısaltmalar Çizelge 4.2. de verilmiştir.

#### 4.3.3. Metrikler ve bentik omurgasız komünite yapısı arasındaki ilişki

Bentik omurgasızların kullanıldığı metriklerin bentik omurgasız komünite yapısını temsil edip etmediğini test etmek için DCA analizi uygulanmıştır. Pearson Product Moment Analizine göre birçok metriğin anlamlı olduğu ve büyük oranda ikinci eksenle temsil edildiği görülmüştür.



**Çizelge 4.4** Bentik omurgasızlara ait metrikler ve DCA eksenleri arasındaki korelasyon ilişkisi (Pearson Product Moment Analizine Göre \*\*\* P< 0,001; \*\* P< 0,01; \* P <0,05)

|          | eksen I    | eksen II   |
|----------|------------|------------|
| TBI      | 0.1651     | -0.6335*** |
| CHAN     | 0.1124     | -0.5933*** |
| BBI      | 0.1203     | -0.6331*** |
| IBE      | 0.0272     | -0.6731*** |
| BMWP     | 0.1004     | -0.6900*** |
| ASPT     | 0.2670     | -0.6199*** |
| BMWP-Sp  | 0.0868     | -0.7156*** |
| ASPT-Sp  | 0.2878     | -0.5973*** |
| Top-ta   | 0.0807     | -0.7362*** |
| Eph-ta   | 0.1822     | -0.5191*** |
| Ple-ta   | 0.1097     | -0.3286**  |
| Tri-ta   | 0.0478     | -0.5505*** |
| Dip-ta   | 0.3031     | -0.6165*** |
| EPT-ta   | 0.1828     | -0.6794*** |
| EPTCBO   | 0.1193     | -0.7146*** |
| EPT/OL-t | 0.3028     | -0.4480**  |
| EPT/DI-t | 0.1951     | -0.3678*   |
| [%] EPT  | -0.2278    | -0.8009*** |
| [%] EPT/ | -0.2842    | -0.6796*** |
| [%] OLI  | -0.0232    | 0.3558*    |
| [%] EPH  | -0.1997    | -0.7863*** |
| [%] PLE  | -0.3091    | -0.5865*** |
| [%] TRI  | -0.2934    | -0.5226*** |
| [%] DIP  | 0.5833***  | 0.3278*    |
| [%] CHI  | 0.2598     | 0.4781**   |
| GOLD     | -0.3744*   | -0.7931*** |
| SIMPS    | -0.1843    | -0.6290*** |
| SHANN    | -0.2806    | -0.7804*** |
| MARGA    | 0.0301     | -0.7801*** |
| EVENN    | -0.5643*** | -0.3990*   |
| Gra+Scr  | -0.3401*   | -0.4503**  |
| MINER    | 0.2528     | 0.4694**   |
| SHRED    | -0.7824*** | -0.0755    |
| GAT/COL  | -0.3118    | 0.0984     |
| AK-FILT  | 0.2575     | 0.4781**   |
| PA-FILT  | 0.6045***  | -0.1627    |
| PREDA    | -0.2054    | -0.0931    |
| PARAS    | 0.0825     | 0.2600     |
| [%]BA/EP | 0.6465***  | -0.3249*   |
| [%]CA/EP | -0.3125    | -0.0357    |
| [%]HY/TR | 0.1274     | -0.4829**  |

#### 4.3.4. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişki

Bentik omurgasızlara ait metrik skorları ile çevresel değişkenlere ait ilk iki PCA eksenindeki ilişki Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre anlamlı çıkan 14 bentik omurgasız metriklerinin çevresel değişkenlere ait ikinci PCA eksenine ile daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre tolerans metriklerinden IBE ve BMWP-Sp, takson zenginliği metriklerinden EPTCBO, Çeşitlilik metriklerinden SIMPS, SHANN ve EVENN, Beslenme tiplerinden Gra+Scr ve dayanıklılık dayanıksızlık metriklerinden HY/TR anlamlılık göstermiştir. Kompozisyon metrikleri çevresel değişkenlerle en anlamlı sonuçları vermiş, altı kompozisyon metriği (% EPT, % EPT/OL, % EPH, % TRI, % DIP ve GOLD) anlamlı çıkmıştır.

**Çizelge 4.5.** Çevresel Değişkenlere Ait İlk İki PCA Ekseni ile Bentik Omurgasızlara ait anlamlı Metrikler Arasındaki Spearman Rank Korelasyonu sonuçları (\*\*\* P<0,001; \*\* P<0,01; \* P<0,05; AD Anlamlı Değil)

|            | PCA I Eksen | PCA II Eksen |
|------------|-------------|--------------|
| IBE        | AD          | -0,4127*     |
| BMWP-Sp    | AD          | -0,3251*     |
| EPTCBO     | AD          | -0,3401*     |
| [%] EPT    | AD          | -0,5919***   |
| [%] EPT/OL | 0,3438*     | AD           |
| [%] EPH    | AD          | -0,5793***   |
| [%] TRI    | 0,4316**    | AD           |
| [%] DIP    | AD          | 0,3651*      |
| GOLD       | AD          | -0,6079***   |
| SIMPS      | AD          | -0,3418*     |
| SHANN      | AD          | -0,3911*     |
| EVENN      | AD          | -0,3425*     |
| Gra+Scr    | 0,3416*     | AD           |
| [%]HY/TR   | 0,3298*     | AD           |

Bu analiz sonunda anlamlı çıkan metrikler ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için ise RDA analizi kullanılmıştır.

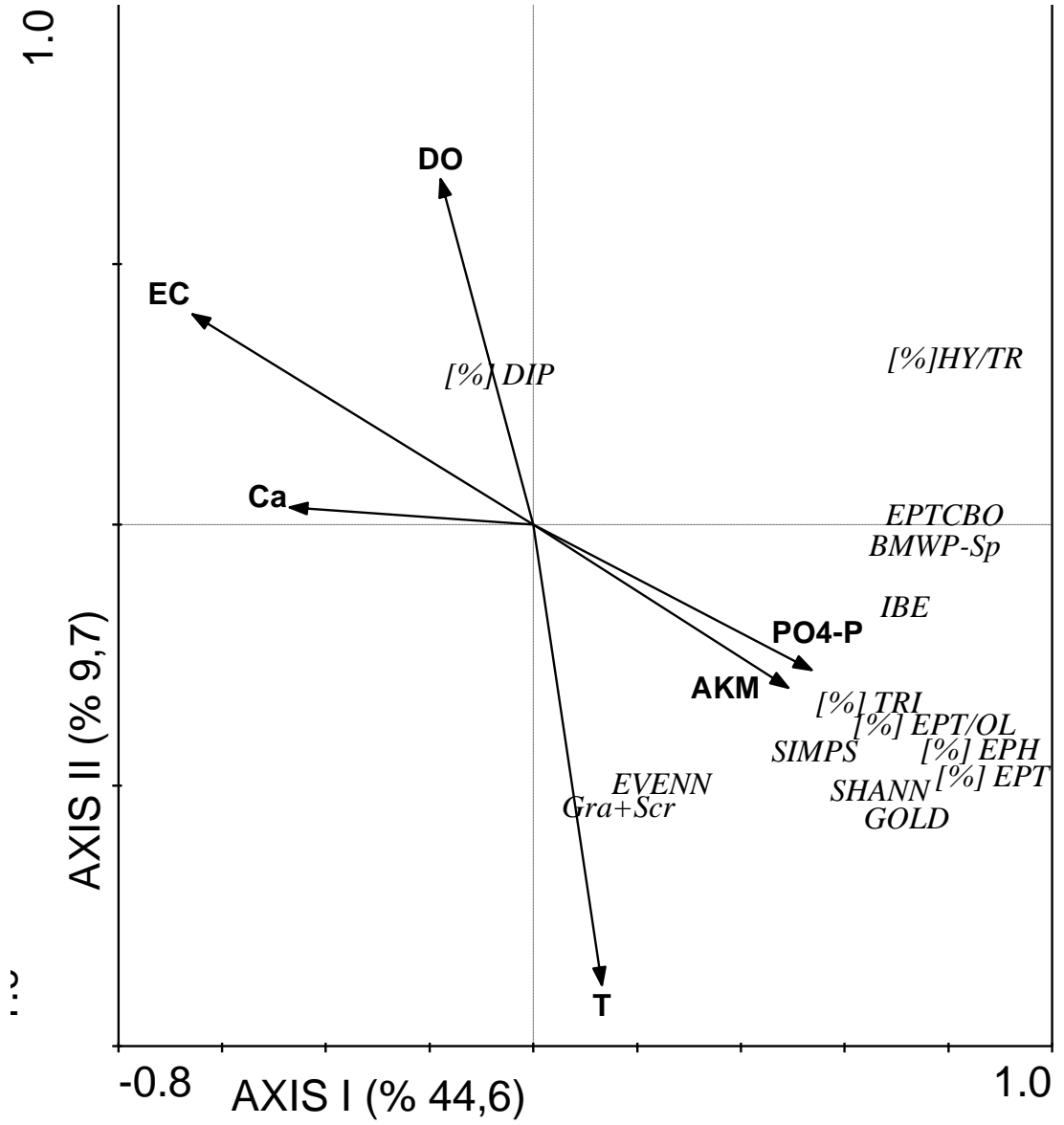
RDA analizi anlamlı 14 metrik ve 18 çevresel değişken arasında uygulanmıştır. Step-Wise Forward selection yöntemine göre on dört metrikle altı çevresel değişken

anlamlılık göstermiş (EC, T, DO, AKM, Ca, PO<sub>4</sub>-P) metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren grafik ise Şekil 4.64.'te verilmiştir.

RDA analizinde Monte Carlo Permutasyon testinin ilk (F-oranı: 24,159; P değeri: 0,001) ve tüm eksenler (F-oranı: 6,531; P değeri: 0,001) için anlamlı olduğu tespit edilmiştir. RDA analizinde ilk üç eksen ( $\lambda_1 = 0,446$ ,  $\lambda_2 = 0,097$  ve  $\lambda_3 = 0,016$ ) takson veri setinin % 55,9'unu oluşturmuştur.

Metrik – çevresel değişken varyansı değerlerine bakıldığında RDA analizinin ilk eksenini toplam varyansın % 78,8'ini ikinci eksenini ise % 17,1'ini oluşturmuştur. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon birinci ve ikinci RDA eksenleri için sırasıyla 0,841 ve 0,671 olarak tespit edilmiştir.

Kompozisyon metriklerinden % DIP DO ile anlamlı çıkmış, % TRI, % EPT/OL, %EPH, %EPT ve GOLD metrikleri ise AKM ve PO<sub>4</sub> ile anlamlı çıkmıştır (Şekil 4.64.). Tolerans metriklerinden IBE PO<sub>4</sub> ile anlamlı çıkmıştır. Çeşitlilik metriklerinden SIMPS ve SHANN AKM ile anlamlı çıkarken, EVENN çeşitlilik metriği ise, sıcaklık ile anlamlı çıkmıştır. Beslenme metriklerinden Gra+Scr metriği de sıcaklıkla anlamlı çıkmıştır (Şekil 4.64.).



Şekil 4.63. Metrikler ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren RDA ordinasyon grafiği

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

PCA analizine göre  $\text{CO}_3^{2-}$ , pH,  $\text{HCO}_3^-$ , DO ve TN ağırlıklı olarak ilk ekseninde AKM, sıcaklık, EC, TOM,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , DO,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{SO}_4$  ve Cl ikinci ekseninde temsil edilmiştir. PCA analizi sonuçları Yalakdere’de jeolojik karakteristiklerin akarsuyun kimyasal kompozisyonunun oluşmasında en önemli faktör olduğunu göstermektedir. Akarsu havzasında kil, kiltaş, marn ve kireç taşı gibi jeolojik formasyonların bulunması pH’ın alkali karakterde olmasına sebep olduğu düşündürmektedir (Anonim 2012d). PCA analizi sonuçları aynı zamanda Yalakdere’de inorganik kirlilik etmenleri yanında arazi kullanımı (madencilik ve tarım faaliyetleri) ve organik kirliliğinin de önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışmada biyolojik su kalitesinin yanında suyun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de kalite sınıfları değerlendirilmiş biyolojik bulgular ile karşılaştırılmıştır. YSKYY’e (Anonim 2012b) göre su kalite sınıfları değerlendirilen bazı kimyasal değişkenlerin (DO, EC, T, pH, TP,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$  ve  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) su kalite sınıfları tespit edilmiş ve EC için II. sınıf, diğer kimyasal değişkenler için ise genellikle I. ve II. sınıf arasında değiştiği görülmüştür. Ancak YSKYY’e göre, TP değerleri dönem dönem III. ve IV. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir. Kimyasal değişkenlerin su kalitesi değerleri biyolojik verilerin su kalitesi değerleri ile karşılaştırıldığında su kalitesi sınıflarının farklılık gösterdiği görülmüştür. Bazı metriklere göre biyolojik su kalitesi sınıfları akarsuda su kalitesinin II. ve III. Sınıf arasında değiştiğini, hatta kuraklık sonrası IV. su kalitesine gerilediğini göstermektedir. Bu bulgular Yalakdere’de bentik omurgasız faunasını suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinden farklı çevresel değişkenlerin etkilediğini bize düşündürmektedir. DCA analizine göre neredeyse tüm metrikler bentik omurgasız faunasını temsil ederken, bentik metriklerin sadece 14 tanesinin suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ilişkili çıkması bu görüşü güçlendirmektedir.

Çalışma dönemi boyunca yaz aylarında kuraklık görülmesi ve kuraklık sonrası metriklerin su kalite sınıflarının en az bir basamak gerilemesi iklimsel değişkenlerin (atmosferik sıcaklık, yağış, nem vb.) Yalakdere bentik omurgasız faunasını ve bunun yanında biyolojik su kalitesini etkileyen en önemli çevresel değişken olduğunu düşündürmektedir. Su sıcaklığının hem PCA hem CCA analizlerinde önemli olması

iklimsel değişkenlerin suyun ve bentik omurgasız faunasına etkisini gösteren en önemli gösterge olmuştur.

İklimsel değişkenlerin bir göstergesi olan yağış şiddeti çalışma dönemi boyunca 2' nin üzerine çıkmamıştır. Bu değerler bize çalışma süresince yağış şiddetinin hafif yağış sınıfında olduğunu göstermektedir (Anonim 1999b). En önemli iklimsel değişkenlerden biri olan yıllık yağış miktarının da çalışma dönemi boyunca diğer yıllara göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Yalova ilinde önceki yıllarda, metre kareye ortalama yıllık 742,5 kilogram yağış düşerken, bunun 2013 yılında 525,6 kilografa gerilediği belirtilmiş, 2013 yılında ülkemizin birçok bölgesinde yağışların, uzun yıllar ortalamaların altında kaldığından, Yalova' da bu yağış azlığından etkilendiği belirtilmiştir (Anonim 2014c).

Dere yatağında kuruma sonrası sadece Eylül ayında 1. istasyonda su gözlenmiş, diğer istasyonlarda su bulunamamıştır. Eylül ayında su kalite sınıfları metriklere göre IV. ve V. sınıf su kalitelerine düşmüştür. Bu ayda takson sayısı bir hayli azalmış, Insecta grubundan hiç takson bulunmamış, Oligochaeta ve Gastropoda takımı gibi toleranslı taksonlar bu ayda tespit edilmiştir. Batzer ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada kuraklık döneminde Insecta sınıfının etkilendiğini, ancak Collembola, Bivalvia, Isopoda, Annelida ve Gastropoda taksonlarının etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Bu bulgular Insecta sınıfının kuraklık dönemi sonrasında Yalakdere'de hemen artış gösterememesini kanıtlayan niteliktedir.

Akarsuları etkileyen olumsuz şartların ortadan kalkması ve akış koşullarının yeniden normale dönmesi ile bentik makro omurgasızlar sucul alanlarda yeniden kolonize olabilmeye özelliğine sahiptirler (Brittain ve Eikeland 1988, Hynes 1974). Kuraklık sonrasında zamanla takson sayılarında artış görülmesinin sebebi atmosferik sıcaklığın mevsim normallerine gelmesi ve akış koşullarının iyileşmesi olduğu düşünülmektedir.

Girgin (1994) doktora tezinde, çevrede bir baskı meydana geldiğinde, duyarlı türlerin ortadan kalkacağını, böylece komünite zenginliğinin azalması ile bazı türlerin baskın duruma geçebileceğini ve bu baskın taksonların bolluklarının diğer üyelerle karşılaştırıldığında fazla olmalarının beklendiğini söylemiştir. Yalakdere'de kış aylarında sıcaklıkların çok fazla düşmesiyle, düşük bir yüzde izleyen kompozisyon

değerleri Şubat ayında biraz yükselmiştir. Toleransı yüksek olan Diptera takımında Chironomidae ve Annelida'dan Oligochaeta grubu baskın organizma olmuş ve kuraklık sonrası genellikle yüzdeleri artmıştır. Bu taksonların CCA ordinasyon eğrisinde sonbahar sonrası kış aylarında baskın takson olarak görülmesi (bkz. Şekil 4.62) bu görüşü desteklemektedir.

Çalışma dönemi boyunca 1. ve 3. istasyonda çoğunlukla Chlorophyta Divizyonu'ndan iplikli *Cladophora* cinsi ve Rhodophyta divizyonundan iplikli *Lemanea* cinsi akarsu yatağında tespit edilmiştir. *Lemanea* alginin artışının Baetidae ve Chironomidae larvalarının sayısını arttırdığı düşünülmektedir. Chironomidae cinsleri detritik ve algal beslenme tipine sahip olduklarından yavaş akışlı ve detritus toplanmış taşlar arasında en yüksek rakamlarına ulaşırlar (Arnold ve Macan 1970). Bu aylardaki iplikli alg çoğalmasının Baetidae ve Chironomidae larvalarının artışını desteklediği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Çalışma döneminde Cyanobacteria'dan *Nostoc* kolonileri küçük toplar halinde çeşitli aylarda her istasyonda bulunmuştur. Ward ve ark. (1985) yaptıkları çalışmada; akarsularda bitki ve hayvanlar arasında alışılmadık bir mutualistik ilişki olduğunu, belkide bunun ortak evrim sebebiyle olduğunu söylemişler örnek olarak da, bu ilişkinin Chironomidae'lerin azot sabitleyen mavi-yeşil alglerden *Nostoc* arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Yalakdere'de *Nostoc* bulunan aylara baktığımızda Chironomidae taksonlarının fazlalığı dikkat çekmektedir.

Dördüncü istasyonda, kuraklık sonrası metre karedeki en düşük organizma sayısı Ekim ayından belirlenmiş, Kasım ayında tekrar yükselişe geçmiştir. Fakat Aralık ayında dere yatağına dökülen maloz atıkları metre karedeki organizma sayısını etkilemiş ve Eylül ayından sonra en düşük org/m<sup>2</sup> değeri kaydedilmiştir. 4. istasyonun yatağı değişmeden önce sıcaklık değerleri ilk üç istasyona göre yüksek tespit edilmiştir. Bunun sebebi eski 4. istasyonda suyun akış hızının çok yavaşlayıp, durgun su ekosistemine dönüşmesiyle açıklanabilir. Bu tip sularda sıcaklık değerleri fazla çıkmaktadır. İmamoğlu (2000), Dipsiz ve Çine çaylarında yaptığı çalışmada benzer istasyon tiplerinde sıcaklık artışı tespit etmiştir. CCA ordinasyon eğrisinde bentik omurgasız taksonlarıyla sıcaklık arasında anlamlı ilişki çıkması (bkz. Şekil 4.62.) bu durumu desteklemektedir.

Yalakdere’de metre karedeki organizma sayıları düşük olarak tespit edilen, Copepoda bireyleri, yazın hiç görülmezken, sonbaharda ve kışın yükselen DO değerleri artışlarına sebep olmuştur (bkz. Şekil 4.62.). Copepoda üyeleri çoğunlukla bentik faunada değerlendirilmemektedir. Meiobentik fauna elemanı olup, küçük boyutlu oldukları için bu tip çalışmalarda genellikle elek yada net göz açıklığının büyük olması nedeni ile gözden kaçmaktadırlar. Gerdon ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada Copepoda taksonlarının yüksek DO değerlerinde artış gösterdiğini, düşük DO değerlerinde (<5 mg/l) ise Copepoda üzerinde sınırlayıcı etken olduğunu tespit etmişlerdir. Osore ve ark. (2004), Copepod kompozisyonlarını bir sene izlemişler ve sonbahar mevsiminde taksonların pik yaptığını tespit etmişlerdir.

CCA ordinasyon grafiğinde Nematomorpha taksonları ordinasyonun sol köşesinde görülmüş, sıcaklıkla ters ilişki göstermiştir. Sıcaklıkların düşmesiyle kış mevsiminde artış göstermişler, Şubat ayı itibariyle havaların ısınmasıyla tekrar azalmışlardır. Bolek ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada Nematomorpha’dan Gordiidae taksonlarının anlamlı derecede düşük sıcaklıklarda ve donma sırasında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu bulguların Yalakdere’deki bulgularımızla örtüşmekte olduğu görülmektedir. Gordiidae aynı zamanda BMWP-Sp tolerans metriğinde temiz suların indikatör organizması olarak belirlenmiş ve yüksek skor değeriyle temsil edilmektedir. Parazitlerin çok kapsamlı bir konu olması, tayinlerinin zor olması ve farklı bir uzmanlık gerektirdiği için sistematik sınıfları belirlenememiştir.

Diptera takımından Empididae familyasından *Wiedemannia* cinsi sonbahar ve kış aylarında artış göstermiştir. Bu takson CCA ordinasyon grafiğinde sol üst kısımda görülmektedir (bkz. Şekil 4.63). Ivković ve ark. (2007), *Wiedemannia* cinsini etkileyen en önemli değişkenin sıcaklık olduğunu söylemişlerdir. Genellikle bazı türler yıllık ortalama sıcaklığı sabit ve düşük suları tercih ederlerken, diğer türleri yıllık ortalama sıcaklık değerleri daha yüksek olan suları tercih edebilirler (Ivković ve ark. 2007). Yalakdere’de bulunan *Wiedemannia* cinsinin düşük sıcaklık döneminde çoğalan bir takson olduğu görülmektedir.

Dipteradan Ceratopogonidae familyasına ait bireyler ordinasyon eğrisinde sağ alt bölgede sıcaklıkla ilişkili çıkmıştır (bkz. Şekil 4.63). Çalışmanın ilk üç aylık döneminde



daha fazla bulunan Ceratopogonidae bireyleri kuraklık sonrası sonbahar ve kış mevsiminde azalmıştır. Kheir'in (2010) yapmış olduğu çalışmada benzer bulgulara rastlanmış, Nisan döneminde pik yapan Ceratopogonidae bireyelerinin, kış mevsiminde azaldığını tespit etmiştir. Yalacdere'de Ceratopogonidae dağılımı benzer sonuçlar göstermiştir.

Yüzeysel suların su kalitesine ilişkin çalışmalarda biyoindikatörlerin kullanımı Kolenati (1848) ve Cohn (1853) ile yaklaşık 160 yıl kadar önce başlamıştır. Bu araştırmacılar kirlili ve temiz sularda farklı organizmaların yaşadığını görmüşlerdir. O dönemden beri makroomurgasızların kullanıldığı su kalitesini belirlemek için birçok metrik geliştirilmiştir. Saprobik sistem (Kolkwitz and Marsson 1902; 1908), TBI (Woodiwiss 1964), Chandler biyotik indeks (Chandler 1970), BMWP (Hellowell 1978), ASPT (Armitage ve ark. 1983), BMWP-Sp - ASPT-Sp (Tercedor ve Sánchez-Ortega 1988). Günümüze yaklaştıkça geliştirilen indekslerin sayısı artmaktadır. Ülkeler kendi havzalarına, jeolojik ve ekolojik koşullarına uygun Su Çerçeve Direktifiyle uyumlu indeksler geliştirmektedir (BMWP-ASPT Hırvatistan, Çek, Yunanistan, Polonya, İber yarımadası versiyonları vb.). Ülkemize özgü metriklerin geliştirilmesi gerektiğinden, bu çalışmanın yeni metriklerin geliştirilmesinde kaynak olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada bentik omurgasızlarla kullanılan; Tolerans Metrikleri, Takson Zenginliği Metrikleri, Kompozisyon Metrikleri, Dayanıklılık/Dayanıksızlık Metrikleri, Çeşitlilik Metrikleri ve Beslenme Metrikleri adı altında 6 ana başlıkta toplam 41 metrik değerlendirilmiş ve su kalite değerleri hakkında bilgi verilmiştir. Bentik omurgasızların kullanıldığı metriklerin bentik omurgasız komünite yapısını temsil edip etmediğini test etmek için DCA analizi uygulanmıştır. Pearson Product Moment analizine göre birçok metrik anlamlı çıkmış, büyük oranda 2. eksenle temsil edildikleri görülmüştür. Ancak birçok metriğin bentik makroomurgasız komünite yapısını temsil etmesine rağmen bunlardan 14 tanesi fiziko-kimyasal değişkenlerle en iyi tepkiyi vermiştir.

Tolerans metrikleri sonuçları Haziran-Ekim ayları arasındaki kuraklığın akarsu ekosistemini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Önceki yıllarda Yalacdere devamlı akışa sahip bir akarsu iken, 2013 yılında görülen Türkiye genelindeki kuraklık

Temmuz-Eylül ayları arasında dere yatağında suyun kurummasına sebep olmuştur. Bu nedenle Haziran ayına kadar su kalite değerleri genellikle I ve II. Sınıf iken Ekim ayından sonra III. ve IV. sınıfa düşmüştür.

Attrill ve ark. (1996) kuraklık sonrası birçok taksonun ortadan kaybolması ve takson yapısının değişmesini düşük BMWP metrik sonuçlarıyla ortaya koymuşlardır. Attrill ve ark.'nın (1996) sonuçlarıyla paralel olarak; Yalakdere'de kuraklık sonrası yapılan örnekleme sonucunda sadece BMWP değil diğer metriklerde de en az bir su kalite sınıfı basamağı düşüş tespit edilmiştir. BMWP, BMWP-Sp ile birlikte tolerans metrikleri içinde bentik omurgasızlarını en iyi temsil eden metrikler olmuş, DCA 2. ekseninde anlamlı çıkmıştır. (bkz. Çizelge 4.4.). RDA analizine göre ise tolerans metriklerinden fiziko-kimyasal değişikliklere en iyi tepkiyi BMWP-Sp ve IBE metrikleri vermiştir. Bu metrikler RDA ordinasyon grafiğinde sağ altta temsil edilmiş ve fiziko-kimyasal değişkenlerden, PO<sub>4</sub>-P ve AKM ile ilişkili oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç her akarsu için uygun metriklerin araştırılması gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

Takson zenginliği metrikleri sonuçlarına göre ilk üç istasyonda çalışmanın ilk üç aylık periyodunda takson sayısı 20 civarı bulunurken, kuraklık sonrası takson sayıları yarı yarıya düşmüştür. Kasım ayı itibarıyla artan taksonlar kış mevsiminde inişli çıkışlı bir grafik izlemiştir. Mart ayında yağışların artmasıyla ilk üç istasyondaki takson sayısının tekrar azaldığı görülmüştür. Bunun en önemli sebebi aşırı yağış ile birlikte bentik omurgasız taksonlarının sürüklenmesi olabilir. Dördüncü istasyonda takson sayıları Mart ayı haricinde 11'in üzerine çıkamamıştır. Toplam da 16 takson bulunan Diptera takımı takson zenginliği sonuçlarına göre aynı şekilde kuraklık sonrası değerlerin düştüğü gözlenmiştir. İlk üç istasyonda 10'u bulan diptera takson sayılarının 4. istasyonda 5'i geçemediği gözlenmiştir.

DCA analizine göre en iyi temsil edilen takson zenginliği metriği II. ekseninde belirlenen toplam takson metriği olmuştur (bkz. çizelge 4.4.). Yüksek takson zenginliği değerleri bize çoğunlukla temiz su koşullarının olduğunu göstermektedir. Bu durumda takson zenginliğine göre; en temiz su 1. ve 2. istasyon sonrasında 3. ve en kötü olarak 4. istasyonun olduğu görülmektedir. Toplam takson zenginliği metriği içinde Bentik omurgasız komünite yapısını en iyi temsil eden metrik toplam takson zenginliği metriği

olmakla birlikte fiziksel ve kimyasal değişkenlere iyi cevap verememiştir (bkz. Çizelge 4.5.). Bunun en önemli sebebi bu metriklerin çevresel değişkenlerden çok iklimsel etmenlerden etkilenmesinden kaynaklanabilir. Sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi sonucu sıcaklığın su kalitesinde etkisi olduğunu düşündürmektedir.

Takson zenginliği metriklerinden, EPTCBO çevresel değişkenlere tepki verdiği RDA ordinasyon grafiğinde görülmektedir (Şekil 4.64.). Altı takson zenginliğinin kullanıldığı bu metriğin anlamlı çıkmasının nedeni, birçok taksonun takson zenginliğinin bir arada değerlendirildiği bir metrik olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yalakdere bentik makro omurgasızlar faunasını en iyi temsil eden kompozisyon metriklerinden %EPT ve GOLD olmuştur (bkz. Çizelge 4.4.) Aynı zamanda bu iki metrik suyun fiziksel ve kimyasal değişkenlerine en iyi tepkiyi veren metrikler olmuştur (bkz. Çizelge 4.5.). GOLD indeksinin hesaplanmasında kullanılan taksonların genellikle çalışma boyunca kaydedilmesi bu metriğin daha anlamlı olmasını etkilemiş olabilir. %EPT’de Ephemeroptera taksonlarının fazla olması ile anlamlılık gösterdiği düşünülmektedir. Fiziksel ve kimyasal değişkenlere en iyi cevap veren üçüncü metriğin % EPH olması da bu durumu desteklemektedir. Pinto ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada Yalakdere’de temsil edilen kompozisyon metriklerine benzer sonuçlar bulmuşlardır. Dalkıran (2006) doktora tezinde tüm çalışma döneminde Plecoptera’nın nispi bolluk değerlerini düşük bulmuş, bu yüzden DCA analizinde %PLE’nin diğer kompozisyon metriklerine göre daha az anlamlı olduğunu söylemiştir. DCA analizine göre Yalakdere’de de %PLE değerleri %EPT ve GOLD’a göre daha düşük anlamlılık göstermiştir.

RDA ordinasyon grafiğine göre %DIP metriğinin DO değişimine tepki verdiği görülmüştür (bkz. Şekil 4.64.). Yalakdere’de çalışma döneminde genellikle yüksek olan DO değerleri yaz aylarında düşüş göstermiştir. Diptera taksonlarından olumsuz şartlara toleranslı olan taksonlar olmasına rağmen sudaki DO değişimlerinden etkilenen taksonlar da olması sebebiyle genel olarak Diptera taksonlarının sudaki DO değişimlerinden etkilendiği görülmektedir.

%CHI ile %OLI metriklerinin kuraklık sonrası stres koşullarından diğer taksonlara göre çok fazla etkilenmemesi nedeni ile bu metrikler çevresel değişkenlerin değişimini iyi göstermediği düşünülmektedir.

Yalacdere'de kullanılan grupların bir kısmı kuraklık sonrası ciddi bir azalışa geçtiği tespit edilmiştir. Özellikle hassas taksonlardan Plecoptera üyeleri yarı yarıya azalmıştır. % EPT de bu bulgulara paralel bir sonuç vermiştir. İlk üç aylık periyotta %53'leri bulan EPT taksonları Eylül ayı 1. istasyonda hiç gözlenmezken Ekim ayında 3. istasyonda %0,89'lara kadar düşmüştür. Plecoptera takımı taksonlarının en yüksek nispi bolluk değerlerine 1. istasyonda Haziran ayında ulaştığı tespit edilmiştir. Bu ayda 12,79 mg/l olarak ölçülmüş yüksek DO varlığında kendine uygun ortam bulmuş olan Plecoptera takımı; CCA ordinasyon grafiğinde sol üstte DO ile ilişkili bulunan yüksek indeks skorlu Taeniopterygidae taksonuyla temsil edilmiştir (bkz. Şekil 4.63.). Chandler skor sistemi tablosunda ilk sırada bulunan Taeniopterygidae taksonları temiz su indikatörü olarak kabul edilmektedirler (Chandler 1970).

Dayanıklılık/dayanıksızlık metriklerine göre; dayanıklı taksonlar Ephemeroptera takımı içinde Baetidae ve Caenidae, Trichoptera takımı içinde ise Hydropsycidae taksonlarıdır (Barbour ve ark. 1995, 1999, Pinto ve ark. 2004). Ephemeroptera içinde Caenidae familyasının yüzdesi çok düşük olmuş, (bkz. Şekil 4.47.) Baetidae ise bazı aylarda Ephemeroptera takımının tamamını oluşturmuştur (bkz. Şekil 4.46.). Dayanıklılık/dayanıksızlık metriklerinden %BA/EP, %HY/TR metriklerinin bentik omurgasız komünite yapısını temsil ettiği ancak sadece %HY/TR metriğinin fiziksel ve kimyasal değişkenlere anlamlı tepki verdiği tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.5.). Kalyonu ve Zeybek (2009), Ağlasun Dere'sinde yaptıkları çalışmada Ephemeroptera içinde en baskın taksonların Baetidae, Trichoptera takımı içinde ise Hydropsycidae olduğunu bulmuşlardır.

Çalışma boyunca çeşitlilik metriklerinden dört metrik kullanılmış, bu dört metriğin (SIMPS, SHANN, MARGA ve EVENN) de bentik omurgasız komünite yapısını temsil ettiği tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.4.). Çeşitlilik metriklerinden Margalef indeksi dışında diğer üç metrik fiziksel ve kimyasal değişkenlere anlamlı tepki vermiştir (bkz. Çizelge 4.5.). Çeşitlilik metriklerinden Shannon-Wiener sonuçlarına göre Yalacdere

orta derecede kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Çeşitlilik değeri 3'ün üzerinde olduğunda komünitede kararlılık ve denge vardır (Odette 1989). Washington (1984), çeşitlilik değeri ne kadar büyükse çeşitliliğin o kadar fazla olduğu ve ortamın sağlıklı olduğunu söylemektedir. Çalışma döneminde çeşitlilik değerleri 3'ün üzerinde gözlenmemiştir. Dügel (1995) Köyceğiz Gölü'ne dökülen akarsularda yaptığı çalışmada kışın düşük olan çeşitlilik değerlerinin Mart ayı itibariyle tekrar artış gösterdiğini tespit etmiştir. Yalakdere'de de benzer sonuçlar kaydedilmiştir (bkz. Şekil 4.48.- 4.51.).

Shannon-Wiener değerlerine göre; 1. ve 2. istasyon en iyi sonuçları vermiş, bu iki istasyonu 3. istasyon takip etmiş, en kötü ise 4. istasyon olarak belirlenmiştir. Komünite dengeside (Evenness), Shannon değerlerinin takson sayısına bölünmesiyle bulunmakta olduğu için komünite dengesi değerleri de Shannon değerlerine paralel bir sonuç ortaya çıkarmıştır. Evenness değerleri DCA'nın 1. ekseninde temsil edilmesi anlamlı ilişkinin olduğunu göstermektedir (bkz. Çizelge 4.4.). Fiziksel kimyasal değişkenlere de anlamlı tepki veren evenness çeşitlilik metriğinin sıcaklıkla ilişkili olduğu görülmektedir (Şekil 4.64.) Barquín ve Rusell (2011) yaptıkları çalışmada sıcaklıkların belli bir aralığa kadar artması bentik faunayı olumlu etkilediğini ve evenness değerlerinin pozitif korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Simpson çeşitlilik metriği, DCA ordinasyon eğrisinin 2. ekseninde en az temsil edilen çeşitlilik metriği olmuştur. Simpson çeşitlilik metriğinde değerler sıfıra yaklaştıkça çeşitlilik artar. Bu sonuçlara göre 4. istasyon en iyi durumda gözükmektedir. Ancak bu bulgu diğer çeşitlilik indeksi sonuçlarıyla ters düşmektedir. Simpson çeşitlilik indeksinde, çok sayıda türden oluşan ancak birey sayısının türler arasındaki dağılımının dengesiz olduğu bir komünite düşük D değerine sahip olurken, daha az türden oluşan ancak birey sayısının türler arasında daha dengeli olduğu bir komünite daha yüksek D değerine sahip olabilir (Jørgensen ve ark. 2005, Gökmen 2007). Yalakdere'de 4. istasyonda Simpson değerlerinin bu sebeple yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Çalışma dönemince en yüksek çeşitlilik değerleri ilk üç ayda tespit edilmiş, en yüksek Shannon-Wiener takson çeşitliliği değeri ise Haziran ayında 1. istasyonda kaydedilmiştir. Haziran ayında tüm istasyonlarda çeşitliliğin pik yapmasının sebebi, bentik omurgasız taksonlarının çoğalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İmamoğlu'nun (2000) yüksek lisans tezinde de Haziran ayında çeşitlilik değerleri en yüksek değere ulaşmış olması Yalacdere bulgularını desteklemektedir. Haziran ayından sonra Eylüle kadar kuraklık dönemine giren Yalacdere'de kuraklık sonrası sonbaharda karasal ortamdaki gelen besin miktarları arttığından çeşitlilik artış göstermiştir. Ancak kış döneminde sıcaklığın azalması çeşitliliği olumsuz etkilemiştir, takson sayısı azalış göstermiştir.

DCA analizine göre 1. ekseninde en iyi temsil edilen beslenme tipi SHRED tipi beslenme metriği olmuştur. SHRED'in beslenme metrik sonuçlarına göre, Eylül ayında çalışma boyunca kaydedilen en yüksek değer %20 ile belirlenmiştir. Bunun sebebi, parçalayıcı beslenme tipine sahip olan Planorbidae taksonunun çalışma süresince metre karedeki en yüksek değere ulaştığı ay olarak kaydedilmesidir. Aynı zamanda Planorbidae o ayda baskın organizma olarak belirlenmiş nispi bolluğu %55'lerde tespit edilmiştir. Kuraklık sonrası bu kadar artmasının bir sebebi de Gastropodların diğer gruplara göre daha toleranslı taksonlar olduğu için, ayrıca sonbahar başında istasyondaki düşen yaprak sayısının fazlalığında SHRED oranını artırmış olabilir. Ekim ayı itibariyle son derece düşmüştür. SHRED ve SCR kirliliğe duyarlı ve bozulmamış akarsularda bol miktarda bulunmaktadır (Dance ve Hynes 1980). Eylül ayı sonrası tüm istasyonlarda metrik değeri düşmüştür. Ama bu değerler incelendiğinde 1. istasyonun diğer istasyonlardan daha yüksek sonuçlar verdiği kaydedilmiştir. PA-FILT tipi metrikte DCA analizinde 1. ekseninde parçalayıcılardan sonra en iyi temsil edilen metrik olmuştur. PA-FILT'ı temsil eden en önemli grup ise Simulidae familyasıdır. PA-FILT gruplarını en az temsil eden istasyon 4. istasyon olarak bulunmuştur. Gra+Scr beslenme metrikleri DCA'nın 1. ve 2. eksenlerinde anlamlı çıkmıştır. Beslenme tiplerinden sadece Gra+Scr fiziksel ve kimyasal değişkenlere tepki veren metrik olarak bulunmuştur. Sıcaklığa karşı tepki verdikleri RDA ordınasyon grafiğinde Şekil 4.64'te gösterilmiş, kış mevsiminde yüzdelerinin azaldıkları tespit edilmiştir.

Toplayıcılar/kollektörler, yırtıcılar ve parazit tipi beslenme tipi metrikleri DCA eksenlerinde anlamlı çıkmamış, yani bentik omurgasız komünite yapısını iyi temsil etmediği görülmüştür. Ancak Yalacdere'deki toplayıcılar/kollektörler beslenme metriği sonuçlarının, her dönemde genellikle en yüksek yüzdelerde bulunan metrik olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi Oligochaeta, Chironomidae, Baetidae gibi kirliliğe

toleranslı taksonların GAT/COL tip beslenme grubunda olmasıdır. Bu üç taksonun kuraklık sonrası stres koşullarından diğer taksonlara göre çok fazla etkilenmemesi nedeni ile bu metrikler çevresel değişkenlerin değişimini iyi göstermiyor olabilir.

Nematomorpha şubelerine ait taksonlar, Annelidae'den Hirudinea takımına ait sülük bireyleri parazit olarak tespit edilmiştir. Beslenme tipi olarak parazitler, Yalakdere'de genellikle 4. istasyonda yüksek yüzdelerde bulunmuştur. Bu çalışmada Nematoda şubesi parazitik formlardan oluşmayıp suda serbest yaşayan taksonlardan oluşmaktadır. Meiobentik fauna elemanı olup, Copepoda gibi küçük bireyler oldukları için gözden kaçabilmektedirler.

Yırtıcılar aktif yiyecek aradıkları için sabit olmayan substratları ziyaret ettiklerinden yüksek akışa ve sürüklenmeye maruz kalma gibi etmenlere diğer gruplara göre daha yüksek riskle karşı karşıyadırlar (Tomanova ve ark. 2006). Genellikle 4. istasyonda metrik sonuçları yüksek çıkmıştır. En yüksek PREDA metrik değeri ise Haziran ayında 1. istasyonda kaydedilmiştir. Bunun sebebi ise bir başka predatör olan Hydrachnidia taksonunun en yüksek değeri olan 1578 org/m<sup>2</sup> olarak kaydedilmesidir. Genellikle Diptera larvaları, Ostracoda, Copepoda taksonlarıyla beslenirler. Hydrachnidia taksonları, CCA ordinasyon grafiğinde sağ alt kısımda bulunan sıcaklıkla ilişkili bulunmuştur (bkz. şekil 4.63.). Lotik su akar topluluklarının kompozisyonu başta sıcaklık, akım-hız etkilendikleri görülmektedir. Sabatino ve ark.'nın (2000) yaptığı çalışmada buldukları Hydrachnidia cinsleri düşük EC ve yüksek DO'da artış göstermiştir. Yalakdere'de de Haziran ayında bu bulguları destekleyen koşullar sonucu da Hydrachnidia taksonlarının artış gösterdiği düşünülmektedir. EC ve DO, CCA grafiğinde sıcaklık ile ters ilişki göstermiştir (bkz. Şekil 4.62.).

Bentik makroomurgasızları temsil eden metriklerin bir kısmı, fiziksel ve kimyasal değişkenlerle tepki vermiştir. Fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ve metriklerin kalite sınıflarına bakıldığında iklimsel değişikliğin en önemli etken olduğu yaz aylarındaki kuraklık sonrası etkilerle görülmektedir.

Su çerçeve direktifine göre yüzey sularının ekolojik durumunu belirlemek için biyolojik parametrelerin yanında fiziko-kimyasal parametreler ve suyun hidromorfolojik parametreleri de değerlendirilmektedir. Biyolojik kalite durumunu belirlemek için

Ekolojik Kalite Oranı (EKO) hesaplanır (Anonim 2000, Anonim 2012b). Ekolojik kalite oranını hesaplamak için referans istasyonun biyolojik parametreler kullanılarak belirlenmesi gerekmektedir. EKO izlenen değerin referans değere bölünmesiyle bulunur. EKO'nun hesaplanmasında en düşük biyolojik sınıflı unsur kullanılır. Yüzeysel suyun kalitesini bulmak için kimyasal ve hidromorfolojik unsurlarında en düşük sınıfları baz alınarak su kalitesine gidilmektedir. (Anonim 2000, Anonim 2012b). Hidromorfolojik su kalitesinin belirlenmesinde suyun tipi, miktarı, suyun kullanım maksatları gibi parametrelerce değerlendirilmektedir (Anonim 2012b). Hidromorfolojik unsurlar bizim çalışmamızda kullanılmamıştır.

Ancak çalışmada çeşitli metrikler kullanılarak (bkz. Çizelge 3.3.) diğer çalışmalara kaynak olması açısından kullanılabileceği gibi istatistiksel olarak hangi metriğin daha uygun olduğu hakkında bilgi vermiş olması açısından önemlidir. Morais ve ark. (2004) metriklerle çevresel değişkenlerin arasındaki ilişkiyi anlamak için Yalakdere'de kullandığımız istatistiksel yöntemleri kullanmışlardır. Morais ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada çıkan sonuçları Yalakdere verileriyle karşılaştırsak; Evenness, Shannon-Wiener, EPT ve GOLD metrikleri fosforla ilişkili, Yalakdere'de ise evenness sıcaklıkla, Shannon-Wiener AKM ile EPT ve GOLD metrikleri ise AKM ve PO<sub>4</sub>-P ile ilişkili olduğu görülmüştür. Farklı metriklerin farklı çevresel değişkenlerle anlamlı sonuç verdiği görülmektedir. Yöntem aynı olsa bile çalışmalardan elde edilen farklı sonuçlar bir sucül ekosistemde çok çeşitli çevresel değişkenlerin ve birden fazla metriğin kullanılması gerektiğini göstermektedir.

İkinci istasyondaki, kum ocağı tesisi, 3. istasyondaki evsel kaynaklı atık riski ve mermer işleme fabrikasının etkileri ciddi boyutlarda tespit edilmemiştir. 4. istasyonun ise İzmir-İstanbul otoyolu inşaatı bentik faunayı olumsuz etkilemiş, bu durum su kalitesini de olumsuz yönde değiştirmiştir. Çok önemli sınırlayıcı etkenler olan bu olumsuzluklar dere için potansiyel tehditlerdir ve ilgili kurumlarla dikkatle takip edilmeli, gerekli önlemler alınmalıdır. Hersek Lagünü yönetim planı çalışmasında önemli faaliyetlerden biri olan Hersek lagününe tatlısu taşınması için, Hersek Lagünü'nde biyolojik ve fiziko-kimyasal verileri değerlendirilmelidir.

Su çerçeve direktifine ve ülkemizde bu direktife uyum çerçevesinde çıkarılan yönetmeliklere göre su kalitesi ekolojik yaklaşımla belirlenmektedir. Bu yaklaşımda



bentik omurgasızların da içinde bulunduğu bazı organizma grupları ile biyolojik kalite belirlenmekte daha sonra kimyasal kalite, hidromorfolojik yapı gibi kalite unsurları da göz önüne alınarak yüzey suyu durumu belirlenmektedir. Bentik omurgasızlar dünya genelinde su kalitesinin belirlenmesinde iyi bir indikatör organizma grubu olarak kabul görmekte ve biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Su içi canlılarının suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanında diğer çevresel değişkenlerden (ör: iklim, hidro-morfolojik yapı) de etkilenmesi ve bu etkilerin biyolojik su kalitesi verilerine yansması su kalitesinin belirlenmesinde kimyasal değişkenlerden çok biyolojik verilerin kullanılmasının gerekliliğinin en önemli nedenidir. Bu çalışmada bentik omurgasız komünite yapısına dayanarak hesaplanan metriklerin Yalacdere'nin biyolojik su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmasının uygun olduğu ve bentik omurgasız komünite yapısının su kalitesi belirlenmesinde iyi bir indikatör organizma grubu olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Alba-Tercedor, J. 1983.** Ecología, Distribución y ciclos de desarrollo de Efemerópteros de Sierra Nevada. 1: Baetis Maurus Kimmins, 1983 (Ephemeroptera: Baetidae) Acras del I Congreso Español de Limnología, 2. 169- 182.
- Alba-Tercedor, J., Sánchez-Ortega, A. 1988.** Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de hellawell. *Limnética*, 4:51-56.
- Alvial, I., Tapia, D., Castro, M., Duran, B., Verdugo, C. 2012.** Analysis of benthic macroinvertebrates and biotic indices to evaluate water quality in rivers impacted by mining activities in northern Chile. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem*,. (407):01.
- Armitage, P.D., Moss,D., J.F. Wright, J.D., Furse, M.T. 1983.** The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17 (3): 333-347.
- Angradi, T. R. 1999.** Fine sediment and macroinvertebrate assemblages in Appalachian streams: a field experiment with biomonitoring applications. *Journal of the North American Benthological Society*, 49-66.
- Anonim, 1989.** İçme suyu ve kanalizasyon dairesi başkanlığı, su kalitesi gözlem ve denetim semineri. DSİ. 296s.
- Anonim, 1998.** Wef. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC: American Public Health Association, American Water Work Association, Water Environment federation, 252.
- Anonim, 1992.** Sakarya ve Seyhan havzalarında kirlenme durumlarının incelenmesi ve bu havzalarda kalite sınıflarının tespit projesi, *DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.
- Anonim, a. 1999.** Yalova sınırları içinde yer alan akarsular. Yalova Kent Müzesi, <http://www.yalovakentmuzesi.gov.tr/>. (14.12.2014)
- Anonim, b. 1999.** Meteorolojik hadiselerin şiddetlerine ait sınıflandırma. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr/site/yardim1.aspx?=HadSid>. (19.11.2014).
- Anonim, 2000.** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council Of 23 October 2000
- Anonim, 2002.** <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/>. AQEM Consortium. Manual for the Application of the AQEM System. A Comprehensive Method to Assess European Streams Using Benthic Macroinvertebrates, Developed for the Purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002, 202p. (16.11.2014).

**Anonim, 2005.** [http://www.ab.gov.tr/files/Muktesebat\\_Uyum\\_Programi/27\\_Cevre.pdf](http://www.ab.gov.tr/files/Muktesebat_Uyum_Programi/27_Cevre.pdf)  
Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (11.12.2014)

**Anonim, a. 2012.** Hersek lagünü sulakalan biyolojik çeşitlilik araştırması, Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Yalova

**Anonim, b. 2012.** Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği, 28483 sayılı Resmi Gazete. Ankara

**Anonim, c. 2012.** Water quality - Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters. (ISO 10870:2012).

**Anonim, d. 2012.** Limestone pH adjustment systems.  
<http://www.phadjustment.com/TArticles/Limestone.html>. (20.11.2014).

**Anonim, 2013.** Hersek Gölü Yönetim Planı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. Yalova

**Anonim, a. 2014.** Aylık atmosferik sıcaklık verileri ve yağış şiddeti değerleri.  
<http://www.accuweather.com/tr/tr/turkey-weather>. (19.11.2014).

**Anonim, b. 2014.** 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, c. 2014.** Yalova son yılların en kurak günlerini geçiriyor.  
<http://www.sabah.com.tr/marmara/2014/02/27/yalova-son-yilların-en-kurak-gunlerini-geciriyor>. (14.12.2014).

**Arnold, F., Macan, T,T. 1970.** Studies of the fauna of a shropshire hill stream (field studies) *Headley Brothers Ltd.* Büyük Britanya. 159-183.

**Attrill, M. J., Rundle, S. D., Thomas, R. M. 1996.** The influence of drought-induced low freshwater flow on an upper-estuarine macroinvertebrate community. *Water Research*, 30(2): 261-268.

**Balık, S., Ustaoglu, M. R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A., İlhan, A. 2006.** Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk-İzmir) aşağı havzasındaki kirliliğin makro bentik omurgasızlar kullanılarak saptanması. *EÜ Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2): 61-65.

**Barbour, M.T., Plafkin, J.L., Bradley, B.P., Graves, C.G., Wisseman, R.W. 1992.** Evaluation of EPA's rapid bioassessment benthic metrics: metric redundancy and variability among reference stream sites. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11(4):437-449.

**Barbour, M.T., Stribling, J.B. 1994.** A technique for assessing stream habitat structure. Pages 156-178 in Conference proceedings, Riparian ecosystems in the Humid

U.S.: Functions, Values and Management. National Association of Conservation Districts, Washington, D.C. March 15-18, 1993 Atlanta, Georgia.

**Barbour, M.T., Stribling, J.B., Karr, J.R. 1995.** Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological conditioning. W.S. Davis and T.P. Simon (editor). *Biological Assessment and Criteria. Tools for Water Resource Planning and Decision Making.* Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. p.63-77.

**Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B. 1999.** Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, second edition. EPA 841-b-99-002. *U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.*

**Barceló, D., Petrovic, M. 2006.** New concepts in chemical and biological monitoring of priority and emerging pollutants in water. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 385(6): 983-984.

**Bargu, S., Sakinc, M. 1989.** İznik Körfezi-İznik Gölü arasında kalan bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri. *İst Üniv Müh Fak Yerbilimleri Dergisi*, 6: 45-76.

**Barquin, J., Russell, G. 2011.** Downstream changes in spring-fed stream invertebrate communities: the effect of increased temperature range? *Journal of Limnology*, 70(1s): 134-146.

**Batzer, D. P., Rader, R. B., Wissinger, S. A. 1999.** Invertebrates in freshwater wetlands of North America: ecology and management John Wiley & Sons, United States of America. 519.

**Bieger, L., Carvalho, A., Strieder, M., Maltchik, L., Stenert, C. 2010.** Are the streams of the Sinos River basin of good water quality. Aquatic macroinvertebrates may answer the question. *Brazilian Journal of Biology*, 70(4): 1207-1215.

**Bolek, M. G., Rogers, E., Szymgiel, C., Shannon, R. P., Doerfert-Schrader, W. E., Schmidt-Rhaesa, A., Hanelt, B. 2013.** Survival of larval and cyst stages of gordiids (Nematomorpha) after exposure to freezing. *The Journal of parasitology*, 99(3): 397-402.

**Bonada, N.; Rieradevall, M., Prat, N., Resh, V.H. 2006.** Benthic macroinvertebrate assemblages and macrohabitat connectivity in Mediterranean-climate streams of northern California. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(1): 32-43.

**Brittain, J. E., Eikelan, T. J., 1988.** Invertebrate drift - review. *Hydrobiologia*, 166: 77-93.

**Buffagni, A., Erba, S., Cazzola, M., Kemp, J. L. 2004.** The AQEM multimetric system for the southern Italian Apennines: assessing the impact of water quality and

habitat degradation on pool macroinvertebrates in Mediterranean rivers Integrated Assessment of Running Waters in Europe (pp. 313-329): Springer.

**Buss, D. F., Borges, E. L. 2008.** Application of rapid bioassessment protocols (RBP) for benthic macroinvertebrates in Brazil: comparison between sampling techniques and mesh sizes. *Neotropical Entomology*, 37(3): 288-295.

**Capítulo, A. R., Tangorra, M., Ocón, C. 2001.** Use of benthic macroinvertebrates to assess the biological status of Pampean streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35(2): 109-119.

**Chandler, J.R. 1970.** A Biological Approach to Water Quality Management. *Wat. Poll. Control.*, 69: 415-422.

**Clenaghan, Giller, O'Halloran, Hernan. 1998.** Stream macroinvertebrate communities in a conifer-afforested catchment in Ireland: relationships to physico-chemical and biotic factors. *Freshwater Biology*, 40(1): 175-193.

**Cox, P., Efthymiou, P. 2003.** Directive 2003/11/EC of the European parliament and of the council of February 6 2003 amending for the 24th time Council Directive 76/669/EEC relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations (pentabromodiphenyl ether, octabromodiphenyl ether). *Off. J. Eur. Union*, 42, 45-46.

**Clews, E., Low, E.W., Belle, C. C., Todd, P. A., Eikaas, H. S., Ng, P. K. 2014.** A pilot macroinvertebrate index of the water quality of Singapore's reservoirs. *Ecological Indicators*, 38: 90-103.

**Cohn, F. 1853.** Über lebende organismen im Trinkwasser. *Z. klin. Med.*, 4:229-237.

**Czerniawska-Kusza, I. 2005.** Comparing modified biological monitoring working party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assessment. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 35(3): 169-176.

**Dance, K.W., Hynes, H.B.N., 1980:** Some effects of agriculture land use on stream insect communities. *Environmental Pollution* 22A: 19–28.

**Dalkılıç, Y., Harmancıoğlu, N. 2008.** Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinin Türkiye’de Uygulama Olanakları TMMOB, 2. *Su politikaları Kongresi*, 415.

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

**De Pauw, N., G. Vanhooren. 1983.** Method for biological quality assessment of water courses in Belgium. *Hydrobiologia*, 100: 153-168.

**DeShon, J.E. 1995.** Development and application of the invertebrate community index (ici). biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making. *Lewis Publishers*, 217-243.

**Duran, M. 2006.** Monitoring water quality using benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters of Behzat Stream in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(5): 709.

**Duran, M., Akyıldız, G. K., Özdemir, A. 2007.** Gökpınar Çayı'nın büyük omurgasız faunası ve su kalitesinin değerlendirilmesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5-8: 577-583 ,

**Duran, M., Suiçmez, M. 2007.** Utilization of both benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters for evaluating water quality of the stream Cekerek(Tokat, Turkey). *Journal of Environmental Biology*, 28(2): 231-236.

**Dügel, M. 1995.** Köyceğiz gölüne dökülen akarsuların su kalitesinin fiziko-kimyasal ve biyolojik parametrelerle belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, H.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

**Edington, J.M., A.G. Hildrew. 1981.** A key to the caseless caddis larvae of the british isles, with notes on their ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* 43: 92.

**Ekingen, P., Kazancı, N. 2012.** Benthic macroinvertebrate fauna of the Aksu Stream (Giresun, Turkey) and habitat quality assessment based on European Union Water Framework Directive criteria. *Review of Hydrobiology*, 5(1): 35-55.

**Ferreira, W., Paiva, L., Callisto, M. 2011.** Development of a benthic multimetric index for biomonitoring of a neotropical watershed. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1): 15-25.

**Fore, L. S., Karr, J. R., Wisseman, R. W., 1996.** 'Assessing invertebrate responses to human activities: Evaluating alternative approaches', *J. N. Am. Benthol. Soc.* 15: 212–231.

**Gerdon, A.; Groesbeck, A., Johnson, B., Langhaur, K., O'Neil, B., Ostdahl, M.** Can Copepods Cope in Oxygen - Depleted Waters of Hood Canal?. University of Washington.<http://courses.washington.edu/pugetoce/misc/can%20copepods%20cope%20with%20oxygen%20depletion.pdf>. (13.12.2014).

**Ghetti, P.F. 1986.** Manuale di Applicazione- I macroinvertebrati Nell' Analisi di Qualita Dei Corsi D' Aqua.- *Provincia Autonoma di Trento*, 105 pp.

**Ghetti, PF. 1997.** Manuale di applicazione Indice Biotico Estesio (I.B.E.). Trento: Provincia Autonoma di Trento. 222 p.

**Girgin, S. 1994.** Ankara Çay'ı ve kollarındaki bentik makroinvertebratların bolluk, dominans, benzerlik ve çeşitlilik açısından kimyasal ve fiziksel parametrelerle birlikte incelenmesi. *Doktora Tezi*, G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Girgin, S., Kazancı, N. 1997.** Kirmir Çayı'nın su kalitesi üzerine bir araştırma. İstanbul Su ve Çevre Sempozyumu, İstanbul. 339-346

**Girgin, S. 2010.** Evaluation of the benthic macroinvertebrate distribution in a stream environment during summer using biotic index. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7(1): 11-16.

**Girgin, S., Kazancı, N. 2010.** Biomonitoring of an urban stream (Ova Stream, Ankara, Turkey) using the Belgian Biotic Index. *Review of Hydrobiology*. 3(1): 73-87.

**Gledhill, T., D.W. Sutcliffe And W.D. Williams. 1976.** A revised key to the British species of Crustacea: Malacostraca, occurring in freshwater, with notes on their ecology and distribution. *Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 32*, Cumbria. 71p.

**Gonzalez, J. H. , Everaert, G. , Benedetti, L., Goethals, P. 2012.** International congress on environmental modelling and software: Managing resources of a limited planet : pathways and visions under uncertainty, sixth biennial meeting, Leipzig, Germany. p.3134-3142

**Gökmen, S. 2007.** Genel Ekoloji. *Nobel Yayınevi Yayın*, 1160, 475 s. Ankara.

**Hassall, C., Thompson, D. J., Harvey, I. F. 2010.** The impact of climate-induced distributional changes on the validity of biological water quality metrics. *Environmental monitoring and assessment*, 160(1-4): 451-456.

**Hawkes, A.H. 1998.** Origin and development of the biological monitoring working party score system. *Water Research*, 32(3): 964-968.

**Hellawell, J.M. 1978.** Biological surveillance of rivers. *Water Research Center*, Stevenage, England, 322 p.

**Hilsenhoff, W.L. 1987.** An improved biotic index of organic stream pollution. *Great Lakes Entomol.* 20:31-39.

**Holguin Gonzalez, J., Everaert, G., Benedetti, L., Goethals, P. 2012.** Integrated ecological modelling for decision support in the integrated urban water system modelling of the Drava river (Varazdin, Croatia). Paper presented at the 6th Biennial meeting of the International Environmental Modelling and Software Society : Managing resources of a limited planet: pathways and visions under uncertainty.

**Hope, A. C. A., 1968,** 'A simplified Monte Carlo significance test procedure', *J. R. Stat. Soc. B.* 30: 582-598.

- Hynes, H.B.N., 1974.** The biology of polluted waters. *Liverpool University Press*. 201.
- Hynes, H.B.N. 1977.** A key to the adults and nymphs of the British stoneflies (Plecoptera), with notes on their ecology and distribution. *Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 17*, Third Edition, Cumbria. 95p.
- Iliopoulou-Georgudaki, J., Kantzaris, V., Katharios, P., Kaspiris, P., Georgiadis, T., Montesantou, B. 2003.** An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*, 2(4): 345-360.
- Imamoğlu, Ö. 2000.** Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın su kalitesinin fiziko-kimyasal ve biyolojik (bentik makroinvertebrate) yönden incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, M.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.
- Ivković, M., Kep, İ., Kin, R.M., Mihaljevi, Z., Horvat, B. 2007.** Assemblage composition and ecological features of aquatic dance flies (Diptera, Empididae) in the Cetina River system, Croatia. *Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie*, 170(3): 223-232.
- Jørgensen, S., Xu, F.-L., Salas, F., Marques, J. 2005.** Application of indicators for the assessment of ecosystem health. *Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 5-66.
- Kaller, M. D., Hartman, K. J., Angradi, T. R. 2001.** Experimental determination of benthic macroinvertebrate metric sensitivity to fine sediment in Appalachian streams. Paper presented at the Proc Annu Conf SEAFWA.
- Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Zeybek, M. 2008** Aksu Çayı'nın su kalitesi ve fizikokimyasal parametrelerin makroomurgasız çeşitliliği üzerine etkisi. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 20(1): 23-33.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö. O. 2009.** Aksu Çayı'nın su kalitesinin biyotik indekslere (diatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. *Tübbav Bilim Dergisi*, 2(1), 14-25.
- Kalyoncu, H., Zeybek, M. 2009.** Ağlasun ve Isparta Dereleri'nin bentik faunası ve su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve belçika biyotik indeksine göre belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(3): 41-48.
- Kalyoncu, H., Melek, Z. 2011.** An application of different biotic and diversity indices for assessing water quality: A case study in the Rivers Çukurca and Isparta (Turkey). *African Journal of Agricultural Research*, 6(1): 19-27.
- Karacaoğlu, D. 2006.** Emet Çayı'nın epipelik diatomeleri ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması. *Doktora Tezi*, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Bursa.



**Kazancı N., Girgin, S. 1996.** Monitoring and evaluation of ecological situation of Ankara Stream , *Internationale Fachtagung Fluss und Landschaft, Ökologische Entwicklungskonzepte*, Abstract Book p:119, Würzburg , Germany.

**Kazancı, N., Dügel, M. 2010.** Determination of influence of heavy metals on structure of benthic macroinvertebrate assemblages in low order Mediterranean streams by using canonical correspondence analysis. *Review of Hydrobiology*, 3(1): 13-26.

**Kazancı, N., Türkmen, G. 2010.** Assessment of water quality of Kelkit Stream (Turkey) with application of various macro invertebrate-based metrics. *Proceeding of Balwois*.

**Kazancı, N., İzbrak, A., Çağlar, S., Gökçe, D. 1992.** Köyceğiz Dalyan özel çevre koruma bölgesi sucul ekosisteminin hidrobiyolojik yönden incelenmesi. Özyurt Matbaası, Ankara.

**Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D. 1997.** Akarsuların çevre kalitesi yönünden değerlendirilmesinde ve izlenmesinde biyotik indeks yöntemi. *İmaj Yayıncılık*. Ankara. 100.

**Kazancı, N., Türkmen, G., Ertunç, Ö., Gültutan, Y., Ekingen, P., Öz, B. 2008.** Kelkit Çayı'nın su kalitesinin bentik makroomurgasızlar ve fizikokimyasal değişkenler kullanılarak değerlendirilmesi. *Review of Hydrobiology*, 1(2): 145-160.

**Kazancı, N., Türkmen, G., Ekingen, P., Başören, Ö. 2013.** Preparation of a biotic index (Yeşilirmak-BMWP) for water quality monitoring of Yeşilirmak River (Turkey) by using benthic macroinvertebrates. *Review of Hydrobiology*, 6: 1-29.

**Kerans, B.L., Karr, J.R. 1994.** A benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley. *Ecological Applications*, 4:768-785.

**Kerovec, M., Mihaljevic, Z. 2010.** Comparison of two biological methods for assessment of river water quality based on macrozoobenthos. *Ribarstvo*, 68(1):11-18.

**Kheir, S. M. 2010.** Seasonal activity of *Culicoides bahrainensis* (Diptera: Ceratopogonidae) in Saud Arabia. *Journal of King Saud University-Science*. 22(3):167-172.

**Klemm, D.V., Lazorchak, J.M., Peck D.V.. 2000.** Benthic macroinvertebrates. in: environmental monitoring and assessment program-surface waters: field operations and methods for measuring the ecological condition of non-wadeable rivers and streams Eds: Lazorchak, J. M., B. H. Hill, D. K. Averill, D. V. Peck, ve D. J. Klemm, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati.

**Kolenati, F.A. 1848.** Über nutzen and schaden der Trichopteren. *Stettiner Entomol*, Ztg.9.

- Kolkwitz, R., Marsson, M. 1902.** Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wasser nach seiner flora und fauna. Mitt. Prüfungsanst. *Wasserversorg. Abwasserreinigung*, 1:33-72.
- Kolkwitz, R., Marsson, M. 1908.** Ökologie der pflanzlichen saprobien. *Ber. Dt. Bot. Ges.* 26a: 505-519.
- Langford, T., Shaw, P., Ferguson, A., Howard, S. 2009.** Long-term recovery of macroinvertebrate biota in grossly polluted streams: re-colonisation as a constraint to ecological quality. *Ecological Indicators*, 9(6), 1064-1077.
- Lenat, D., ve Penrose, D. 1996.** History of the EPT taxa richness metric. *Bulletin of the North American Benthological Society*, 13(2): 305-306.
- Lehmkuhl, D.M. 1979.** How to know the aquatic insects. *Wm. C. Brown Company Publishers*, Dubuque, Iowa. p488.
- Lewin, I., Jusik, S., Szoszkiewicz, K., Czerniawska-Kusza, I., Ławniczak, A. E. 2014.** Application of the new multimetric MMI\_PL index for biological water quality assessment in reference and human-impacted streams (Poland, the Slovak Republic). *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 49, 42-51.
- Lorenz, A., Hering, D., Feld, C. K., Rolauffs, P. 2004:** A new method for assessing the impact of hydromorphological degradation on the macroinvertebrate fauna in five German stream types. *Hydrobiologia* 516: 107-127.
- Lorion, C. M. 2014.** Application of the BMWP-Costa Rica biotic index in aquatic biomonitoring: sensitivity to collection method and sampling intensity. *Revista de Biología Tropical*, 62: 275-289.
- Macan, T.T. 1959.** A guide to freshwater invertebrate animals. Longman, England. 118p.
- Mahazar, A., Shuhaimi-Othman, M., Kutty, A. A., ve Desa, M. N. M. 2013.** Monitoring urban river water quality using macroinvertebrate and physico-chemical parameters: case study of Penchala River, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 13(5).
- Mancini, L., Formichetti, P., Morgana, J., Tancioni, L., D'Angelo, A., Danieli, P., Andreani, P. 2004.** Analysis of macrobenthic communities in the river basins of Central Italy. *Limnetica*, 23(3): 199-208.
- Margalef R.,1958.** Information theory in ecology, *Gen. Syst.*, 3, 36-71
- Mason, C.F. 1983.** Biology of freshwater pollution. *Longman Group Limited*, England. 250 p.

- Mebane, C. A. 2001.** Testing bioassessment metrics: macroinvertebrate, sculpin, and salmonid responses to stream habitat, sediment, and metals. *Environmental monitoring and assessment*, 67(3): 293-322.
- Moog, O. 1995.** Fauna Aquatica Austriaca – a comprehensive species inventory of Austrian aquatic organisms with ecological data. First edition, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Morais, M., Pinto, P., Guilherme, P., Rosado, J., Antunes, I. 2004.** Assessment of temporary streams: the robustness of metric and multimetric indices under different hydrological conditions. *Integrated Assessment of Running Waters in Europe* (pp. 229-249): Springer.
- Mugnai, R., Buss, D. F., Oliveira, R. B., Sanfins, C., Carvalho, A. d. L., Baptista, D. F. 2011.** Application of the biotic index IBE-IOC for water quality assessment in wadeable streams in south-east Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(1): 74-85.
- Mustow, S.E. 2002.** Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. *Hydrobiologia*. 479: 191 – 229.
- Narangarvuu, D., Hsu, C.B., Shieh, S.H., Wu, F.C., Yang, P.S. 2014.** Macroinvertebrate assemblage patterns as indicators of water quality in the Xindian watershed, Taiwan. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(3):505-513.
- Odette, A. 1989.** Contribution to the knowledge of the macroinvertebrate communities of Tejo River (Portugal). Instituto de Zoologia, Faculdade de Ciencias do Porto No. 211.
- Osore, M., Fiers, F., Daro, M. 2004.** Copepod composition, abundance and diversity in Makupa Creek, Mombasa, Kenya. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 2(1): 65-73.
- Özkan, N., Moubayed-Breil, J., Camur-Elipek, B. 2010.** Ecological analysis of Chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in Ergene River Basin (Turkish Thrace). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(1): 93-99.
- Pinto, P., Rosado, J., Morais, M., Antunes, I. 2004.** Assessment Methodology for Southern Siliceous Basins in Portugal. *Hydrobiologia*, 516: 191-214.
- Plenković-Moraj, A., Gligora Udovič, M., Kralj Borojević, K., Žutinić, P. 2013.** Application of benthic diatoms in water quality assessment according to the EU-WFD in karstic creeks of Croatia and Hungary. 4th Croatian Botanical Symposium with international participation, September 27 – 29, 2013, Split, Croatia
- Quigley, M. 1977.** Invertebrates of streams and rivers, a key to identification. Edward Arnold Publishers, Third Edition, London. 84 p.

**RaĀa, B., Puljas, S. 2010.** Do karst rivers “deserve” their own biotic index? A ten years study on macrozoobenthos in Croatia. *International Journal of Speleology*, 39(2): 137-147.

**Sandin, L., Johnson, R. 2000.**The statistical power of selected indicator metrics using macroinvertebrates for assessing acidification and eutrophication of running waters. *Hydrobiologia*, 422-423(0): 233-243.

**Schmedtje, U., M. Colling. 1996.** Ökologische typisierung der aquatischen makrofauna. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 4:96.

**Shannon, C.E., Weaver, W. 1949.** The Mathematical Theory of Comunication. The University of Illinois Press, Urbana, IL.

**Semenchenko, V., Rybianets, N. 2006.** The state and water quality of small rivers in Belarus: the case study of the Dnieper river basin. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 6(1–4):61-67.

**Serpa, D., Keizer, J. J., Cassidy, J., Cuco, A., Silva, V., Gonçaves, F., Abrantes, N. 2014.** Assessment of river water quality using an integrated physicochemical, biological and ecotoxicological approach. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 16(6): 1434-1444.

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

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

**Şahin, Y. 1984.** Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri akarsu ve göllerindeki Chironomidae (Diptera) larvalarının teşhisi ve dağılışları. *Anadolu Üniversitesi Yayınları* 57: 141 s.

**Şentürk, E. 2003.** Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa çaylarının su kalitesinin belirlenmesi. yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi, Bursa, 123s.

**Ter Braak CJF, Šmilauer, P. 2002.** CANOCO software for canonical community ordination (Version 4.5). Biometris, Wageningen and Ceske Budejovice.

**Testi, A., Bisceglie, S., Guidotti, S., Fanelli, G. 2007.** Detecting river environmental quality through plant and macroinvertebrate bioindicators in the Aniene River (Central Italy). *Aquatic Ecology*, 43(2): 477-486.

**Torunoğlu, T., Erbil, A., Göllü, S., Şentürk, E., Öner, H. 1989.** Uluabat gölü ve havzası. *Su kalitesi gözlem ve denetimi semineri*. T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü İçmesuyu ve Kanalizasyob Dairesi Başkanlığı. s.301-387.

**Türkmen, G., Kazancı, N. 2008.** Bolu ilindeki bazı akarsuların referans istasyonlarının saprobik indeks kullanılarak su kalitelerinin değerlendirilmesi. *Rev. Hydrobio*, 1(2): 93-118.

**Türkmen, G., Kazancı, N. 2010.** Applications of various biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a national park in Turkey. *Rev. Hydrobiol*, 32: 111-125.

**Uzun, M. 2014.** Hersek Deltasında (Yalova) Kıyı Çizgisi-Kıyı Alanı Değişimleri ve Etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19(32) : 27-48.

**Ward, A. K., Clifford N. 1985.** Nostoc (Cyanophyta) productivity in oregon stream ecosystems: invertebrate influences and differences between morphological types. *Journal of Phycology*. 21(2): 223–227,

**Washington, H.G. 1984.** Diversity, biotic and similarity indices: A Review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*. 18: 653-694.

**Webb J.M. Mccafferty, W.P. 2008.** Heptageniidae of the world. Part II: Key to the genera. *Canadian Journal of Arthropod Identification* No.7.

**Weigel, B. M., Henne, L. J., Martínez-Rivera, L. M. 2002.** Macroinvertebrate-based index of biotic integrity for protection of streams in west-central Mexico. *Journal of the North American Benthological Society*, 21(4): 686-700.

**Woodiwiss, F.S. 1964.** The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemy. Indust.*, 11: 443-447.

**Yuan, L. L., Norton, S. B. 2003.** Comparing responses of macroinvertebrate metrics to increasing stress. *Journal of the North American Benthological Society*, 22(2), 308-322.

**Zeybek, M., Kalyoncu, H. 2012.** Köprüçay Nehri'nde biyotik indeksler ile çeşitlilik indekslerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 16(2):146-153

**Zeybek, M., Kalyoncu, H., Karakaş, B., Özgül, S. 2014.** The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality (according to macroinvertebrates) in Değirmendere Stream 2 (Isparta, Turkey) 3. *Turkish Journal of Zoology*, 38.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Enis AKAY

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 12.05.1987

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Beşiktaş Anadolu Lisesi (2001-2004)

Lisans: Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü (2006-2012)

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2012 - )

İletişim (e-posta) : akay.enis@gmail.com

**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.

**Dinç, O., Akay, E., Koru, H., Okyay, C. 2012.** Uludağ alpin bölgede bulunan bir kaynak suyunda limnolojik bir araştırma. V.Ulusal Limnoloji Sempozyumu. 27-29 Ağustos 2012. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta.