

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUDURNU NEHRİ'NDE SU KALİTESİNİN BENTİK  
MAKROİNVERTEBRATLAR İLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Esra ÖZKAN**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurtaç ÖZ**

**Nisan 2017**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


MUDURNU NEHRİ'NDE SU KALİTESİNİN BENTİK  
MAKROİNVERTEBRATLAR İLE BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ


Esra ÖZKAN

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 06.04.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

  
Doç. Dr.  
Nurtaç ÖZ  
Jüri Başkanı

  
Doç. Dr.  
Bayram TOPAL  
Üye

  
Yrd. Doç. Dr.  
Şinan Mehmet TURP  
Üye

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Esra Özkan

22.02.2017

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nurtaç ÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın hocam Doç. Dr. Bayram TOPAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sırasında yardımları için Çevre Mühendisi Seda AY'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zor şartlarda yanımda olan annem Seher ÖZKAN, babam Zahit ÖZKAN ve tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

|   |     |
|---|-----|
| TEŞEKKÜR.....                               | i   |
| İÇİNDEKİLER .....                           | ii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....       | v   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                      | vii |
| TABLolar LİSTESİ.....                       | ix  |
| ÖZET.....                                   | xiv |
| SUMMARY .....                               | xv  |
| BÖLÜM 1.                                    |     |
| GİRİŞ .....                                 | 1   |
| BÖLÜM 2.                                    |     |
| LİTERATÜR TARAMASI.....                     | 9   |
| BÖLÜM 3.                                    |     |
| ÇALIŞMA ALANI .....                         | 17  |
| 3.1. Akyazı İlçesinin Tarihi.....           | 17  |
| 3.2. Akyazı İlçesinin Coğrafi Yapısı .....  | 17  |
| 3.3. Akyazı İlçesinin Ekonomik Yapısı ..... | 19  |
| 3.4. Ballıkaya Barajı.....                  | 20  |
| 3.5. Mudurnu Nehri.....                     | 20  |
| BÖLÜM 4.                                    |     |
| BENTİK MAKROİNVERTEBRATLAR .....            | 22  |
| 4.1. Bentik Makroinvertebratlar .....       | 22  |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2. Bentik Makroinvertebratların Farklı Stres Koşullarındaki Duyarlılıkları.....                | 23        |
| 4.3. Makroinvertebrat Örnekleme ve Saklama Yöntemi.....  | 24        |
| 4.4. Biyolojik İndeksler .....   | 28        |
| 4.4.1. Saprobi indeksi .....   | 28        |
| 4.4.2. Trend biyotik indeksi .....   | 31        |
| 4.4.3. Belçika biyotik indeks (BBİ).....   | 33        |
| 4.4.4. Biyolojik izleme çalışma grubu biyotik indeksi (BMWP).....                                | 34        |
| 4.4.5. Her taksonun ortalama değeri (Average Score Per Taxon=ASPT) .....                         | 36        |
| 4.4.6. Shannon indeksi .....   | 36        |
| 4.4.7. Chandler biyotik skor indeksi .....   | 37        |
| <br>   |           |
| <b>BÖLÜM 5.</b>  |           |
| <b>MATERYAL METOD .....</b>  | <b>40</b> |
| 5.1. Materyal .....  | 40        |
| 5.2. Metod .....   | 45        |
| <br>   |           |
| <b>BÖLÜM 6.</b>  |           |
| <b>BULGULAR.....</b>   | <b>46</b> |
| 6.1. Teşhis Edilen Familyalar ve Türler .....  | 46        |
| 6.2. Mayıs Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri .....  | 50        |
| 6.3. Haziran Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri.....                                       | 51        |
| 6.4. Temmuz Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri .....                                       | 52        |
| 6.5. Ağustos Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri .....                                      | 54        |
| 6.6. Eylül Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri.....   | 55        |
| 6.7. Ekim Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri.....  | 56        |
| 6.8. İndekslerin Noktalara Göre Değerlendirilmesi .....  | 58        |
| 6.9. İndeks Değerleri Kalite Sınıfları .....   | 83        |
| 6.10. Model Çalışması.....   | 88        |
| 6.10.1. Kimyasal parametrelerin değişimine göre biyolojik parametrelerdeki değişimin testi ..... | 89        |

BÖLÜM 7.

TARTIŞMA VE SONUÇ ..... 131

KAYNAKLAR ..... 138

ÖZGEÇMİŞ ..... 141



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| A.Ş.                            | : Anonim şirketi                                       |
| AKM                             | : Askıda katı madde                                    |
| ASPT                            | : Average Score per Taxon                              |
| BBI                             | : Belgian biotic İndex                                 |
| BM                              | : Birleşmiş Milletler                                  |
| BMWP                            | : Biological monitoring working party                  |
| BOI                             | : Biyokimyasal oksijen ihtiyacı                        |
| C                               | : Karbon   |
| C <sup>0</sup>                  | : Santigrat derece                                     |
| cm                              | : Santimetre   |
| CO <sub>2</sub>                 | : Karbondioksit  |
| COD                             | : Chemical oxygen demand                               |
| ÇO                              | : Çözünmüş Oksijen                                     |
| DSİ                             | : Devlet su işleri                                     |
| DO                              | :Dissolved oxygen                                      |
| EPT                             | : Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera            |
| g                               | : İndikasyon ağırlığı                                  |
| h                               | : Türün yoğunluğu                                      |
| KOI                             | : Kimyasal oksijen ihtiyacı                            |
| L                               | : Litre  |
| m <sup>3</sup>                  | : metre küp  |
| N                               | : Bir popülasyondan alınan örnekteki bireylerin sayısı |
| n                               | : Bir türe ait organizmaların sayısı                   |
| NH <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N | : Nitrit azotu   |
| NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N | : Serbest Amonyak azotu                                |



|                             |   |
|-----------------------------|---|
| $\text{NH}_4^+\text{-N}$    | : Amonyak azotu   |
| $n_i$                       | : Bir popülasyondan alınan örnekteki bir türe ait bireylerin sayısı |
| $\text{NO}_3^-\text{-N}$    | : Nitrat Azotu  |
| NWC                         | : Natural water class   |
| Ort                         | : Ortalama  |
| pH                          | : Asitlik-bazlık derecesi   |
| $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ | : Toplam fosfor   |
| S.Ü.                        | : Sistematik Ünite  |
| s                           | : Bir örnekteki ya da popülasyondaki türlerin sayısı                |
| SASS5                       | : South African Scoring System version 5                            |
| SPSS                        | : Statistical package for social sciences                           |
| SRP                         | : Çözünür reaktif fosfat  |
| TBI                         | : Trent biotic index  |
| TBI                         | : Trend Biyotik İndeksi   |
| TC                          | : Türkiye Cumhuriyeti   |
| TDS                         | : Toplam çözünmüş katı madde  |
| $t_i$                       | : Taksonların toplam hoşgörü değerleri (BMWP değeri)                |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 3.1. Akyazı ilçesi haritası .....                          | 21 |
| Şekil 4.1. Saprobik sınıflandırma.....                           | 29 |
| Şekil 5.1. Mudurnu Nehri numune alma noktaları.....              | 41 |
| Şekil 5.2. Birinci örnekleme noktası.....                        | 41 |
| Şekil 5.3. İkinci örnekleme noktası.....                         | 42 |
| Şekil 5.4. Üçüncü örnekleme noktası.....                         | 42 |
| Şekil 5.5. Dördüncü örnekleme noktası .....                      | 43 |
| Şekil 5.6. Beşinci örnekleme noktası .....                       | 43 |
| Şekil 5.7. Altıncı örnekleme noktası .....                       | 44 |
| Şekil 6.1. Birinci örnekleme noktası TBI değerleri .....         | 59 |
| Şekil 6.2. İkinci örnekleme noktası TBI değerleri .....          | 60 |
| Şekil 6.3. Üçüncü örnekleme noktası TBI değerleri .....          | 60 |
| Şekil 6.4. Dördüncü örnekleme noktası TBI değerleri .....        | 61 |
| Şekil 6.5. Beşinci örnekleme noktası TBI değerleri .....         | 61 |
| Şekil 6.6. Altıncı örnekleme noktası TBI değerleri .....         | 62 |
| Şekil 6.7. Birinci örnekleme noktası BBI değerleri .....         | 64 |
| Şekil 6.8. İkinci örnekleme noktası BBI değerleri.....           | 64 |
| Şekil 6.9. Üçüncü örnekleme noktası BBI değerleri.....           | 65 |
| Şekil 6.10. Dördüncü örnekleme noktası BBI değerleri .....       | 65 |
| Şekil 6.11. Beşinci örnekleme noktası BBI değerleri .....        | 66 |
| Şekil 6.12. Altıncı örnekleme noktası BBI değerleri .....        | 66 |
| Şekil 6.13. Birinci noktanın ortalama BMWP skor değerleri .....  | 68 |
| Şekil 6.14. İkinci noktanın ortalama BMWP skor değerleri.....    | 68 |
| Şekil 6.15. Üçüncü noktanın ortalama BMWP skor değerleri.....    | 69 |
| Şekil 6.16. Dördüncü noktanın ortalama BMWP skor değerleri ..... | 69 |
| Şekil 6.17. Beşinci noktanın ortalama BMWP skor değerleri .....  | 70 |

|   |    |
|---|----|
| Şekil 6.18. Altıncı noktanın ortalama BMWP skor değerleri ..... | 70 |
| Şekil 6.19. Birinci noktanın ortalama ASPT skor değerleri.....  | 72 |
| Şekil 6.20. İkinci noktanın ortalama ASPT skor değerleri .....  | 73 |
| Şekil 6.21. Üçüncü noktanın ortalama ASPT skor değerleri .....  | 73 |
| Şekil 6.22. Dördüncü noktanın ortalama ASPT skor değerleri..... | 74 |
| Şekil 6.23. Beşinci noktanın ortalama ASPT skor değerleri.....  | 74 |
| Şekil 6.24. Altıncı noktanın ortalama ASPT skor değerleri.....  | 75 |
| Şekil 6.25. Birinci noktanın Chandler skor değerleri.....       | 76 |
| Şekil 6.26. İkinci noktanın Chandler skor değerleri .....       | 77 |
| Şekil 6.27. Üçüncü noktanın Chandler skor değerleri .....       | 77 |
| Şekil 6.28. Dördüncü noktanın Chandler skor değerleri.....      | 78 |
| Şekil 6.29. Beşinci noktanın Chandler skor değerleri.....       | 78 |
| Şekil 6.30. Altıncı noktanın Chandler skor değerleri.....       | 79 |
| Şekil 6.31. Birinci noktanın Shannon skor değerleri .....       | 80 |
| Şekil 6.32. İkinci noktanın Shannon skor değerleri .....        | 81 |
| Şekil 6.33. Üçüncü noktanın Shannon skor değerleri .....        | 81 |
| Şekil 6.34. Dördüncü noktanın Shannon skor değerleri .....      | 82 |
| Şekil 6.35. Beşinci noktanın Shannon skor değerleri .....       | 82 |
| Şekil 6.36. Altıncı noktanın Shannon skor değerleri .....       | 83 |
| Şekil 6.37. Noktaların ortalama TBI.....                        | 84 |
| Şekil 6.38. Noktaların ortalama BBI değerleri.....              | 85 |
| Şekil 6.39. Noktaların ortalama BMWP değerleri .....            | 86 |
| Şekil 6.40. Noktaların ASPT değerleri grafiği.....              | 87 |
| Şekil 6.41. Noktaların SHANNON değerleri grafiği .....          | 88 |

## TABLULAR LİSTESİ

|   |    |
|---|----|
| Tablo 4.1. Yüzeysel sularda izlenmesi gereken kalite elementleri, biyolojik Parametreler..... | 26 |
| Tablo 4.2. Baskı türüne göre izlenmesi gereken biyolojik kalite elementleri.....              | 27 |
| Tablo 4.3. Biyolojik ve mikrobiyolojik örneklemeler için standart listesi .....               | 27 |
| Tablo 4.4. Kirlilik derecelerine göre Saprobik indeks değerleri.....                          | 30 |
| Tablo 4.5. Saprobi indekse göre akarsu kalite sınıfları.....                                  | 31 |
| Tablo 4.6. Genişletilmiş biyotik indeks .....   | 32 |
| Tablo 4.7. BBI su kalitesi sınıfları .....  | 33 |
| Tablo 4.8. Belçika biyotik indeksi .....  | 34 |
| Tablo 4.9. Familyaların BMWP değerleri.....   | 35 |
| Tablo 4.10. BMWP 'ye göre ölçeklendirilmiş kalite sınıfları.....                              | 35 |
| Tablo 4.11. Biyolojik skorlama ile NWC sınıfları arasında bağıntı .....                       | 36 |
| Tablo 4.12. ASPT'ye göre su kalite sınıfları .....  | 36 |
| Tablo 4.13. Shannon indeksi kalite seviyesi .....   | 37 |
| Tablo 4.14. Chandler biyotik skor indeksi.....  | 38 |
| Tablo 4.15. Chandler biyotik skor indeksi puan sistemi.....                                   | 39 |
| Tablo 6.1. Teşhis edilen familyalar ve türler .....   | 47 |
| Tablo 6.2. Familya ve türlerin alımlara göre dağılımı .....                                   | 48 |
| Tablo 6.3. Mayıs ayı birinci örnekleme skor değerleri .....                                   | 50 |
| Tablo 6.4. Mayıs ayı ikinci örnekleme skor değerleri .....                                    | 50 |
| Tablo 6.5. Haziran ayı birinci örnekleme skor değerleri .....                                 | 51 |
| Tablo 6.6. Haziran ayı ikinci örnekleme skor değerleri.....                                   | 52 |
| Tablo 6.7. Temmuz ayı birinci örnekleme skor değerleri.....                                   | 52 |
| Tablo 6.8. Temmuz ayı ikinci örnekleme skor değerleri .....                                   | 53 |
| Tablo 6.9. Ağustos ayı birinci örnekleme skor değerleri.....                                  | 54 |
| Tablo 6.10. Ağustos ayı ikinci örnekleme skor değerleri .....                                 | 54 |

|  |    |
|--|----|
| Tablo 6.11. Eylül ayı birinci örnekleme skor değerleri .....   | 55 |
| Tablo 6.12. Eylül ayı ikinci örnekleme skor değerleri.....   | 56 |
| Tablo 6.13. Ekim ayı birinci örnekleme skor değerleri .....  | 56 |
| Tablo 6.14. Ekim ayı ikinci örnekleme skor değerleri.....  | 57 |
| Tablo 6.15. TBİ skor değerleri.....  | 58 |
| Tablo 6.16. BBI skor değerleri.....  | 63 |
| Tablo 6.17. BMWP skor değerleri .....  | 67 |
| Tablo 6.18. ASPT skor değerleri.....   | 71 |
| Tablo 6.19. CHANDLER biyotik indeksi skor değerleri.....   | 75 |
| Tablo 6.20. Shannon İndeksi.....   | 79 |
| Tablo 6.21. Noktaların TBI ortalama indeks değerleri ve kalite sınıfları .....                                     | 83 |
| Tablo 6.22. Noktaların ortalama BBİ ve kalite sınıfları.....   | 84 |
| Tablo 6.23. Noktaların BMWP ortalama indeks değerleri ve kalite sınıfları .....                                    | 85 |
| Tablo 6.24. Noktaların ortalama ASPT ve kalite sınıfları .....   | 86 |
| Tablo 6.25. SHANNON indeksi sınıfları.....   | 87 |
| Tablo 6.26. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Agriidae<br>familyası popülasyonun değişimi.....       | 90 |
| Tablo 6.27. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Agriidae familyası<br>t-Testi .....                    | 91 |
| Tablo 6.28. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Coenagriidae<br>familyası popülasyonun değişimi.....   | 92 |
| Tablo 6.29. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Coenagriidae<br>familyası t-Testi.....                 | 93 |
| Tablo 6.30. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Cordulegasteridae<br>familyasının popülasyonunun ..... | 94 |
| Tablo 6.31. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Cordulegasteridae<br>familyası t-Testi.....            | 95 |
| Tablo 6.32. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemerellidae<br>familyası popülasyonunun.....        | 96 |
| Tablo 6.33. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemerellidae<br>familyası t-Testi.....               | 97 |

|   |     |
|---|-----|
| Tablo 6.34. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemeridea<br>familyası popülasyonunun değişimi.....     | 98  |
| Tablo 6.35. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemeridae<br>familyası t-Testi .....                    | 99  |
| Tablo 6.36. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Erpobdellidae<br>familyası popülasyonunun değişimi .....  | 100 |
| Tablo 6.37. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Erpobdellidae<br>familyası t-Testi .....                  | 101 |
| Tablo 6.38. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gammaridae<br>familyası popülasyonunun değişimi .....     | 102 |
| Tablo 6.39. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gammaridae<br>familyası t-Testi .....                     | 103 |
| Tablo 6.40. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gomphidae<br>familyası popülasyonunun değişimi.....       | 104 |
| Tablo 6.41. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gomphidae<br>familyası t-Testi.....                       | 105 |
| Tablo 6.42. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gyrinidae<br>familyası popülasyonunun değişimi.....       | 106 |
| Tablo 6.43. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gyrinidae<br>familyası t-Testi.....                       | 107 |
| Tablo 6.44. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptoceridae<br>familyası popülasyonunun değişimi.....    | 108 |
| Tablo 6.45. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptoceridae<br>familyası t-Testi.....                    | 108 |
| Tablo 6.46. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptophlebiidae<br>familyası popülasyonunun değişimi..... | 109 |
| Tablo 6.47. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptophlebiidae<br>familyası t-Testi.....                 | 110 |
| Tablo 6.48. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leuctridae<br>familyası popülasyonunun değişimi.....      | 111 |
| Tablo 6.49. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leuctridae<br>familyası t-Testi.....                      | 111 |

|  |     |
|--|-----|
| Tablo 6.50. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Oligochaeta familyası popülasyonunun değişimi..... | 112 |
| Tablo 6.51. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak suda Oligochaeta familyası t-Testi.....            | 113 |
| Tablo 6.52. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlidae familyası popülasyonunun değişimi.....    | 114 |
| Tablo 6.53. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlidae familyası t-Testi .....                   | 115 |
| Tablo 6.54. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlodidae familyası popülasyonunun değişimi.....  | 116 |
| Tablo 6.55. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlodidae familyası t-Testi.....                  | 117 |
| Tablo 6.56. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Philopotamidae familyası popülasyonunun.....       | 118 |
| Tablo 6.57. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Philopotamidae familyası t-Testi.....              | 119 |
| Tablo 6.58. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Polycentropodidae familyası popülasyonunun.....    | 120 |
| Tablo 6.59. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Polycentropodidae familyası t-Testi.....           | 121 |
| Tablo 6.60. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Rhyacophilidae familyasının popülasyonunun .....   | 122 |
| Tablo 6.61. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Rhyacophilidae familyası t-Testi.....              | 123 |
| Tablo 6.62. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Psychomyiidae familyası popülasyonunun.....        | 124 |
| Tablo 6.63. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Psychomyiidae familyası t-Testi.....               | 125 |
| Tablo 6.64. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Sericostomatidae familyası popülasyonunun.....     | 126 |
| Tablo 6.65. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Sericostomatidae familyası t-Testi.....            | 127 |

|   |     |
|---|-----|
| Tablo 6.66. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Tipulidae familyası<br>popülasyonunun değişimi..... | 128 |
| Tablo 6.67. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Tipulidae familyası<br>t-Testi .....                | 129 |





## ÖZET

Anahtar kelimeler: Mudurnu Nehri, Bentik Makroinvertebratlar, Biyotik İndeksler, Su Kalitesi, SPSS Programı, t-Testi

Bu çalışmada, Mudurnu Nehri üzerinde belirlenen altı noktadan 2016 yılının Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, altı ay boyunca ayda iki kez olmak üzere, bentik makroinvertebrat örnekleri alınarak Mudurnu Nehrinin su kalitesinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Alınan bentik makroinvertebrat örnekleri tür ve familya bakımından teşhis edilmiştir. Ve Bentik makroinvertebratlar, Trent Biyotik İndeks (TBI), Belçika Biotik İndeks (BBI) Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP), Her Taksonun Ortalama Değeri (ASPT), Chandler Biyotik Skor İndeksi ve Shannon İndeksine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek su kalite sınıfları tespit edilmiştir. Sonrasında, teşhisleri yapılan Bentik makroinvertebratlar ile kirlilik arasındaki ilişki araştırılmış, SPSS Statistic (Statistical Package for the Social Science) 21/2012 kullanılarak t-testi yöntemi ile analiz edilmiştir. İndeksler incelendiğinde Mudurnu Nehri için kullanıma en uygun indeksin Belçika Biyotik İndeks olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mudurnu Nehri'nin çevresindeki endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden etkilendiği tespit edilmiştir.

# **DETERMINATION OF WATER QUALITY AT RIVER MUDURNU THROUGH BENTHIC MACROINVERTEBRATES**

## **SUMMARY**

Keywords: Mudurnu River, Benthic Macroinvertebrates, Biotic Index, Water Quality, SPSS Program, t-Test

The aim of this study is to determine the water quality of Mudurnu River through benthic macroinvertebrate samples taken from six stations placed on Mudurnu River throughout six months in twice a month in May, June, July, August, September and October of the year 2016. The benthic macroinvertebrate samples received were identified in term of species and family. And benthic macroinvertebrates were assessed according to the Trent Biotical Index (TBI), the Belgian Biotic Index (BBI), the Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP), the Avarage Score Per Taxon (ASPT), the Chandler Biotic Score Index and the Shannon Index. Water quality classes were determined by evaluating the obtained data. Subsequently, the relationship between the identified benthic macroinvertebrates and pollution was investigated and analyzed using the t-test method using the SPSSStatistic (Statistical Package for the Social Science) program version 21/2012. When the indices are examined, it is determined that the most suitable index for Mudurnu River is Belgium Biotic Index. As a result, it has been determined that the Mudurnu River is affected by industrial and agricultural activities around it.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Su kirliliği, su kaynaklarının, kalitesini düşürerek, kullanımını bozacak düzeyde; organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif kirleticiler içermesi olarak tanımlanabilir. Nitekim, ABD Çevre Koruma Örgütü'nün bu konudaki tanımına göre su kirliliği, suya onun kalitesini düşürerek, kullanımını ölçülebilecek oranda bozacak miktar ve yoğunluklarda zararlı maddelerin karışmasıdır. Su kirliliğinde kirleticilerin belli bir düzeyi aşması durumunda su kirliliğinden söz edilir. Bu düzey suyun kendi kendini temizleyebilme (otopürasyon) sınırının aşıldığı düzeydir. Su kirlenmesi doğal ve yapay yoldan olmak üzere iki farklı biçimde ortaya çıkabilir. Doğal yolla kirlenmesinde erozyon büyük rol oynamaktadır. Erozyonun sürüklediği toprak ve onun getirdiği çeşitli maddeler ile havanın içerdiği çeşitli maddelerin suya karışması sonucu kirlilik oluşmaktadır. Yapay yoldan ise su, tamamı ile insanların su varlığını bir atık alanı olarak görmeleri sonucu kirliliğe uğramaktadır.

Su kirliliğinin nedenleri kaynaklarına göre tarımsal faaliyetlerin neden olduğu kirlilik, sanayinin neden olduğu kirlilik ve yerleşim alanlarından kaynaklanan kirlilik olmak üzere üç ana başlık altında toplamak mümkündür. Tarımsal faaliyetlerin neden olduğu kirlilik içinde özellikle bitki besin maddeleri (kimyasal gübreler) ile koruma ilaçlarının yarattığı kirlilik, toprak erozyonundan kaynaklanan kirlilik ve nihayet hayvansal atıkların yarattığı kirlilik önem taşımaktadır. Sanayi atıklarının neden olduğu su kirliliği, sanayi atıkları içinde bulunan çeşitli kirleticilerin suya karışması ile oluşmaktadır. Su kirliliğine yol açan bir başka neden de, yerleşim alanlarındaki alt yapı yetersizlikleridir [1].

Su güvenliği bir toplumun içme, kullanma, sulama suyu temini ile enerji enerji üretimi gibi amaçlar doğrultusunda ihtiyacı olan suya erişimini sürdürürebilme ve suyun olası zararlarından korunma yetkinliğidir. 20. yüzyılın son yarısından bu zamana değin hızlı nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve endüstriyel gelişmeler küresel, bölgesel ve yerel ölçekte önemli su sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Su kaynaklarının etkin kullanımı; çevresel, sosyal ve ekonomik kıstaslar (hedefler, göstergeler) çerçevesinde, suyun israf edilmeyecek şekilde, kalitesi korunarak ve kalitede kalıcı olumsuz etkilere neden olmayacak biçimde ve tüm su kullanıcılarına (paydaşlara) hakça tahsis edilecek şekilde kullanımı anlamına gelmektedir. Su kullanımında tüm bu unsurların sağlanabilmesi için de sürdürülebilir bir su yönetimi felsefesi ve yaklaşımının benimsenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Dünya su krizinin çözümünde “bütünleşik su kaynakları yönetimi” ilkeleri ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda, Avrupa Birliği (AB) de su politikalarını biçimlendirmiş ve 2000 tarihinde yürürlüğe giren “Su Çerçeve Direktifi (SÇD)” (2000/60/EC) ile havza bazlı yönetim yaklaşımını benimsediğini ilan etmiştir. Direktif, AB sınırları içerisindeki su kaynaklarının miktar ve kalite olarak korunmasını ve kontrol edilmesini hedeflemektedir. SÇD ile su yönetiminde sektörle uyum ve ortak yönetim sağlanarak Avrupa’daki yüzeysel suların (nehir, göl, dere, rezervuar, kıyı ve geçiş suları) ekolojik ve kimyasal bakımdan; yeraltı sularının ise miktar ve kimyasal açıdan “iyi” duruma ulaşması hedeflenmektedir. Bunu da havza bütününde bütün planların entegrasyonunu yaparak hedeflemektedir. SÇD tüm paydaşların su sorununun çözümüne daha aktif olarak katılımını desteklemekte ve ekonomik bir değer olduğu kabul edilen suyun fiyatlandırılmasında gerçekçi ve doğru bir yaklaşım izlemektedir. Suyu kullananın ve kirletenin bedelini ödemesi ilkesini benimseyen AB, bu sayede su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamayı hedeflemektedir.

Su kaynaklarının yönetimi ve planlanmasında ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesinin en önemli koşullarından bir tanesi hazırlanan planların ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde gerçekteşirilen diğer planlama süreçleriyle uyumlu olmasıdır. Diğer bir ifadeyle, ulusal bölgesel ve havza düzeyinde

yapılacak su planlaması çalışmalarının, yatırımları yönlendiren kalkınma planları ile her tür ve ölçekte mekânsal planlama süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir.

Su, insan hayatının yeryüzündeki idamesi için vazgeçilmez ihtiyaçlarından biridir. Çağlar boyunca insanların kurduğu uygarlıkların hemen hemen tamamının su boyu alanlarda ortaya çıkmış olması bir tesadüf değil, aksine bilinçli bir tercihtir. Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km<sup>3</sup> olup yerkürenin dörtte üçünü kaplamaktadır. Ancak, bu miktarın tamamına ulaşılabilmesi ve kullanılabilmesi teknik ve ekonomik yönlerden mümkün değildir. Çünkü suların %97,5'i deniz ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunmakta olup, sadece %2,5'lik kısmı tatlıdır. Tatlı suyun önemli bölümü (%69,5) kutuplarda buzul olarak veya donmuş toprak tabakasında bulunmaktadır. Tatlı suların yaklaşık %30,1'i yeraltı suyu, kalan %0,4'ü ise atmosfer suları (yağış ve atmosferdeki su buharı) ve yüzey sularıdır. Yüzeyde bulunan tatlı su oranının düşük olması, kolaylıkla yararlanabilecek elverişli miktarın az olduğunu göstermektedir. Tipik su kaynaklarından biri olan akarsu ve göllerdeki su miktarının, dünyadaki toplam mevcut su miktarına oranı yaklaşık on binde bir buçuktur.

Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.500 m<sup>3</sup> civarında olup, ülkemiz su kıydı bulunan ülkeler arasında yer almaktadır. 2030 yılında nüfusu yaklaşık olarak 100 milyona ulaşacak olan Türkiye, kişi başına düşen 1100 m<sup>3</sup> kullanılabilir su miktarıyla, su sıkıntısı çeken bir ülke durumuna gelecektir.

21. yüzyılın ilk küresel konferansı olan BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi, 26 Ağustos-4 Eylül 2002 tarihleri arasında Güney Afrika'nın Johannesburg kentinde düzenlenmiştir. 10 yıl önce düzenlenen 1992 Rio Zirvesi sonrasında dünyada Gündem 21 uygulamalarının değerlendirilmesini hedeflemesi nedeniyle, "Rio+10" olarak da isimlendirilmiştir. Zirvede Rio'dan Johannesburg'a uzanan süreç özetlendikten sonra, karşılaşılan sıkıntılara ve darboğazlara dikkat çekilmiş, "sürdürülebilir kalkınma" hedefine yönelik küresel taahhüt yinelenmiş, ortaklıkların önemi dile getirilmiş ve uygulamanın güçlendirilmesi gereği vurgulanmıştır. Bu amaçla, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için doğal kaynakların

yönetiminin de sürdürülebilir ve bütünlük bir yaklaşımla ele alınması gerektiği ifade edilmiştir. “Binyıl Deklarasyonu”na paralel olarak 2015 yılı itibarı ile sağlıklı suya ve atık su altyapısına erişim imkanı bulunmayan nüfusun yarıya indirilmesi hedefi tekrarlanmıştır [2].

Günümüzde çevre sorunları son yıllarda giderek artış göstermiş ve ulusal ülkeler bu konunun ciddiyetini giderek daha fazla anlamıştır. Bunun nedeni, çevre sorunlarının sınır tanımaksızın insan hayatını, her yerde tehdit eder olmasıdır. Son yıllarda dünyada olan iklim değişiklikleri, sıcaklıkların artması, buzulların erimesi, fırtınalar ve doğal bitki örtüsün değişim göstermesi uluslararası alanda birçok ülkenin beraber hareket etmesini sağlamış, çevreyi tehdit eden bu tarz durumlar uluslararası sorun olarak sayılmaktan çok, küresel sorunlar olarak kabul edilmiştir. Küreselleşmenin de etkisiyle çevre sorunları 70 ve 80’li yıllarda uluslararası boyutta konuşulmaya başlanmış ve Birleşmiş Milletler çevre ve insan konferansı Stockholm’de toplanarak ilk defa çevre sorunları küresel boyutta tartışılmıştır. Ozon tabakasının delinmesi, buzulların erimesi, Mevsimlerin değişmesi, ormanların azalması gibi çevreyi tehdit eden tehlikelerin farkına varılmasıyla çevre konusunda ülkeler sorumluluklar üstlenmiş, bunun sonucunda küresel boyutta önlemler alınmaya başlanmış ve dünyamızı tehdit eden bu çevre sorunlarının çözülmesi için uluslararası işbirliği sağlanması bir gereklilik olmuştur [3].

Avrupa ülkeleri, su kaynaklarının miktar ve kalite açısından korunması ve yer altı ve yerüstü sularının durumlarının iyileştirilmesi amacıyla su ile ilgili tüm direktifleri bir çatı altında toplayarak kapsamlı bir mevzuat olan Su Çerçeve Direktifini hazırlamışlardır. Su Çerçeve Direktifi (SÇD) kapsamında su kalitesi, su kütlelerinin ekolojik ve kimyasal özelliklerine göre tespit edilir. Ekolojik durumun temel yapı taşı ise biyolojik kalite unsurlarının durumu oluşturur. Su Çerçeve Direktifi gereğince izlenmesi gereken biyolojik kalite unsurları bentik makroomurgasız, fitoplankton, fitobentoz, sucul flora (makrofit /makroalg/ angiosperm) ve balıktır [4].

Avrupa Birliğinin su kalitesi ile ilgili en önemli direktifi Su Çerçeve Direktifi (SÇD), 22 Aralık 2000 tarihinde (2000/60/EC) Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi’nde

yayınlanarak yürürlüğe girmiş ve direktif bu tarihten günümüze Avrupa su kaynaklarını ve su çevresini koruyan en önemli Avrupa mevzuatıdır [4].

Mevcut su kaynaklarının miktar ve kalite açısından korunması, yer altı ve yer üstü sularının iyileştirilmesi gerekliliği Avrupa Birliği tarafından da benimsenerek su yönetimini efektif bir hale getirecek bir direktif hazırlanması ve tüm su ile ilgili diğer direktiflerin (Yüzme Suyu Direktifi, İçme Suyu Direktifi, Balık Direktifi, Kabuklu Direktifi gibi su direktiflerini ve Tehlikeli Maddeler Direktifi, Yeraltı Suyu Direktifi, Nitrat Direktifi ve Pestisit Direktifi gibi spesifik maddeler ve kirlilik kaynaklarına yönelik direktifleri) tek bir yönetmelik altında toplanması amacıyla çok sayıda uzman, paydaş ve karar verici arasında beş yıldan fazla süren tartışma ve müzakerelerin sonucunda bu direktif ortaya çıkmıştır [4].

SÇD su ve ekosistem ile ilgili var olan diğer direktiflerin birleştirilmesinin yanında, yeni unsurlar da getirmiştir. SÇD, suyun kalitesinin kimyasal ve fiziko-kimyasal analizler sonucu değerlendirmesinin yeterli olmayacağı, bunun yanında su kalitesi için asıl belirleyici kriterin suda yaşayan sucül fauna ve floranın izlenmesi ile gerçekleştirilen biyolojik izleme yaklaşımını bizlere sunmaktadır [4].

Biyolojik izleme genellikle insani faaliyetlerin neden olduğu çevresel değişimlerin biyolojik tepkiler yardımı ile değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. İnsani faaliyetlerden kaynaklanan baskıların sucül sistemler ve organizmalar üzerindeki etkisi uzun zamandır araştırılmasına rağmen, bilim insanlarının çalışmaları ancak son zamanlarda su kütlelerinin kalitesinin izlenmesine yönelik uygun metotlar haline dönüştürülebilmıştır [4].

Akarsular ve göller çevre kirliliğinden ilk etkilenen ekosistemler olmaktadır. Eysel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan su kaynaklarına verilmesi, tarımsal aktivitelerin bilinçsizce uygulanması, bitki örtüsünün tahrip edilmesi, akarsu yataklarının bozulması gibi dış etkiler doğal suları ya doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkiler biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır [5].

Nüfus artışıdaki hız, yaşam standartlarının yükselmesi doğal kaynakların bilinçsizce kullanımını, özellikle de su kullanımını gün geçtikçe artırmaktadır. Ilıman ülkelerde bir insanın günlük su kullanma ihtiyacı 16 L'dir. Örneğin İngiltere'de bir insanın evsel ihtiyaçlar için kullandığı miktar yaklaşık 110 L'dir [6].

Su kalitesi analizi araştırmalarında kimyasal analizlerin kullanımı maliyetli uygulamalardır. Bu uygulamalara alternatif olarak dünyanın pek çok ülkesinde biyolojik indikatörler kullanılmaktadır. Ülkemiz mevzuatlarında da belirtildiği gibi bu biyolojik indikatörler balık, makroinvertebratlar ve algler olarak sıralanabilmektedir. Biyolojik parametreleri kullanırken verileri daha kolay yorumlamak amacıyla sayısal verilere dönüştürmek gerekmektedir. Bu amaçla pek çok su kalitesi indeksleri geliştirilmiştir. Biyolojik indeksler her nehir bölgesi için farklı olarak geliştirilebilmektedir. Bir ülke için özel olarak tasarlanmış, geliştirilmiş indeks başka bir ülkede de uygun sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilmektedir. En uygun indeksi tespit edebilmek için çalışmalarda birden fazla indeks kullanılması gerekmektedir.

Bentik makroinvertebratlar suda bulunan organik kirliliğe karşı çeşitlilik ve bolluk değişimi gösterdikleri için su kalite analizlerinde uzun yıllardır sıkça kullanılmaktadır. Bu canlı gruplarının en önemli özelliği suyun kirlilik durumuna göre türlerin farklılık göstermesidir. Yani akarsuyun temiz bölgelerinde temiz sularda yaşayan canlı grupları yaşarken, kirli olan kısımlarında kirli sularda yaşayan canlı grupları yaşamaktadır. Su kalite analizlerinde makroinvertebratları kullanmak amacıyla geliştirilmiş pek çok indeks bulunmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda yapılan araştırmalarda bentik makroinvertebratlar kullanılmaktadır. Su Çerçeve Direktifi kapsamında da bu çalışmaların yapılması belirtilmektedir.

Bentik makroinvertebratlar ile yapılan araştırmalarda bu canlıların organik kirliliğe karşı verdikleri tepkilerin (bolluk ve çeşitlilik değişimi) su kalite analizlerinde kullanılabilmesi savunulmaktadır. İnorganik kirleticilere karşı verdikleri tepkiler araştırılmaktadır.



Mudurnu Nehri Sakarya Havzasında yer alan ikinci büyük su kaynağıdır. Dokurcun yakınlarında il topraklarına dahil olmakta ve Hendek İlçesi'nin kuzeybatısında Yeniköy yakınlarında Dinsiz Çayı ile birleşerek Sakarya Nehri'ne karışmaktadır. Mudurnu Nehri'ne, Küçücek Beldesi Sanayi Alanı'ndan ve birçok işletmeden kirletici girmektedir. Özellikle büyük fabrikalar bu nehir çevresine inşa edilmiş olup, atık sularını bu dereye deşarj etmektedir. Akyazı bölgesinde tarımın da yaygın olduğu göz önüne alındığında çalışmanın gerekliliği daha iyi anlaşılmaktadır.

Nurtaç Öğleni ve İlksen Bayraktarın 2006 yılında Mudurnu Nehrinde yapılan çalışmalarında 5 istasyondan alınan bentik makroinvertebrat örnekleri ile su numuneleri incelenmiştir. Kimyasal parametreler ile bentik makroinvertebrat örnekleri arasında ilişki t-testi yardımı ile incelenmiştir. Ev ve endüstriyel deşarjların mevcut bentik makroinvertebrat faunası üzerindeki etkileri araştırılmış. Sonuç olarak 33 bentik makroinvertebrat tespit edilmiştir. Bentik makro omurgasız aileleri 7 kimyasal ve organik parametrenin yüksek değerlerinden etkilendiği tespit edilmiştir [7].

İlksen Bayraktar ve Nurtaç Öğleni tarafından Mudurnu Nehrinde yapılan su kalitesi araştırmasında daha detaylı çalışmalarla bu bölgenin araştırılması gerektiği sonucu açıklanmıştır [8].

Nurtaç Öğleni ve Bayram Topal'ın çalışmalarında evsel ve endüstriyel kirleticilerin Mudurnu Nehri'nin su kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Su ve bentik makroinvertebrat örnekleri, Mudurnu Nehri üzerinde seçilen beş istasyondan 12 ay boyunca alınmıştır. KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı), TKN (Toplam Kjeldahl Azotu), NO<sub>3</sub>-N (Nitrat-Azot), PO<sub>3</sub>-P (Fosfat-Fosfor), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N Fenol verileri ve puanları, BBP (Biyolojik İzleme Çalışma Grubu) skor sistemi, ASPT (Taxon başına Ortalama Puan), TBI (Trent Biyotik Endeksi), BBI (Belçika Biyotik İndeksi), Margalef indeksi (R), Shannon-Wiener Çeşitlilik indeksi (H), Simpson çeşitlilik indeksi (D) değerleri belirlenmiştir. Kimyasal parametre verileri ile biyotik indekslerin puanı arasındaki ilişki istatistiksel yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Karar ağacı tekniği, yapay sinir ağı (ANN) ve

lojistik regresyon ile Modeli, kimyasal su kalitesi biyotik indekslerin puanlarından tahmin edilmiştir. Mudurnu Nehri'nin kimyasal su kalitesinin tahmininde % 67'lik bir başarı sağlanmıştır. Karar ağacı tekniği ve lojistik regresyon modeli için BMWP (Biyolojik İzleme Çalışma Grubu) skor sistemi en başarılı indeks olduğu sonucuna varılmıştır [9].

Bu çalışmamızda öncelikle nehir üzerinden seçilen 6 örnekleme noktasından Bentik Makroinvertebrat örnekleri alınmış ve dünyada en çok kullanılan BMWP, TBİ, BBİ, ASPT, Shannon ve Chandler indeksleri yardımıyla su kalite sınıfları hesaplanmıştır. SPSS programı kullanılarak Bentik Makroinvertebratlar için uyum araştırılması yapılmıştır.

## BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Yuqin Lin, Kai Chen; Qiuwen Chen, Bo Chen' in 2016 yılında yayınlanan “Effect of disturbance on the hydro- environmental factors and macroinvertebrate community in the Lijiang River” isimli makalelerinde açıkladıkları çalışmalarında turizmin neden olduğu su ekolojik sistem kirliliğini araştırılmıştır. Bu amaçla Lijiang Nehri üzerinde tur teknelerinin neden olduğu ekolojik değişim tespit edilerek makroinvertebratlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma alanı, Lijiang Nehri, Çin'in güneybatısında yer alır manzarası dünyaca ünlüdür. Mao'er Dağından doğar ve kuzeyden güneye doğru Guilin, Yangshuo ve Pingle şehirlerinden geçerek akar. Lijiang Nehri havzası, yıllık ortalama 19.1 °C sıcaklığa sahip olan subtropikal nemli muson iklim kuşağına aittir. Bu çalışmada iki akarsu uzantısından 1 yıl boyunca örnekleme yapılmıştır. Yağışlı dönem ve kurak dönemler için ayrı ayrı değerlendirme yapılarak dönemsel karşılaştırma yapılmıştır. Tek yönlü ANOVA kullanılarak fiziksel ve kimyasal değişkenlerin uzamsal farklılıkları incelenmiştir. Makroinvertebratların su kalitesindeki stres gradyanlarına karşı topluluk yanıtları, parametrik olmayan korelasyon (Spearman Sıralı Korelasyon Katsayısı) kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde fiziksel ve çevresel ortam ne kadar heterojen ve karmaşık ise makroinvertebrat faunası o kadar karmaşık ve çeşitli olduğu gözlenmiştir. Yağışlı dönemde Hetageniidae, Ephemerellidae ve Hydropsychidae yoğunluğunda tur teknelerinden etkilenen koşullarda belirli bir artışa sahip olduğu tespit edilmiştir [10].

Maja Kuzmanovic ve arkadaşları tarafından 2010 ve 2011 yıllarında İspanya'da dört İber nehri havzasında (Llobregat, Ebro, Júcar ve Guadalquivir) kimyasal kirliliğin ekotoksikolojik risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, üç tropik seviyeye (yosun, omurgasızlar ve balık) dayanan toksik birimler kullanılmıştır.

Dört nehir havzasındaki 77 örnekleme alanında ölçülen 200'den fazla parametre incelenmiştir. Kimyasal kirlilik ile ilişkili çevresel riski ekotoksik özellikleri değerlendirilmiştir. Uzamsal/mekansal ekotoksik risk, 200'den fazla organik kimyasalın mevcut konsantrasyon verilerini kullanarak karakterize edilmiş ve metaller toksik birimlere dönüştürülmüştür ve daha sonra yaygın olarak kabul gören karışım toksisite kriterleri kullanılarak bir araya getirildi. Bu metodoloji, su yönetimi amaçları bakımından büyük bir değeri olabilecek, hem akut hem de kronik potansiyel etkilerin risk haritalarını ölçmeye ve çizmeye olanak vermiştir. Kimyasal kirlilik ile sudaki makroinvertebrat toplulukları arasındaki bağ, dört biyolojik indeks kullanılarak incelenmiştir. Bunlar; Genel organik (SPEAR organik) ve böcek ilacı (SPEAR pesticides) kirliliğine karşı hassas türlerin azalmasının bir göstergesi olarak SPEAR (“Riskli Endeks Türleri”); Ve Shannon ve Margalef biyoçeşitlilik endeksleridir. Çalışmanın sonuçlarında, toksik kirleticiler, örnekleme alanlarının %42'sinde akut etkiler riski ve tüm alanlarda kronik etkiler yaratma riski taşıdığını tespit edilmiştir. Riskin başlıca sebepleri pestisit ve metaller olduğu tespit edilmiştir. Makroinvertebratlar organik kimyasallar için en hassas test türleri iken, algler metaller için en hassas türleri olduğu gözlemlenmiştir [11].

Khaled Mahmoud Abdelsalam ve Kazumi Tanida'nın 2013 yılı yayın tarihli “Diversity and spatio-temporal distribution of macro-invertebrates communities in spring flow of Tsuya Stream, Gifu Prefecture, central Japan” isimli makalede açıklamış oldukları çalışmalarında 2009-2010 yılları arasında 3 defa örnekleme yapılarak Tsuya Nehrinde kaynak akıntılarının makroinvertebratlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kaynakların, özel su akışı ile karakterize edilen ve neredeyse sabit bir su sıcaklığına sahip olan, makroinvertebratların özel taksonlarının hayatta kalmalarını ve çoğalmalarını sağlayan eşsiz ekosistemler olduğu belirtilmiştir. Yapılan çözünmüş oksijen analizleri ile makroinvertebrat örnekleri arasında bir denge kurulamamıştır. Niche-orientated model kullanılarak modellenmiştir. Makroinvertebratların 65 taksonunu temsil eden toplam 2889 invertebrat, araştırılan iki alandan (giriş ve ana kanal) toplanmıştır. 1 Turbellaria, 8 Oligochaeta, 1 Hirudinea ve 1 Ephemeroptera, 1 Odonata, 4 Trichoptera, 1 Coleoptera ve 15 Diptera (1 Simuliidae ve 14 Chironomidae) içeren 22 invertebrata içeren 32 yeni takson

kaydedilmiştir. Sonuç olarak, kaynaklar yalnızca ekolojik ve biyo-coğrafik çalışmalar için değil ve bunların karakteristik faunaları bakımından çok ilgi çekici yaşam alanları olduğu, bununla birlikte, Tsuya Nehrinin makroinvertebrat dağılımında uzaysal-zamansal varyasyon olduğu, öyle ki bu esas olarak, yaşam alanının karmaşıklığı, çözülmüş oksijen ve faunal yerleşim yeri gereksinimleri gibi bazı çevresel koşulların değişimi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir [12].

Tinotenda Mangadze ve arkadaşlarının “Tropikal akarsularda akarsu değerlendirme ve izleme programlarında biyota seçimi: Diatomlar, makroinvertebrat ve balıkların karşılaştırılması.” 2015 yılında yayınlanmış makaleleridir. Çalışma alanları, Manyame Nehri (Zimbabve) havzasında diatomların, makroinvertebratların ve balıkların tarım, kentleşme ve maden faaliyetlerine karşı tepkilerini karşılaştırmak için çalışma yapılmıştır. Maden faaliyet alanı kıyı şeridinde çok yakın mesafede bulunmaktadır.44 uygulama noktasında 2013 yılında nisan ayı ve eylül aylarında (kuru sezon) balık, diatom, makroinvertebrat ve su numuneleri alınıp incelenmiştir. Makroinvertebratlar kicknet yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Aile düzeyinde teşhis edilmiştir. The South African Scoring System version 5 (SASS5) ve ASPT kullanılarak değerlendirilmiştir. Toplam 27 aile grubu tespit edilmiştir. Decapoda, Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Gastropoda, Pelecypoda, Hirudinea, Oligochaeta bu grupların bazılarıdır. Her Nokta için tespit edilen SASS5 skoru 100’ün altında çıkmıştır. ASPT skor değeri en fazla 4.9 bulunmuştur. Her uygulama noktasında; Çözülmüş oksijen (DO),Toplam çözülmüş katı madde (TDS), tuzluluk, iletkenlik, sıcaklık, magnezyum, kalsiyum, nikel, potasyum, sodyum, kadmiyum, mangan, bakır, Toplam sertlik, Çözünür reaktif fosfat (SRP), Toplam azot, Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), kurşun, çinko, demir ve krom parametreleri analiz edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde insan aktivitelerinin su ekosistemindeki canlı hayatını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Diatomlar makroinvertebrat ve balıklara göre kirli bölgelerde daha fazla oranda bulunmakta. Çalışma alanında kirlilik tespiti için diatom ve makroinvertebratların balıklara göre daha iyi gösterge olacağı görülmektedir. Makroinvertebratlar organik kirlilik için iyi gösterge iken diatomlar metal kirlilik için daha iyi bir gösterge olduğu tespit edilmiştir [13].

Hyslop ve Nesbeth makaleleri 2012 yılında yapılan çalışmada dört bölgeden aylık örneklere dayanılarak, bir Rio de Jambra nehri Rio Cobre'nin makroinvertebrat faunası üzerindeki boksit atıklarının etkileri üzerine çalışmanın sonuçlarını ortaya koymaktadır. Rio Cobre bölgesinde bulunan üretim tesisleri dolayısıyla nehirde alüminyum ve kırmızı çamur denilen alüminyum dan daha tehlikeli bir madde oluşmaktadır. Bir yıllık çalışma sonucunda atık su deşarj noktasının altındaki alanlarda önemli derecede yüksek sıcaklık ve iletkenlik seviyeleri bulunmuştur. Alüminyum ekstraksiyonu yüzünden de su sıcaklığında problemler gözlenmektedir. Bu çalışmada, metal kirliliği ile makroinvertebrat topluluk üzerindeki boksit işleme atığının doğrudan etkisi olmadığı tespit edilmiştir [14].

Xiaodong Qu ve arkadaşlarının Çin'deki Shangrila Gorge'daki Gangqu Nehri'nin yüksek dağ akışlarında, bentik makroinvertebrat madenlerden çıkan ağır metallere verdiği tepkileri gözlenmektedir. Bentik makroinvertebratlar 32 örnekleme alanında toplanmıştır. Ek olarak, ağır metal konsantrasyonları da dahil olmak üzere 25 çevresel değişken, her numune alanında ölçülmüştür. Ağır metal konsantrasyonları ciddi olarak yüksek olmasa da, etkileri bentik makroinvertebrat topluluk bileşimindeki değişmelere yansımıştır. Ağır metal konsantrasyonu arttıkça toplam bolluk ve tür zenginliğinin azaldığı gözlenmiştir. Plecoptera ve Trichoptera cinslerinin zenginliği, Margalef zenginliği indeksi ve fonksiyonel beslenme gruplarındaki yüzdesi, ağır metal konsantrasyonları ile negatif korelasyon göstermektedir. Ağır metallerin çoğunlukla Plecoptera, Ephemeroptera ve Trichoptera'nın hassas taksonlarını etkilediği tespit edilmiştir. *Peltoperlopsis* sp. (Plecoptera), özellikle Ni ile en hassas şekilde yanıt vermiştir. Ephemeroptera'da *Cinygmula* sp. Özellikle Zn için en hassas tür olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte Trichoptera'da (*Hydropsyche* sp. Gibi) ve *Dugesia* sp. gibi bazı tolerant taksonlar gözlenmiştir. Belirli makroinvertebratlar takson bileşimini karakterize etmek için küme analizi ve metrik olmayan çok boyutlu ölçekleme analizi uygulanmıştır. Analizler, ağır metaller de dahil olmak üzere coğrafi, hidromorfolojik, fiziksel ve kimyasal faktörler gibi farklı çevresel faktörlerin bentik makroinvertebratların dağılımına etkilerini ortaya koymuştur. Etkiler, yükseklik, sıcaklık, akış genişliği, bulanıklık ve ağır metaller gibi farklı faktörlerle bileşik

olmasına rağmen, ağır metallerin bentik makroinvertebrat toplulukları üzerindeki etkisi açıkça tespit edilmiştir (tür zenginliği azaldı, tür kompozisyonundaki değişiklikler). Örnekleme alanında ağır metallerin kontaminasyonu düşük olsa da sonuçların ağır metallere uzun süre maruz kalmasının yüksek dağ akışlarındaki makroinvertebrat popülasyonunu etkileyebileceği sonucuna varılmıştır [15].

Andreas Petruck ve Ulrick Stöffler'in yapmış oldukları çalışmalarında Lippe Nehri'nin (Almanya) klorür konsantrasyonlarının geçmişi ve makroinvertebratlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bölgede bulunan kömür maden işletmeciliği klorür konsantrasyonuna etkisi yıllar içinde azalması ile bölgedeki makroinvertebrat topluluklarına olan etkisi incelendiğinde, özellikle canlıların tuzluluğa direnç kazanıp kazanmadıkları araştırılmıştır. Bölgede sanayi, kentleşme, ulaşım, tarım ve ormancılık gibi faaliyetlerin artması ile nehrin doğal yapısında değişim gözlenmektedir. Üç ayrı noktada yapılan incelemeler ve geçmişte yapılan araştırmalar ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında Makroinvertebratların taksonların en az % 92'sinin tatlı su türleri olduğu düşünülürse, 1995-2005 döneminde, üst River Lippe'deki klorür konsantrasyonlarının etkisinin göreceli olarak düşük olduğu görülmektedir. Bu türlerin River Lippe'de oluştuğu, klorür konsantrasyonu gibi tek bir çevresel faktör tarafından yönlendirilmediği sonucuna varmışlardır [16].

Kazancı ve Dügel (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. Tür topluluklarının Zn, Cd, Ni, Cu, Fe, Mn, elektriksel iletkenlik, pH, Ca, çözülmüş 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 [17].

İlksen Bayraktar'ın 2007 yılında yapmış olduğu çalışmasında Mudurnu Nehrinde bulunan Makroinvertebratlar familya düzeyinde teşhis edilerek indeksler yardımıyla su kalitesi belirlenmiştir. Aynı noktalardan aynı zamanda alınan su örneklerinin kimyasal analizleri ile tespit edilen su kalite sınıfları belirtilmiştir. T analizi ile yapılan modelleme çalışmasında organik kirliliğin makroinvertebratların bolluk ve çeşitlerini etkilediği açıklanmıştır. Yapılan kimyasal analizlerde de İndeks kalite sınıflarının aynı kalite sınıfına denk olması yapılan çalışmada uygun indeks yöntemi tespit edildikten sonra kimyasal analizlere biyolojik indekslerin alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır [7].

Isparta Deresi'nin su kalite değişimlerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ve epilitik diatomelere göre belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda Isparta Deresi'nde 1995-1996 periyodunda epilitik diatomelere ait 44 takson, 2000-2001 periyodunda ise 43 takson belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda saprobi indeksin ülkemizde kullanılabileceğini ve doğru sonuçlar verebildiği sonucuna varılmıştır. Isparta Deresi'nde yapılan çeşitlilik değerlendirmesine göre su kalitesindeki değişimlerin organizmaları etkilemiş olduğu kirlilik arttığında çeşitlilik azalmış, kirlilik azaldığında ise çeşitliliğin arttığı ifade edilmektedir [18].

Serap Koşal'ın Büyükçekmece Gölünde yapmış olduğu araştırmada bentik makroomurgasızlarının nitel ve nicel dağılımları Haziran 2004- Kasım 2005 tarihleri arasında aylık olarak incelenmiştir. Her örnek alımında göldeki su ve hava sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, tuzluluk, derinlik değerleri arazide, nitrit, nitrat, fosfat değerleri ölçülmüş. Sonuç olarak Büyükçekmece Gölü Bentik faunasında tespit edilen 43 türden 35 tanesi bu göl için yeni kayıt olduğu belirtilmiştir. Göl doğal nedenler dışında, çevresinde var olan yerleşim alanlarına yeni yapıların eklenmesi, sanayi kuruluşlarının çoğalması, yeni tarım arazilerinin açılması ve basta Büyükçekmece ilçesinin ve diğer yerleşim yerlerinin nüfuslarının artarak göle kirleticilerin akması, Büyükçekmece Gölü için potansiyel tehlike oluşturabileceği belirtilmiştir. Gelecekte bu olumsuz gelişmeler su kirliliğine karşı çok duyarlı olan ve bu nedenle su kalitesinin önemli biyoindikatörleri olarak görülen bentik makroinvertebratların tür çeşitliliği, yoğunlukları ve baskınlıkları ile ilgili



kompozisyonlarında değişikliklere neden olabileceği ve bu nedenle bu ve benzeri çalışmaların belli zaman aralıkları ile tekrarlanması gerektiği belirtilmiştir [19].

Lawrence Nehrinde (Que'bec, Kanada) bulunan büyük bir akarsuda Laure Tal ve arkadaşlarının yapmış olduğu makroinvertebratlar toplamak için 3 yıl boyunca (2004-2006) ziyaret edilmiştir. Hidroloji, nehir peyzajı ve yerel çevrenin makroinvertebratların varyasyonlarını açıklayacağı hipotezini test edilmiştir. Nehirden toplanan 66 takson, bol ama birkaç yaygın gruptan (Malacostraca, Oligochaeta, Chironomidae ve Mollusca) oluştuğu gözlenmiştir. Su seviyesindeki yıllık değişimler, Saint-Pierre bölgesindeki makroinvertebrat toplulukları üzerinde diğer çevresel değişkenlerden daha büyük etkilere neden olduğu tespit edilmiştir [20].

Necla Birol'un Dipsiz-Çine Çayı'nın bentik makroomurgasızlarının belirlenmesi amacıyla 2006 ve Şubat 2007 tarihleri arasında yapmış olduğu çalışmada 7 örnekleme noktasından, su örnekleri fiziko-kimyasal açıdan incelenmiş ve bentik makroomurgasız örnekleri toplanmıştır. Toplanan, bentik makroomurgasızların incelenmesi sonucu, Turbellaria sınıfına ait 1, Gastropoda sınıfına ait 9, Bivalvia sınıfına dahil 3, Hirudinea sınıfına ait 4, Arachnida sınıfına ait 15, Crustacea sınıfına ait 6 ve Insecta sınıfına ait 113 takson teşhis edilmiştir. Dipsiz-Çine Çayı'nın su kalitesini belirlemek üzere, 7 farklı su kalitesi tayin yöntemi (ikisi fiziko-kimyasal, beşi biyolojik) uygulanmış ve hem fiziko-kimyasal hem de biyolojik yöntemlerin sonuçlarının birbirini desteklediği belirtilmiştir [21].

Nurtaç Öğleni ve İlksen Bayraktarın 2008 yılında Mudurnu Nehrinde yapılan çalışmalarında 5 istasyondan alınan bentik makroinvertebrat örnekleri ile su numuneleri incelenmiştir. Kimyasal parametreler ile bentik makroinvertebrat örnekleri arasında ilişki t-testi yardımı ile incelenmiştir. Ev ve endüstriyel değarjların mevcut bentik makroinvertebrat faunası üzerindeki etkileri araştırılmış. Sonuç olarak, bentik makro omurgasız faunasının su kalitesiyle ilişkili olduğu ve bu kirliliğin azalmasıyla bu organizmaların çevreye hızla hakim olacağı görülmüştür. Tipulidae, Polycentropidae, Nemouridae, Leptophlebiidae, Agriidae, Lumbricidae,

Philopotamidae ve Gyrinidae familyalarının BOİ ile ilişkili olduğu tespit edildi. Bu canlıların yüksek BOİ değişikliklerine karşı tolerans göstermediğinden BOİ parametresine ile ilişkilendirilmektedir. TKN miktarı ile ilişkili olan aileler Polycentropidae, Gammaridae, Glossosomatidae, Leptophlebiidae, Rhyacophilidae, Philopotamidae ve Gyrinidae'dir. TKN'deki değişiklikler en iyi bu aileler tarafından açıklanmaktadır ve yüksek azot değerlerine karşı düşük bir toleransa sahiptir. Sonuç olarak 33 bentik makroinvertebrat tespit edilmiştir. Bentik makro omurgasız aileleri 7 kimyasal ve organik parametrenin yüksek değerlerinden etkilendiği tespit edilmiştir [8].

Nurtaç Öğleni ve Bayram Topal'ın çalışmalarında evsel ve endüstriyel kirleticilerin Mudurnu Nehri'nin su kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Su ve bentik makroinvertebrat örnekleri, Mudurnu Nehri üzerinde seçilen beş istasyondan 12 ay boyunca (2006-2007) alınmıştır. KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı), TKN (Toplam Kjeldahl Azotu), NO<sub>3</sub>-N (Nitrat-Azot), PO<sub>3</sub>-P (Fosfat-Fosfor), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N Fenol verileri ve puanları, BBP (Biyolojik İzleme Çalışma Grubu) skor sistemi, ASPT (Taxon başına Ortalama Puan), TBI (Trent Biyotik Endeksi), BBI (Belçika Biyotik İndeksi), Margalef indeksi (R), Shannon-Wiener Çeşitlilik indeksi (H), Simpson çeşitlilik indeksi (D) değerleri belirlenmiştir. Kimyasal parametre verileri ile biyotik indekslerin puanı arasındaki ilişki istatistiksel yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Karar ağacı tekniği, yapay sinir ağı (ANN) ve lojistik regresyon ile Modeli, kimyasal su kalitesi biyotik indekslerin puanlarından tahmin edilmiştir. Mudurnu Nehri'nin kimyasal su kalitesinin tahmininde% 67'lik bir başarı sağlanmıştır. Karar ağacı tekniği ve lojistik regresyon modeli için BMWP (Biyolojik İzleme Çalışma Grubu) skor sistemi en başarılı indeks olduğu sonucuna varılmıştır. Karar ağacı tekniğinde ve yapay sinir ağında (ANN) iyi sonuçlar elde etmek için veri kümelerini arttırarak tahminler daha güçlü olabileceği sonucuna varılmıştır [9].

## **BÖLÜM 3. ÇALIŞMA ALANI**

### **3.1. Akyazı İlçesinin Tarihi**

Akyazı Selçuklular zamanında kurulmuş bir Türk kasabasıdır. Selçuklu Devleti'nin sona ermesi ile merkezi Göynükte bulunan Umurhan Beyliği'nin eline geçmiştir. 1303 tarihinde Osmanlı Devleti'in kurucusu Osman bey'in komutanlarında Konuralp tarafından Osmanlı topraklarına katılmıştır. Bundan böyle sürekli Türk egemenliğinde kalan Akyazı, 1808' yılında İstanbul ve 1845 yılında Üsküdar'a bağlanmıştır.

Kanuni Sultan Süleyman'ın oğulları Selim ve Beyazıt zamanında başlayan taht kavgaları yüzünden çıkan kanlı çatışmalar yöre halkı üzerinde derin izler bırakmıştır. Yine bu bölgede çıkan suhte (softa) ayaklanmaları yüzünden Akyazı ve çevresi halkı büyük zarar görmüştür. Akyazı tarih çağları içinde Bitinya, Roma ve Bizans gibi büyük devletlerin egemenliği altında kalmıştır. Osmanlı Devleti'nin kurulması ile Bizanslıların egemenliği altında bulunan Akyazı ve çevresine yapılan seferler sonunda Osmanlı egemenliğine geçmiştir. 1944 yılında İlçe olan Akyazı önce Kocaeli iline, 1954 yılında da Sakarya'nın İl olması ile Sakarya'ya bağlanmıştır [22].

### **3.2. Akyazı İlçesinin Coğrafi Yapısı**

Akyazı Marmara Bölgesinin Doğu Marmara alt bölgesinde, Sakarya İli sınırları içerisinde yer almaktadır. Batıda Merkez İlçe ve Karapürçek, kuzeyde Hendek, güneyinde Taraklı İlçesi ve Bolu İli'yle çevrilidir.

Dağlar: Akyazı'da iki önemli dağ silsilesi dikkat çeker. İlçe merkezinin doğusunda bulunan Keremali zirvesi 1,547 metrelik yüksekliğiyle ilin en yüksek noktasını teşkil

eder. Diğer önemli dağ kütlesi ise Samanlı dağlarının doğudaki uzantısı olan Kapıorman dağlarıdır. İlçenin güneyinde uzanan Kapıorman dağları gür orman örtüsüyle kaplı olup en yüksek noktası 1,467 metredir.

Ovalar: Akyazı ilçesi Akova'nın (Sakarya Ovası) güneydoğu kesiminde bulunduğu için bu bölgeye Akyazı Ovası da denmektedir. Mudurnu çayı ve kollarının suladığı ovada mısır, pancar ve buğday üretilmektedir.

Akarsular: Akyazı'nın en önemli akarsuyu Mudurnu çayıdır. Diğer akarsular Mudurnu çayının kollarıdır. Bunlardan başlıcası Kalyan çayıdır.

Göller: Akyazı göller açısından zengin değildir. İlçede bulunan göllerin en önemlisi Dokurcun yakınlarındaki Sülüklü göl ile, Keremali dağı eteklerinde bulunan Çamlıca gölüdür. Kuzuluk Mahallesinde ise küçük yapay bir gölet bulunmaktadır [23].

Toprak Yapısı: Akyazı'nın ova bölümü Akarsularla taşınan maddelerin birikmesiyle oluşan genç topraklardan meydana gelmiştir. Toprakların özellikleri ırmağın yataklarından uzaklaştıkça değişir. % 90 dan fazlası kahverengi olan topraklar % 18 oranında alüvyon topraklarla kaplıdır, ilçe toprakları Mudurnu Çayının kollarının beslediği verimli ovalar ile güneyde Samanlı dağlarının uzantıları olan yükseklikler ve ormanlıklar ile kaplıdır. Eğim güneyden kuzeye doğrudur, ilçe merkezi E-5 karayolundan güneye doğru 10 km. içeride kalmaktadır.

İklim: Akyazı İlçesi'nde Sakarya ili'nin iklim özelliklerine sahiptir. Bölge hem Marmara ve hem de Karadeniz ikliminin özelliklerini taşır. Bol yağış alan Akyazı da Kış mevsiminde yüksek kesimlerde yağışlar genellikle kar şeklindedir. Sakarya bölgesinde mevsimin ilk karı Akyazı'nın yüksek kesimlerinde görülmektedir.

Bitki örtüsü: Kuzey Anadolu kıyı dağlarının uzantısı olan Samanlı dağları zengin bir orman örtüsü ile kaplıdır. Başta kayın olmak üzere gürgen, kavak, kestane, ıhlamur, çınar, akağaç ve meşe başlıca ağaç türlerini oluşturur. Akyazı'nın Güneydoğusundaki Keremali dağı ile Gök-tepe orman serileri kayın ve meşe topluluklarından oluşur. Bu

ormanlardan kerestecilikte yararlanılır. Akyazı'da kerestecilik ve yan ürünleri sanayi bir hayli gelişmiştir [23].

### 3.3. Akyazı İlçesinin Ekonomik Yapısı

Akyazı'da yaşamakta olan insanların geçimi tarıma dayalıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 800 mm. olan ilçede mısır başta olmak üzere üretilen ürünler arasında buğday, pancar, patates ve çeşitli sebzeler gelmektedir. Ayrıca fındık deposu olan Akyazı'da yılda ortalama olarak üretilen 11.000 ton fındık ürünü de bölge insanların en önemli gelir kaynaklarından biridir.

Son zamanlarda seracılığa verilen önem meyvesini vermeye başlamış ve bölge insanların geçim kaynakları arasında yer almaya başlamıştır. İlçede, tarımla birlikte paralel olarak gelişmekte olan sanayi yöre insanların kazanç elde ettikleri dallardan biridir. Vatandaşların kendi gayretleri ile küçük çaptaki atölyelerde sanayi ürünleri üretilmekte ve pazarlaması yapılmaktadır. Bunun yanı sıra son yıllarda Kuzuluk ve Küçücek Mahalleleri sınırları içerisinde peş peşe kurulan ve çeşitli ürün üreten fabrikalar bir taraftan Akyazı'nın ekonomisine olumlu katkı sağlarken diğer taraftan da işsizliği büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır [25].

Bu işletmeler:

- Otoman Tekstil
- Aydın Örme
- Yazaki Otomotiv
- Çak Tekstil
- İşmont Tekstil
- Asaş Alüminyum
- Alimex Alüminyum
- Orthous Tır
- Kilmak Kaynak Makineleri
- Della Gıda vb.

### 3.4. Ballıkaya Barajı

Sakarya ilinin ve civar yerleşim yerlerinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak maksadıyla Mudurnu Çayı üzerinde inşa edilen Ballıkaya Barajı ile şehre yılda 189,22 milyon m<sup>3</sup> içme ve kullanma suyu temin edilecektir. İşe 22.02.2013 tarihinde başlanmış olup, iş bitim tarihi 04.07.2017'dir. 15.03.2013 tarihinde temeli atılmıştır. Fiziki gerçekleşme % 95'dir. Sakarya'nın 100 yıllık geleceğini yakından ilgilendiren önemli bir çalışmadır. Baraj aynı zamanda Sakarya'nın tek ve vazgeçilmez içme suyu kaynağı olan Sapanca Gölü'nü korumak ve yaşatmak için de alternatif su kaynağıdır [26].

### 3.5. Mudurnu Nehri

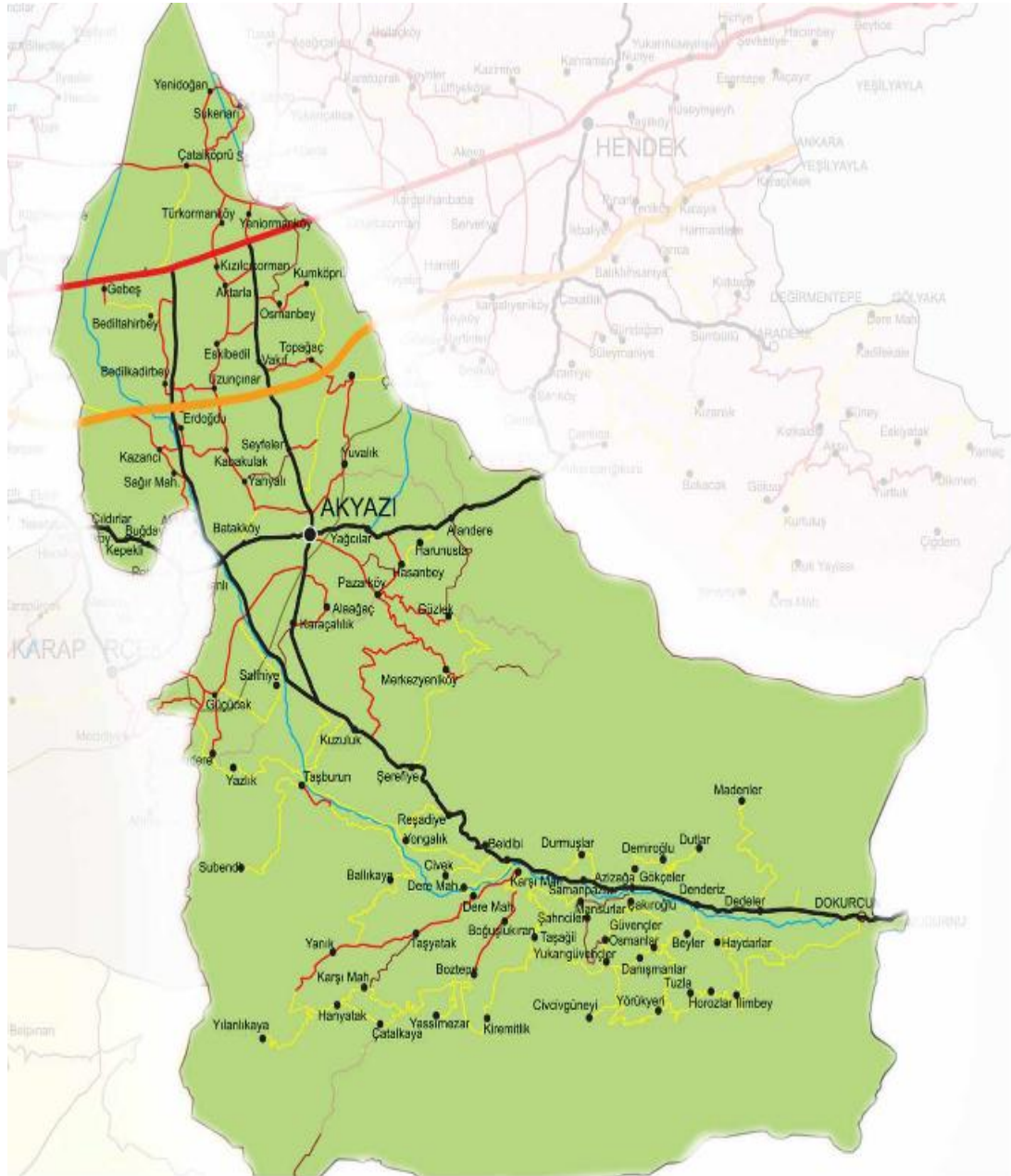
4. Zamandan günümüze kadar Karadeniz'e doğru hafif eğimli olan bu alan, başta Sakarya Irmağı olmak üzere akarsuların taşıdığı maddeler ile dolarak yer yer geniş düzlükler meydana gelmiştir. Sakarya İli'nin Akyazı bölümünün bir kısmı bu dolgu düzlükler üzerinde yer alırken, diğer kısmı (dağlık alan) 4. zaman (Paleolojik) yaşlı oluşumların üzerinde yer almaktadır. Ova tabakası genellikle fosilsiz olduğu için yaşları belirlenememiştir. Akyazı bölgesinde 1990 yılından sonra incelemelerde bulunan İsviçre Jeoloji Akademisinden araştırmacı Emili'ye göre, Paleolojik tabakalarla ova arasında Akyazı'dan Sapanca gölüne kadar uzanan alçak tepelerle kaplı olan kretane ve neozen tabakaları ile kaplı olup, Akyazı bölümü iki ayrı oluşumun iç içe olduğu bir alandır.

1. Oluşum: Derin bir vadinin akarsu taşınması ile dolması sonucu oluşan düzlük (Akova) olup, eğimi Karadeniz'e doğrudur.

2. Oluşum: 4. zamandaki İstanbul Boğazının oluşumu esnasında meydana gelen kıvrım ve kırılma hareketleri Kuzuluk yöresinde volkanizma sebep olmuştur. Volkanlardan çıkan lavlar ise özel bir karaktere sahip olmak üzere silisyum buharı şeklinde gerçekleşmiştir. Silisyum, bildiğimiz kum ve çakılın kimyasal ismi olup,

buhar halinde lav şeklinde püskürmüş ani soğuma ile temas ettiği tüm cisimlerin taşlaşmasına sebep olmuştur [24].

Şekil 3.1.'de Akyazı ilçesi haritası görülmektedir [27].



Şekil 3.1. Akyazı ilçesi haritası [27].

## **BÖLÜM 4. BENTİK MAKROİNVERTEBRATLAR**

### **4.1. Bentik Makroinvertebratlar**

Geleneksel su kalitesi izleme programları, kimyasal izlemeye odaklanmış olsa da, son dönemde su kalitesi yöneticileri ekosistem koşulları hakkında önemli bilgiler sağlayan biyolojik değerlendirmelere giderek daha fazla güven duymaktadırlar. Su kalitesi belirleme yöntemlerinden kimyasal analizlerle sudaki anlık (akut) durum tespiti yapılabilirken, biyolojik elementlerin kullanıldığı yöntemler örnekleme yapılan anın yanı sıra, kullanılan canlı elementine bağlı olarak, belirli bir süre önceki geçmişte sucul habitatın maruz kaldığı etkiler (kronik) hakkında bilgi sahibi olmamızı da sağlarlar. Suyun genel durumunu karakterize etmek için biyolojik materyallerin kullanımının en önemli avantajı, canlıların bir bölgedeki stres kaynaklarının tarihsel geçmişini de çok iyi bir şekilde yansıtmalarıdır [28].

Bentik Makroinvertebratlar akarsular gibi su kütlelerinin alt taraflarında yaşam döngüsünü geçiren omurgasız canlılardır. Bu canlıların çoğu nehirlerin taban kısmında kendi larva safhalarını geçirir ve birkaç hafta veya birkaç yıl sonra yetişkinler olarak ortaya çıkmaktadır [29].

Bentik makroinvertebratlar, yassıkurtlar (flatworms), halkalı kurtlar (annelids), yumuşakçalar (mollusks), kabuklular (crustaceans), böcekler (insects) olarak sınıflandırılırlar [30].

Bentik makroinvertebratların en önemli özelliği suyun kirlilik durumuna göre türlerin farklılık göstermeleridir. Yani, akarsuyun temiz bölgelerinde temiz sularda yaşayan canlı grupları yaşarken, kirli olan kısımlarında kirli sularda yaşayan canlı grupları yaşamaktadır. Bu durum suyun kalitesini belirlemede avantaj sağlamaktadır [31].



#### 4.2. Bentik Makroinvertebratların Farklı Stres Koşullarındaki Duyarlılıkları

Askıda katı madde; yoğun olduğu durumlarda primer prodüksiyonu azaltarak, doğrudan ya da dolaylı alg ve bitkilere bağımlı olan makromurgasızların gelişimini yavaşlatır ya da yok eder. Daha az yoğun olduğu durumlarda seçici etki göstererek süzerek beslenen organizmaları (Hydropsyche ve Simulium gibi) etkilerler. Askıda katı maddenin en önemli etkisi, tabana çöktüğünde ortaya çıkar. Akarsuların sığ ve akışın hızlı olduğu bölgelerde Ephemeroptera, Trichoptera ve Plecoptera üyeleri kaybolurlar, yerlerini Oligochaeta, Chironomid larvaları ve tatlı su sümüklülerine bırakırlar.

Bulanıklık; av-avcı ilişkisinde avcının etkisini azaltarak, avın miktarının artmasına yol açar. Bulanıklığın yüksek olduğu sularda, balığın yemi olan sülüklerin (Hirudinae) miktarının arttığı bildirilmiştir. Sıcaklık; makroomurgasızlar, kaynağa yakın bölgelerde bulunan Plecoptera gibi stenotermal organizmalar dışında, genellikle eurotermal olup, 30° C'ye kadar toleranslıdır. Ancak artan su sıcaklığının yanı sıra ortamda organik kirlenme varsa, oksijen konsantrasyonunun azalması makroomurgasızlar açısından problem yaratır.

Ekolojik etki; Karasal ekosistemden kaynaklanan materyallerin çoğu akarsu ekosisteminde besin zincirine katılır. Akarsu ekosistemi aşırı miktarda organik madde ve nitrat, fosfat gibi inorganik besin tuzları ile tahrip edilir. Akarsularda organik zenginleşme oksijen yetersizliği ve enfeksiyonlar yaratabilir. Buna organik kirlenme denir. İnorganik zenginleşme (ötrofikasyon) ise primer prodüksiyonun artmasına neden olarak oksijen dengesini bozar. Aşırı bitki ve alg gelişimine neden olur. Bu durum kirlilik olarak kabul edilir ve bentik omurgasızlar üzerine etkisi organik kirlenmenin etkisi ile aynıdır. Organik kirlenmeye takım düzeyinde en toleranssız grup Plecoptera, en toleranslı olanlar ise özellikle kirlenmenin şiddetli olduğu durumlarda egemen olan Oligochaeta üyeleridir. Diğer takımlarda tolerans durumları tür düzeyinde değişir. Çoğu sülükler organik kirliliğe toleranslı olup, oksijensiz ortamlarda uzun süre dayanabilirler. Ancak, kirli sularda dağılımlarını etkileyen en önemli faktör ortamda konakçı veya avlarının olmasıdır [32].

### 4.3. Makroinvertebrat Örnekleme ve Saklama Yöntemi

Makroomurgasızlar su ekosistemlerinin önemli bir bileşeni olup sucul ekolojik durum izlemesi için kullanılan en yaygın biyolojik gruptur. Su kalitesi ve ekolojik değerlendirmeyi de içeren birçok özel uygulama için çok kapsamlı örnekleme ve araştırma metodolojileri geliştirilmiştir. Hiçbir örnekleme tekniği tüm su türlerine uygun değildir ve farklı gereksinimlerin yerine getirilmesini sağlayacak bir dizi örnekleme prosedürünün belirtilmesi gereklidir. Örnekleme işleminin çalışma hedeflerine uygun olması ve sahanın fiziksel özelliklerinin dikkate alınması ve bu sebeple, uygun mesafe, alan ve zamana dayalı olması gerekir. Sel esnasında ve hemen sonrasında örnekleme işleminden kaçınılması gerekir (sellerin etkilerinin araştırılmaması durumunda). Bu zamanlarda alınan örnekler normal akış dönemlerinde alınan örneklerle kıyaslanabilir durumda değildir ve bunların sahanın altta yatan çevresel kalitesini doğru bir şekilde yansıtması mümkün değildir [4].

Su kalitesi tayini için biyolojik yaklaşım, kimyasal analizleri tamamlayıcı olarak gösterilmektedir. Örneğin bazı organizmaların sularda bulunması bu suya kirlilik deşarjının göstergesi olabilmektedir. Yüzeysel sığ sularda bulunan bütün organizmaları tayin etmek oldukça zor olduğundan makroskobik makroinvertebratların tayin edilmesine çalışılmaktadır. Bunların seçilmelerindeki amaç kolaylıkla görülmeleridir. Örnekleme için karmaşık aletlere gerek duyulmaması (el neti ve tepsi yeterli olmaktadır), arazide incelenebilmeleri avantajdır.

Akarsularda makroinvertebrat tayininde tayini yapacak uzmanın, nehirde güvenli olduğu bölge seçilir. Uzman zamanla suya nasıl, nereden gireceği, nasıl duracağı, konusunda tecrübe kazanır. Biyolojik izlemede makroinvertebrat incelemesi her yerden örnek alınması mümkün olmadığından, genellikle örnekleme noktası, gölün geniş bir alanını veya nehrin uzun bir bölümünü temsil edecek şekilde seçilir. Akarsularda su içine rahatça girilebilecek sığ ve bol taşlı, çakılı yerlerde invertebratlar büyük çeşitlilik gösterir.

Sığ sularda makroinvertebrat tayini için numuneler 780 mm ağız açık el neti (bir sopanın ucuna bir çerçeve ile tutturulmuş bir ağdan oluşur) ile alınır. Akarsu tabanına tutulan net hayvanların tabanda nete geçişini sağlamak için suyun akış yönünde tutularak ayaklarla eşeleme yapılır. Aynı zamanda taş, tuğla tahtalar kullanılarak bunların üstüne yapışmış hayvanlarda net içine alınır. Mollusca veya caddis larvaları gibi yapışkan hayvanlar pens veya çakı ile net içine alınır. Bu işlem 10 m'lik mesafede yapılmalıdır. Bütün istasyonlarda standardizasyon sağlamak için numune alma süreleri aynı seçilir.

Derin nehirlerde nehirlerin kıyısındaki bitki ve ağaç kökleri veya suda bulunan diğer engeller etrafında dolanarak numune alınmalıdır. Netin içindekiler boşaltılır. Önce suda birkaç kez sallanarak yıkanır ve çamuru giderilir daha sonra dikdörtgen ve derinliği 30x50 cm olan kaba boşaltılır. İnvertebratlar gözle tanımlanır, tanımlanamayanlar için de formaldehit veya alkol bulunan şişelere konarak, daha detaylı inceleme ve tanımlama için laboratuara götürülür. Gerekiyorsa tüm numune laboratuara taşınabilir. Derin akarsu ve göllerdeki bentozdaki makroinvertebratlar daha az değişim gösterirler. Bunun için özellikle göllerin diplerinden numune almak için kepçeler kullanılır. Bu kepçe ile göl tabanından bir parça koparılır ve kepçe kaldırılarak kenarda tutulan ince delikli bir nete boşaltılır. İçindeki çamurun giderilmesi için numune yıkanır ve içindeki organizmaların incelenmesi ve nitelendirilmesi için tepsi içine ters çevrilir.

Makroinvertebrat numune almada kullanılan malzemeler aşağıda verilmiştir:

- Kepçe ve dreçler
- El ağları
- Tepsiler
- Taban çamuru numunesi almak için klor aleti
- Hava kaldırıcı (asansörü) [7].

Yüzeysel sularda İzlenmesi gereken kalite elementleri, biyolojik parametreler 28910 Resmi gazete sayılı Yüzeysel Sular ve Yer altı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik 'de Tablo 4.1.'de olduğu gibi verilmiştir.

Tablo 4.1. Yüzeysel sularda izlenmesi gereken kalite elementleri, biyolojik parametreler

| Akarsular   | Göller  | Kıyı Suları   | Geçiş Suları   |
|---|---|---|--|
| <b>BİYOLOJİK PARAMETRELER</b>   |   |   |  |
| Fitoplankton ve fitobentos (taksonomik kompozisyon, bolluk)                               | Fitoplankton ve fitobentos (taksonomik kompozisyon, bolluk, biyokütle, klorofil-a)        | Fitoplankton ve fitobentos (taksonomik kompozisyon, tür çeşitliliği, bolluk, biyokütle, klorofil-a) | Fitoplankton ve fitobentos (taksonomik kompozisyon, bolluk, biyokütle, klorofil-a) |
| Makrofitler (bolluk, kompozisyon, hassas tür varlığı)                                     | Makrofitler (bolluk, kompozisyon, hassas tür varlığı)                                     | Makroalgler, Angiospermiler (tür çeşitliliği, bolluk, hassas tür varlığı, derinlik dağılımı/örtü)   | Makroalgler, Angiospermiler (taksonomik kompozisyon, bolluk)                       |
| Bentik omurgasızlar (tür çeşitliliği, taksonomik kompozisyon, bolluk, hassas tür varlığı) | Bentik omurgasızlar (tür çeşitliliği, taksonomik kompozisyon, bolluk, hassas tür varlığı) | Bentik omurgasızlar (tür çeşitliliği, bolluk, hassas tür varlığı)                                   | Bentik omurgasızlar (tür çeşitliliği, bolluk, hassas tür varlığı)                  |
| Balık (bolluk, kompozisyon, yaş dağılımı, hassas tür varlığı)                             | Balık (bolluk, kompozisyon, yaş dağılımı, hassas tür varlığı)                             | -   | Balık (bolluk, kompozisyon,)   |

Baskı türüne göre izlenmesi gereken biyolojik kalite elementleri, 28910 Resmî gazete sayılı Yüzeysel Sular ve Yer altı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik’de aşağıdaki Tablo 4.2.’deki gibi verilmiştir.

Tablo 4.2. Baskı türüne göre izlenmesi gereken biyolojik kalite elementleri

| Biyolojik Kalite Elementleri | Hidromorfolojik Baskılar | Nutrientler | Organik Kirlilik | Asidifikasyon |
|------------------------------|--------------------------|-------------|------------------|---------------|
| Mokroomurgasızlar            | ++                       | ++          | +++              | ++            |
| Bentik algler<br>Makrofitler | +                        | +++         | ++               | ++            |
| Balık                        | +++                      | +           | +                | +             |

Biyolojik ve Mikrobiyolojik Örneklemeler için Standart listesi, 28910 Resmi gazete sayılı Yüzeysel Sular ve Yer altı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik'de Tablo4.3.'de verildiği gibi verilmiştir [33].

Tablo 4.3. Biyolojik ve mikrobiyolojik örneklemeler için standart listesi

| TS NO | STANDART ADI   |
|-------|--|
|       | <b>MAKROOMURGASIZ</b>  |
| 1     | TS 6469 EN 27828<br>Su Kalitesi-Biyolojik Numune Alma Metotları-Sudaki Bentik Makro-Omurgasızlardan Kepçe Ağı İle Numune Alma Kılavuzu   |
| 2     | TS EN ISO 8689-1<br>Su Kalitesi-Nehirlerin Biyolojik Sınıflandırılması-Bölüm 1: Nehir Dibi Makro Omurgasızların İncelenmesinden Elde Edilen Biyolojik Kalite Verilerinin Yorumlanması İçin Kılavuz |
| 3     | TS EN ISO 8689-2<br>Su Kalitesi-Nehirlerin Biyolojik Sınıflandırılması-Bölüm 2: Nehir Dibi Mokroomurgasızlarının İncelenmesinden Elde Edilen Biyolojik Kalite Verilerinin Sunumu İçin Kılavuz      |
| 4     | TS EN ISO 9391<br>Su Kalitesi - Derin Sularda Makro-Omurgasızlardan Numune Alma - Kalitatif ve Kantitatif Numune Alıcılar İle Koloni Şeklindeki Numune Alıcıların Kullanım Kılavuzu                |
| 5     | TS EN 15196<br>Su kalitesi - Ekolojikdeğerlendirme için pupal exuviae of Chironomidae (Order Diptera) numunesinin alınması ve işlenmesine dair kılavuz   |
| 6     | TS EN 28265<br>Su Kalitesi-Sığ Tatlı Sularda Taşlık Zemindeki Bentik Makro Omurgasızlardan Kantitatif Numune Almada Kullanılan Numune Alıcıların Tasarımı ve Kullanımı                             |
| 7     | TS EN ISO 16665<br>Su kalitesi- Deniz yumuşak dip makrofaunasından kantitatif olarak numune alınması ve numunelerin hazırlanması kılavuz   |

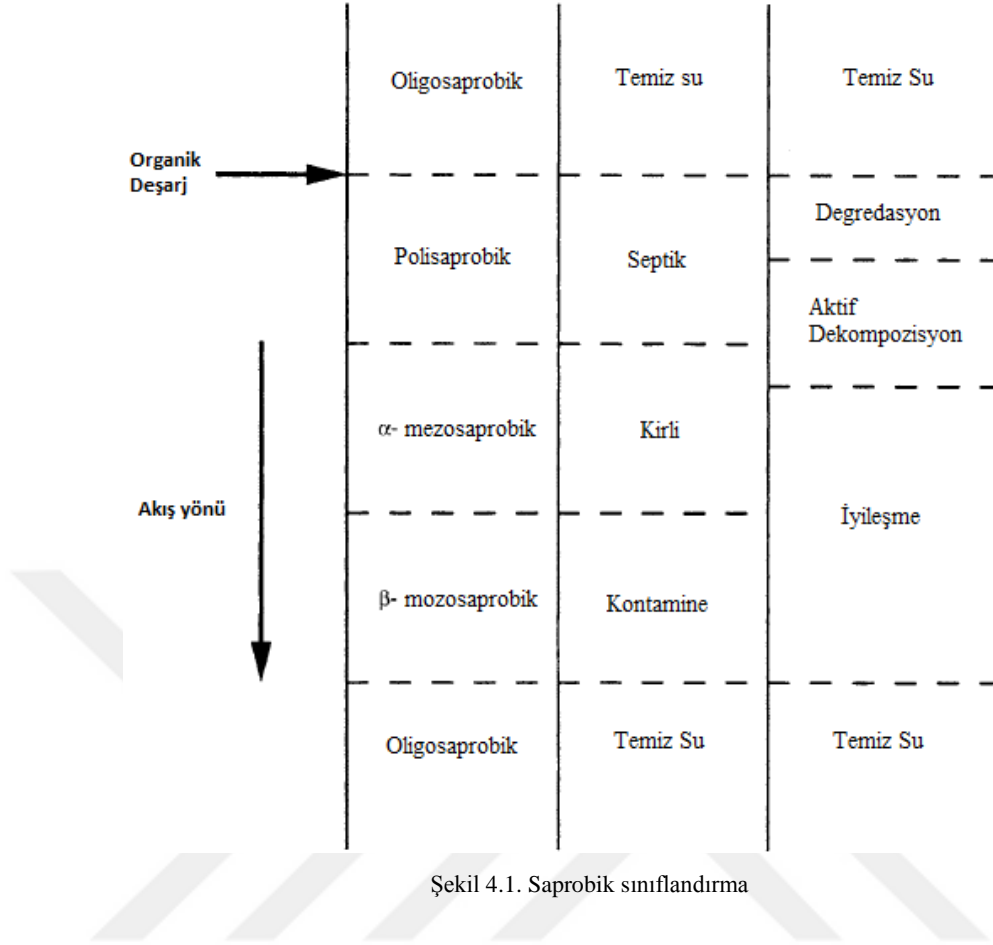
#### 4.4. Biyolojik İndeksler

Arazi çalışması sonucunda elde edilen veriler standartlaştırılmış arazi formlarına geçirilir. Böyle bir formda toplanan verilerin işlenmesi için sütunlar ve diğer yararlı bilgilerin unutulmaması için bir kontrol listesi bulunur. Bu veriler biyolojik indeksler ile anlaşılır hale getirilir. Birçok çalışmacı tarafından Biyotik indeksler geliştirilmiştir. Bunlar metotların esasında önce invertebrat familyaları için skor tayin edilir. Bu skorlar bir sınıfa karşılık gelmektedir. Böylece bu sınıf, suyun biyolojik kalitesi hakkında bir fikir verir [7].

Avrupa’ da makrozoobentik omurgasızlarının su kalitesi tayini için kullanımı için ilk geliştirilen indeks Saprobi indeks olup birçok indeksin temeli halen saprobi sisteme dayanmaktadır. Sabrobi sistem dışında Avrupada ilk gelişme İngiltere’de Trent Biotik İndeks kullanımı ile gerçekleştirilmiştir [4].

##### 4.4.1. Saprobi indeksi

Saprobik sistem 1908’de topluluk yapısı ile kalite statüsünü ilişkilendiren Kolwitz ve Marsson tarafından geliştirilmiştir ve türlerin belirli organik kirlilik seviyeleri ile ilişkilendirilmesinde kullanılır. Kolkwitz ve Marsson’un (1908-1909) uyguladığı Sabrobi Sistem Yönteminin bazı yönleri Liebmann (1962), Zelinka ve Marvan (1961), Sladeczek (1973) ve diğer bazı araştırmacılar tarafından değiştirilmiştir. Saprobi, bir organizmanın besin kaynağı olarak organik maddelere bağlı olması anlamına gelir. Saprobi terimi aynı zamanda bir akarsudaki çoğunlukla evsel atık sulardan gelen ve oksijen miktarını düşüren organik madde kontaminasyon derecesini ifade etmektedir. Saprobik sistem sınıflandırması dört sınıfa ayrılır. Bu sınıflar Şekil 4.1.’de gösterilmektedir.



- Oligosaprobik temiz ve sağlıklı nehir bölgesini,
- Polisaprobik deşarj noktasına en yakın ve kirlilikten en fazla etkilenmiş bölgeyi,
- Alfa( $\alpha$ ) mezosaprobik bölge ağır kirliliğin gözlemlendiği bölgeyi,
- Beta ( $\beta$ ) mezosaprobik bölge orta kirliliğin gözlemlendiği bölgeyi ifade etmektedir [34].

Saprobi indeksinde bakteri, alg, Protozoa, Rotifera, makrozoobentik omurgasızları ve balıkları içeren canlı grupları içinde belirlenen indikatör türlerin kirliliğe göre hoşgörülerini belirlenerek değerler ortaya çıkarılmıştır. Saprobi indeksinde tek tür, bir Saprobik zonun temsilcisi sayılamaz [35].

Bir taksonun çeşitli çevre şartlarında bulunup bulunmamasının gözlenmesiyle indikatör organizmaların listesi çıkartılır. Bu listede bulunan her indikatör tür için bir saprobik değer belirlenir, bu değerler saprobik indeks formülüne yerleştirilerek

bölgenin saprobik değeri ortaya çıkar. Bu yöntemde uygulanan formülde (Denklem 4.1) aşağıda olduğu gibi hesaplanmaktadır.

$$S = \frac{\sum s.h.g}{\sum h.g} \quad (4.1)$$

S: Saprobi indeksi,

s: Organizmaların saprobi değeri,

h: Türün yoğunluğu (h=1 az yoğun, h=3 orta derece yoğun, h=5 çok yoğun)

g: İndikasyon ağırlığı

Formül sonucunda ortaya çıkan S saprobik değeri kirlilik derecesini ifade etmektedir.

Tablo 4.4.'de kirlilik derecelerine göre Saprobik indeks değerleri verilmiştir [4].

Tablo 4.4. Kirlilik derecelerine göre Saprobik İndeks değerleri

| S değeri  | Kirlilik Derecesi |
|-----------|-------------------|
| 1,0 – 1,5 | Az                |
| 1,5 – 2,5 | Orta              |
| 2,5 – 3,5 | Çok               |
| 3,5 – 4,5 | Ağır              |

Tablo 4.5.'de Saprobi indekse göre akarsu kalite sınıfları gösterilmektedir.



Tablo 4.5. Saprobi İndekse göre akarsu kalite sınıfları

| Kalite sınıfları | Organik kirlenmenin derecesi | Saprobitat                     | Saprobi İndeks | BOI <sub>5</sub> mg L-1 | NH <sub>4</sub> -N mg L-1 | O <sub>2</sub> Minimum mg L-1 |
|------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| I                | Çok az kirlenmiş             | Oligosaprob                    | 1,0 -< 1,4     | 1                       | En çok iz halinde         | > 8                           |
| I-II             | Az kirlenmiş                 | Oligosaprob/<br>Betamesosaprob | 1,5 -< 1,8     | 1 - 2                   | 0,1 civarında             | > 8                           |
| II               | Orta derecede kirlenmiş      | Betamesosaprob                 | 1,8 -< 2,3     | 2 - 6                   | 0,3                       | > 6                           |
| II-III           | Kritik kirlenmiş             | Alfabetamesasaprob sınırı      | 2,3 -< 2,7     | 5 - 10                  | 1                         | > 4                           |
| III              | Çok kirlenmiş                | Alfamesosaprob                 | 2,7 -< 3,2     | 7 - 13                  | 0,5 den fazla birkaç mg/l | > 2                           |
| III-IV           | Çok kuvvetli kirlenmiş       | Alfamesosaprob / Polisaprob    | 3,2 -< 3,5     | 10 - 20                 | 1 den fazla               | < 2                           |
| IV               | Şiddetli kirlenmiş           | Polisaprob                     | 3,5 -< 4,0     | 15                      | 1 den fazla               | < 2                           |

#### 4.4.2. Trend biyotik indeksi

Trend Biyotik İndeksi (TBI) İngiltere’de Trent Nehri’nin izlenmesi için geliştirilmiş olup daha sonra diğer birçok ülkede de kullanılabilecek şekilde adaptasyonu üretilmiştir. Kick-net yöntemi ile toplanmış taban büyük omurgasızları familya, cins veya tür düzeyine kadar teşhis edilerek skorları saptanır. Ancak organizmalar sayısal olarak değerlendirilmez. Toplanan materyaldeki kirliliğe hassas gruplar ile komponent grupların sayıları indeksin temelini oluşturur. Temiz sularda indeks değeri 10 olarak saptanır. Kirliliğin artışı ile bu sayı düşer. TBI’nin hassasiyetini arttırabilmek için indeks değeri 0-15 şeklinde değiştirilmiş olup “Genişletilmiş Biyotik İndeks” adı verilmiştir. Bu iki indeksin de eleştirilen en önemli noktası bolluğunun indekslerde göz önüne alınmamış olmasıdır. Bu nedenle sürüklenme gibi etmenlerle tesadüfen ortamda bir bireyle temsil edilen organizmalar da indekste ele alınır. Bu da indeks değerinin yüksek çıkmasına neden olur [6].

Tablo 4.6.’da Genişletilmiş Biyotik indeks skorlarına göre değerlendirilmesi verilmiştir [6].

Tablo 4.6. Genişletilmiş biyotik indeks [6].

|  |  |                              | Mevcut grupların toplam sayısı  |     |      |       |       |       |       |       |       |       |   |
|--|--|------------------------------|---|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
|  |  |                              | 0-1   | 2-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 | 31-35 | 36-40 | 41-55 |   |
| Genişletilmiş Biyotik İndeks                               |  |                              |   |     |      |       |       |       |       |       |       |       |   |
|  |  |                              | Mevcut grupların toplam sayısı  |     |      |       |       |       |       |       |       |       |   |
|  |  |                              | 0-1   | 2-5 | 6-10 | 11-15 | 16+   |       |       |       |       |       |   |
| Trent Biyotik İndeks                                       |  |                              |   |     |      |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Kirlilik derecesi arttıkça organizmaların kaybolma eğilimi |  |                              | Biyotik İndeksler   |     |      |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Temiz  | Placoptera nimfleri                                | Tür >1<br>1 tür              | -   | 7   | 8    | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |   |
|  | Ephemeroptera türleri ( <i>Baetis</i> hariç)       | Tür >1<br>1 tür              | -   | 6   | 7    | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |   |
|  | Trichoptera larvası veya ( <i>Baetis rhodani</i> ) | Tür >1<br>1 tür              | -   | 5   | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    |   |
|  | Gammarus   | Yukarıdaki türlerin tümü yok | 4   | 4   | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |   |
|  | Asellus  | Yukarıdaki türlerin tümü yok | 3   | 4   | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |   |
|  | Tubificid ve/veya chironomid larvaları             | Yukarıdaki türlerin tümü yok | 2   | 3   | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |   |
|  |  |                              | 1   | 2   | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |   |
|  | Kirli  | Yukarıdaki türlerin tümü yok | Çözünmüş oksijene gereksinim duymayan <i>Eristalis tenax</i> gibi bazı organizmalar | 0   | 1    | 2     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | - |

#### 4.4.3. Belçika biyotik indeks (BBİ)

Su kirliliğinin belirlenmesinde kullanılan bir başka yöntem ise TBİ'den geliştirilen Belçika Biyotik İndeksidir (BBİ). Bu yöntem akarsulardan toplanmış makrozoobentik organizmaların familya, cins veya tür düzeyinde teşhis edilerek değerlendirilmesi ile uygulanmaktadır. Ancak organizmalar sayısal olarak indekste değerlendirmeye alınmamakta ve toplanan materyaldeki kirliliğe hassas gruplar ile komponent grupların sayısı indeksin temelini oluşturmaktadır. Bu indekste teşhis edilen sistematik birimlerin kullanma düzeyleri farklı taksonomik düzeylerde olmaktadır. İndeksin sınırları 0–10 arasında değişmektedir. Yüksek indeks değerleri daha duyarlı grup ve sistematik birimlerin varlığını göstermektedir [4].

Tablo 4.7.'de BBİ su kalitesi sınıfları indeks skorlarına göre değerlendirilmesi verilmiştir.

Tablo 4.7. BBİ su kalitesi sınıfları [7].

| Kalite Sınıfı | İndeks Skoru | Anlamı                            |
|---------------|--------------|-----------------------------------|
| 1             | 9,10         | Hafif kirli ya da kirli değil     |
| 2             | 7,8          | Hafif Kirli                       |
| 3             | 5,6          | Orta derecede kirli, kritik durum |
| 4             | 3,4          | Yoğun Kirli                       |
| 5             | 0,1,2        | Çok Yoğun Kirli                   |

Tablo 4.8.'de BBİ sistematik birimlerin skorlarına göre değerlendirilmesi verilmiştir.

Tablo 4.8. Belçika Biyotik İndeksi [6].

| I<br>Hayvansal gruplar   | II                                | III<br>Bulunan sistematik birimlerin (SU) toplam sayısı 0-1 |     |      |       |     |
|--|-----------------------------------|---|-----|------|-------|-----|
|  |                                   | 0-1   | 2-5 | 6-10 | 11-15 | >16 |
| 1. Plecoptera veya Ecdyonuridae (=Heptageniidae)                               | 1 çeşitli S.U.                    | Biyotik indeks  |     |      |       |     |
|  |                                   | -   | 7   | 8    | 9     | 10  |
|  | 2 sadece 1 S.U.                   | 5   | 6   | 7    | 8     | 9   |
| 2. Evcikli Trichoptera   | 1 çeşitli S.U.                    | -   | 6   | 7    | 8     | 9   |
|  | 2 sadece 1 S.U.                   | 5   | 5   | 6    | 7     | 8   |
| 3. Ancylidae veya Ephemeroptera (Ecdyonuridae hariç)                           | 1 >2 S.U.                         | -   | 5   | 6    | 7     | 8   |
|  | 2 2 veya <2 S.U.                  | 3   | 4   | 5    | 6     | 7   |
| 4 .Aphelocheirus veya Odonata veya Gammaridae veya Mollusca (Sphaeridae hariç) | 0 Bildirilen S.U. 'lerin tümü yok | 3   | 4   | 5    | 6     | 7   |
| 5. Asellus veya Hirudinea veya Sphaeridae veya Hemiptera (Aphelocheirus hariç) | 0 Bildirilen S.U. 'lerin tümü yok | 2   | 3   | 4    | 5     | -   |
| 6. Tubificidae veya Chironomidae (thummi-plumosus grubu)                       | 0 Bildirilen S.U. 'lerin tümü yok | 1   | 2   | 3    | -     | -   |
| 7. Eristalinae (=Syrphidae)  | 0 Bildirilen S.U. 'lerin tümü yok | 0   | 1   | 1    | -     | -   |

#### 4.4.4. Biyolojik izleme çalışma grubu biyotik indeksi (BMWP)

Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Biyotik İndeksi (BMWP) İngiltere'deki tüm akarsuların biyolojik olarak araştırılmasına bir temel sağlamak amacıyla, zamana göre değişimi izlemek ve bölgeler arasında karşılaştırma yapmak üzere 1978 yılında geliştirilmiştir. Chandler skor sisteminin basitleştirilerek standardize edilmesiyle oluşturulmuş ve Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Sayısı olarak adlandırılmıştır. Bu yöntemde taksonomik birlikteliği sağlamak için familya düzeyinde teşhisler tercih edilmiş ve bolluk faktörü göz önüne alınmamıştır. Tablo 4.9.'da familyaların BMWP

değerleri verilmektedir. Bu sistem sığ ve hızlı akıntılı sularda kullanılabilceği gibi derin ve yavaş akım hızına sahip sulardaki bütün örnekleme noktaları için uygun olup, arazide kolayca uygulanabilir. BMWP, TBİ ile karşılaştırıldığında taksonomik olarak daha kompleks bir indekstir ve bazı grupların parçalara ayrılarak kullanılmasını gerektirir [4].

Tablo 4.9. Familyaların BMWP değerleri [4].

| FAMİLYALAR   | SAYI |
|--|------|
| Siphonulidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leutridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae | 10   |
| Astacidae, Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae   | 8    |
| Caenidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae   | 7    |
| Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platycnemididae, Coenagriidae  | 6    |
| Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae, Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Eliminthidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae             | 5    |
| Baetidae, Sialidae, Piscicolidae   | 4    |
| Valvatidae, Hydroniidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpoddellidae, Asellidae  | 3    |
| Chironomidae   | 2    |
| Oligochaeta (Bütün grupları)   | 1    |

Tablo 4.10.'da familyaların BMWP'ye göre ölçeklendirilmiş kalite sınıfları verilmektedir [7].

Tablo4.10. BMWP'ye göre ölçeklendirilmiş kalite sınıfları[7].

| BMWP değeri | Kategori      | Kirlilik Düzeyleri |
|-------------|---------------|--------------------|
| 0-10        | Çok kalitesiz | Çok Kirli          |
| 11-40       | Kalitesiz     | Kirli              |
| 41-70       | Orta dereceli | Orta kirli         |
| 71-100      | Kaliteli      | Temiz              |
| >100        | Çok kaliteli  | Çok temiz          |

Tablo 4.11.'de Biyolojik skorlama ile NWC sınıfları arasında bağıntı verilmiştir [7].

Tablo 4.11. Biyolojik skorlama ile NWC sınıfları arasında bağıntı [7].

| NWC SINIFI | TBI   | BMWP  |
|------------|-------|-------|
| 1A         | 10+   | 65    |
| 1B         | 9,8   | 41-65 |
| 2          | 7,6,5 | 21-40 |
| 3          | 4,3   | 6-20  |
| 4          | 2,1,0 | 6     |

#### 4.4.5. Her taksonun ortalama değeri (average score per taxon=ASPT)

Her Taksonun Ortalama Değeri (ASPT), toplam BMWP değerinden hesaplanmaktadır. Örnekleme noktasında elde edilen toplam BMWP değeri, örnekleme noktasında elde edilen toplam familya sayısına bölünür. Sonuçta elde edilen sayı ASPT değeridir. ASPT değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak (Denklem 4.2) hesaplanır.

$$ASPT = \frac{\text{Toplamti}}{n} \quad (4.2)$$

ti: Taksonların toplam hoşgörü değerleri (BMWP değeri)

n: Taksonların toplam sayısı

ASPT'ye göre su kalite sınıfları, dört basamağa ayrılmaktadır. Tablo 4.12.'de verilmiştir [21].

Tablo 4.12. ASPT'ye göre su kalite sınıfları

| Su Kalitesi Sınıflar |          |                          |
|----------------------|----------|--------------------------|
| ASPT                 | Rakamsal | Kalite Sınıfı            |
| >6                   | I        | Kirlenmemiş              |
| 5-6                  | II       | Az Kirlenmiş             |
| 4-5                  | III      | Orta Derecede Kirlenmiş  |
| <4                   | IV       | Aşırı Derecede Kirlenmiş |

#### 4.4.6. Shannon indeksi

Shannon İndeksi ( $H'$ ), biyo çeşitlilik ölçümünde kullanılan çeşitlilik indekslerinden birisidir. Bu indeksin avantajı, türlerin tarafsızlıklarının ve sayılarının

hesaplanmasını içermesidir. Shannon-Weaver ismi yanlış bir adlandırmadır. Birkaç biyolog, teorisinin kuruluş bilgilerini hazırlayan Claude Shannon'ın kitabına etkili bir önsöz yazan ve bu teorisinin farklı bir yönden hızla geliştirilmesinde çok önemli bir rol oynamıştır. Fakat, Rockefeller Kuruluşu'nun yöneticisi cömert bir ücret karşılığında bilgi teorisinin birincisini almıştır. Nobert Wiener'in indekslerin herhangi birinde emeği olmamasına rağmen sibernetiğin popülaritesinde etkili olmuştur. İndeks değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak (Denklem 4.3) hesaplanır.

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \quad (4.3)$$

N: bir popülasyondan alınan örnekteki bireylerin sayısı,  
 $n_i$ : bir popülasyondan alınan örnekteki bir türe ait bireylerin sayısı,  
 s: bir örnekteki ya da popülasyondaki türlerin sayısıdır [7].

Tablo 4.13.'de Shannon İndeksi kalite sınıfları verilmiştir [7].

Tablo 4.13. Shannon İndeksi kalite seviyesi [7].

| Çeşitlilik Seviyesi | Shannon Çeşitlilik İndeksi | Kirlilik Seviyesi |
|---------------------|----------------------------|-------------------|
| Çok iyi             | 3,0-4,5                    | Çok hafif         |
| Orta                | 2,0-3,0                    | Hafif             |
| Zayıf               | 1,0-2,0                    | Orta              |
| Çok Zayıf           | 0,0-1,0                    | Ağır kirlilik     |

#### 4.4.7. Chandler biyotik skor indeksi

İskoçya'da geliştirilmiştir. TBI'ye göre daha detaylı bir makroomurgasız listesi ile birlikte bolluk faktörünü de içerir. Skor, mevcut organizmaların teşhisi ve her grup için bolluk sınıflandırmasının tespitinin ardından o grup için uygun derece seçilerek saptanır [34].

TBİ gibi tanımlanması zor olan chrinomidae ve annelida türleri tek bir grup olarak değerlendirilir. Bu sistem, tür tanımlamasının daha detaylı olarak yapılmasını ve tüm türlerin göreceli bolluklarının belirlenmesini gerektirmesi nedeniyle TBİ'ye göre daha fazla zaman alır [35].

Her bir türün derecesi toplanarak toplam skor belirlenir. Skor duyarlı grupların artan bollukları ile artar ve toleranslı grupların bolluklarının artışı ile azalır. Toplam skor 0-100 arasında değişmekte ve toplam skor azaldıkça suyun kirliliği artmaktadır. Tablo 4.14.'de ve Tablo 4.15.'de puanlama sistemi verilmiştir [4].

Tablo 4.14. Chandler Biyotik Skor İndeksi [4].

| Teşhis Edilen Canlı Sayısı | Örnekteki Bolluk |
|----------------------------|------------------|
| 1-2                        | Mevcut           |
| 3-10                       | Az               |
| 11-50                      | Yaygın           |
| 51-100                     | Bol              |
| 100+                       | Çok Bol          |



Tablo 4.15. Chandler Biyotik Skor İndeksi Puan Sistemi [7].

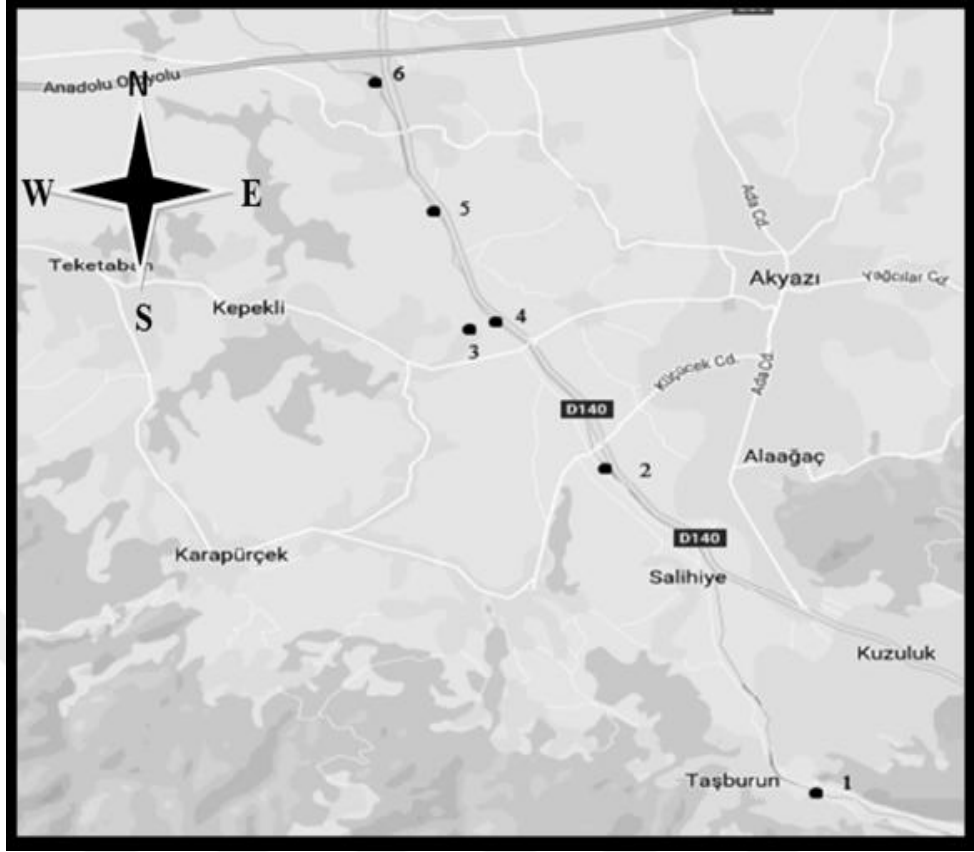
| Örnekte bulunan gruplar                                   | Artan Bolluk |        |        |     |         |
|---|--------------|--------|--------|-----|---------|
|   | Var          | Birkaç | Yaygın | Bol | Çok bol |
| <i>Planaria alpina</i> ,<br>Taeniopterygidae              |              |        |        |     |         |
| Perlidae, Isoperlidae                                     | 90           | 94     | 98     | 99  | 100     |
| Chloroperlidae'nin her türü                               |              |        |        |     |         |
| Leuctridae, Capniidae, ve<br>Nemouridae'nin her türü      | 84           | 89     | 94     | 97  | 98      |
| ( <i>Amphinemura</i> hariç)                               |              |        |        |     |         |
| Ephemeroptera'nin her türü<br>( <i>Baetis</i> hariç)      | 79           | 84     | 90     | 94  | 97      |
| Evcikli Trichoptera,<br>Megaloptera'nin her türü          | 75           | 80     | 86     | 91  | 94      |
| <i>Ancylus</i> 'un her türü                               | 70           | 75     | 82     | 87  | 91      |
| <i>Rhyacophila</i> 'nin her türü                          | 65           | 70     | 77     | 83  | 88      |
| <i>Dicranota</i> , <i>Limnophora</i> cinsleri             | 60           | 65     | 72     | 78  | 84      |
| <i>Simulium</i>   | 56           | 61     | 67     | 73  | 75      |
| Coleoptera, Nematoda cinsleri                             | 51           | 55     | 61     | 66  | 72      |
| <i>Amphinemura</i> (Plecoptera)                           | 47           | 50     | 54     | 58  | 63      |
| <i>Baetis</i> (Ephemeroptera)                             | 44           | 46     | 48     | 50  | 52      |
| <i>Gammarus</i>   | 40           | 40     | 40     | 40  | 40      |
| Evciksiz Trichoptera'nin her<br>türü                      | 38           | 36     | 35     | 33  | 31      |
| ( <i>Rhyacophila</i> hariç)                               | 35           | 33     | 31     | 29  | 25      |
| Tricladida'nin her türü                                   | 32           | 30     | 28     | 25  | 21      |
| ( <i>P. alpina</i> hariç)                                 | 30           | 28     | 25     | 22  | 18      |
| Hydracarina cinsleri                                      |              |        |        |     |         |
| Mollusca'nin her türü ( <i>Ancylus</i><br>hariç)          | 28           | 25     | 21     | 18  | 15      |
| Chironomidae'nin her türü<br>( <i>Ch. riparius</i> hariç) | 26           | 23     | 20     | 16  | 13      |
| <i>Glossiphonia</i> 'nin her türü                         | 25           | 22     | 18     | 14  | 10      |
| <i>Asellus</i> 'un her türü                               | 24           | 20     | 16     | 12  | 8       |
| Sülüklerin her türü                                       | 23           | 19     | 15     | 10  | 7       |
| ( <i>Glossiphonia</i> , <i>Haemopsis</i> hariç)           | 22           | 18     | 13     | 12  | 9       |
| <i>Haemopsis</i> 'in her türü                             | 21           | 17     | 12     | 7   | 4       |
| <i>Tubifex</i> sp. nin her türü                           | 20           | 16     | 10     | 6   | 2       |
| <i>Chironomus riparius</i>                                | 19           | 15     | 9      | 5   | 1       |
| <i>Nais</i> 'in her türü                                  | 0            | 0      | 0      | 0   | 0       |
| Hava solunumu yapan türlerin<br>her türü                  |              |        |        |     |         |
| Canlı hayvan yok  |              |        |        |     |         |

## **BÖLÜM 5. MATERYAL METOD**

### **5.1. Materyal**

Akyazı'da tekstil sanyı, gıda sanayi, alüminyum sanayi, pvc sanayi, turizm işletmesi, otomotiv yan sanayi ve meşrubat sanayi olmak üzere 25 adet işletme bulunmaktadır. Bu işletmeler E-5 Karayolu kenarında, Osmanbey Köyü civarına, Küçücek Beldesi Sanayi Alanın'da, Kuzuluk ve Şerefiye Beldeleri'nde yer almaktadır. Bu işletmelerin 10 tanesi Mudurnu kenarında kurulmuştur. Akyazı'da sanayi merkezi Küçücek Sanayi Alanın'da yer alan işletmelerdir.

Numune alma noktaları sistemi en iyi şekilde temsil edebilecek 6 nokta tespit edilerek seçilmiştir. Bu bölgenin seçilmiş olmasının nedeni özellikle çevresinde bulunan tarım arazileri, yerleşim bölgeleri ve sanayi kuruluşlarının olmasıdır. Mudurnu Nehri Numune Alma Noktaları Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Mudurnu Nehri numune alma noktaları

Birinci örnekleme noktası; Taşburun beldesinde, bölgede bulunan fabrika atıksu deşarjlarının yapılmaya başlanmadığı, Mudurnu Nehri üzerinde bulunan numune alma noktasıdır. Şekil 5.2.'de birinci örnekleme noktasının görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.2. Birinci örnekleme noktası

İkinci örnekleme noktası; fabrika deşarjlarının başladığı, anayol üzerindeki köprü altında bulunan numune alma noktasıdır. Şekil 5.3.'de ikinci örnekleme noktasının görünümü verilmiştir. Bu Noktadan önce Alimünyüm sanayi bulunmaktadır.



Şekil 5.3. İkinci örnekleme noktası

Üçüncü örnekleme noktası; Küçücek deresinin üzerinde bulunan numune alma noktasıdır. Şekil 5.4.'de üçüncü örnekleme noktasının görünümü verilmiştir. Bu Noktanın bulunduğu bölgede bölge halkı tarım ve hayvancılık ile uğraşmaktadır.



Şekil 5.4. Üçüncü örnekleme noktası

Dördüncü örnekleme noktası; Mudurnu Nehri ve Küçücek deresinin karıştığı bölgedeki numune alma noktasıdır. Şekil 5.5.'de Dördüncü örnekleme noktasının görünümü verilmiştir. Bu Noktanın bulunduğu bölgede Mudurnu Nehri kolundan tekstil firması bulunmaktadır. Küçücek Deresi kolu ile Mudurnu Nehri birleşim yerinde örnekleme yapılmıştır.



Şekil 5.5. Dördüncü örnekleme noktası

Beşinci örnekleme noktası; anayol üzerinde bulunan köprü altındaki numune alma noktasıdır. Şekil 5.6.'da beşinci örnekleme noktası görülmektedir.



Şekil 5.6. Beşinci örnekleme noktası

Altıncı örnekleme noktası ise; 5. Örnekleme noktasından 500 m mesafede bulunan numune alma noktasıdır. Şekil 5.7.'de altıncı numune alma noktası gösterilmiştir. Bu noktada sanayi bölgesinin son bulunduğu bölgede yer almaktadır.



Şekil 5.7. Altıncı örnekleme noktası

## 5.2. Metod

Belirlenen örnekleme istasyonlarından bentik makroinvertebrat örnekleri alınmıştır. Akarsuyun enine ve boyuna (20 m), 15 dakika süreyle bentik makroinvertebrat örnekleri toplanmıştır. Örnekleme, el neti (1 mm gözenekli) ve beyaz tepsi (30x50) yardımıyla yapılmıştır. Tekmeleyerek örnekleme (kick-net) yöntemiyle toplanan örnekler tepsiye dökülerek bitki, çamur ve taşlardan temizlenmiş; daha sonra içlerine %10' luk formaldehit konulan numaralandırılmış kaplarda saklanmıştır. Laboratuvar ortamına götürülen örnekler, bünöküler mikroskop yardımıyla teşhis edilmiştir. Familya ve tür teşhisi için teşhis anahtarı kullanılmıştır [36, 37].

Teşhis edilen bentik makroinvertebratlar, Trent Biyotik İndeks (TBI), Belçika Biotik İndeks (BBI) Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP), Her Taksonun Ortalama Değeri (ASPT), Chandler Biyotik Skor İndeksi ve Shannon İndeksine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek su kalite sınıfları tespit edilmiştir.

Bentik makroinvertebratlar ile kirlilik arasındaki ilişki araştırılmış, SPSS Statistic (Statistical Package for the Social Science) 21/2012 kullanılarak t-testi yöntemi ile analiz edilmiştir. t-testi yönteminde %5 ve anlam seviyesi sınır değerdir ve bu değer altındaki değerlerin anlamlı olduğu, bu değer üstündeki değerlerin ise anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yöntem sayesinde, ölçülen kimyasal ve organik parametreler ile makroinvertebrat familyaları arasındaki ilişki tespit edilmiştir.

## **BÖLÜM 6. BULGULAR**

Yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar altı ayrı indekse uygulanmıştır. İndeks skor değerleri her ay için iki defa olmak üzere hesaplanmıştır. Bu değerler kalite sınıfları tespit edilerek yorumlanmışlardır.

### **6.1. Teşhis Edilen Familyalar ve Türler**

Altı ay boyunca yapılan teşhislerde tespit edilen familyalar ve türler Tablo 6.1.'de gösterildiği gibidir.



Tablo 6.1. Teşhis edilen familyalar ve türler

|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Agriidae                        | Gyrinidae                           |
| <i>Agrion virgo</i>             | Haliplidae                          |
| <i>Agrion splendena</i>         | <i>Haliplus fulus</i>               |
| Baetidae                        | Leptoceridae                        |
| <i>Baetis rhodani</i>           | Leptophlebiidae                     |
| <i>Baetis muticus</i>           | <i>Leptephlebia vespertina</i>      |
| Chironomidae                    | Leuctridae                          |
| <i>Chironomus sp.</i>           | <i>Leuctra geniculata</i>           |
| <i>Spaniotoma sp.</i>           | <i>Leuctra nigra</i>                |
| Coenagriidae                    | <i>Leuctra hippopus</i>             |
| <i>Coenagrion mercuriale</i>    | Odontoceridae                       |
| Cordulegasteridae               | Oligochaeta                         |
| <i>Cordulegaster boltonii</i>   | Nemouridae                          |
| Dytiscidae                      | Perlidae                            |
| <i>Hydroporus sp.</i>           | <i>Dinocras cephalotes</i>          |
| Ephemerellidae                  | <i>Perla bipuretate</i>             |
| <i>Ephemerella ignita</i>       | Perlodidae                          |
| Ephemeridae                     | <i>Perlodes microcephala</i>        |
| <i>Ephemera danica</i>          | Philopotamidae                      |
| <i>Ephemera vulgata</i>         | <i>Philopotamus montanus</i>        |
| Erpobdellidae                   | Polycentropodidae                   |
| <i>Erpobdella octoculata</i>    | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> |
| Gammaridae                      | Rhyacophilidae                      |
| <i>Gammarus pulex</i>           | <i>Rhyacophila dorsalis</i>         |
| Glossiphonidae                  | Psychomyiidae                       |
| <i>Glossiphonia complanata</i>  | Sericostomatidae                    |
| <i>Glossiphonia heteroclita</i> | Tipulidae                           |
| Gomphidae                       | <i>Dicranota sp.</i>                |
| <i>Gomphus vulgatissimus</i>    | Valvatidae                          |

Biyolojik analizler sonucunda Mudurnu Nehrinde Agriidae, Gyrinidae, Haliplidae, Baetidae, Leptoceridae, Leptophlebiidae, Chironomidae, Leuctridae, Coenagriidae, Odontoceridae, Cordulegasteridae, Oligochaeta, Nemouridae, Dytiscidae, Perlidae, Ephemerellidae, Perlodidae, Ephemeridae, Philopotamidae, Erpobdellidae, Polycentropodidae, Gammaridae, Rhyacophilidae, Glossiphonidae, Psychomyiidae, Sericostomatidae, Tipulidae, Gomphidae ve Valvatidae olmak üzere 29 adet bentik makroinvertebrat familyası ve bunların türleri tespit edilmiştir. Türler kendi familyalarının altında Tablo 6.1.'de yer almaktadır.

Familya ve türlerin alımlara göre dağılımı Tablo 6.2.'de verildiği gibidir.

Tablo 6.2. Familya ve türlerin alımlara göre dağılımı

|                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Agriidae                        | 0 | X | X | X | 0 | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Agrion virgo</i>             | 0 | X | X | X | 0 | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Agrion splendena</i>         | 0 | X | X | X | 0 | X | X | X | X | 0  | 0  | 0  |
| Baetidae                        | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Baetis rhodani</i>           | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Baetis muticus</i>           | X | X | X | X | X | X | X | X | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Chironomidae                    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X  | X  | X  |
| <i>Chironomus sp.</i>           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X  | X  | X  |
| <i>Spaniotoma sp.</i>           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X  | X  | X  |
| Coenagriidae                    | 0 | 0 | X | X | 0 | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Coenagrion mercuriale</i>    | 0 | 0 | X | X | 0 | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Cordulegasteridae               | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Cordulegaster boltonii</i>   | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Dytiscidae                      | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| <i>Hydroporus sp.</i>           | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Ephemerellidae                  | X | X | X | 0 | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Ephemerella ignita</i>       | X | X | X | 0 | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Ephemeridae                     | 0 | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0  | 0  | X  |
| <i>Ephemera danica</i>          | 0 | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0  | 0  | X  |
| <i>Ephemera vulgata</i>         | 0 | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0  | 0  | X  |
| Erpobdellidae                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Erpobdella octoculata</i>    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | X  | X  | X  |
| Gammaridae                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Gammarus pulex</i>           | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Glossiphonidae                  | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0  | 0  | 0  |
| <i>Glossiphonia complanata</i>  | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0  | 0  | 0  |
| <i>Glossiphonia heteroclita</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0  | 0  | 0  |

Tablo 6.2.(Devamı)

|                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Gomphidae                           | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Gomphus vulgatissimus</i>        | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Gyrinidae                           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0  | X  | X  |
| Haliplidae                          | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| <i>Haliplus fulus</i>               | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Leptoceridae                        | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0  | X  | X  |
| Leptophlebiidae                     | 0 | X | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0 | X  | 0  | 0  |
| <i>Leptephlebia vespertina</i>      | 0 | X | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0 | X  | 0  | 0  |
| Leuctridae                          | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | X | X | X | 0  | 0  | 0  |
| <i>Leuctra geniculata</i>           | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | X | X | X | 0  | 0  | 0  |
| <i>Leuctra nigra</i>                | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | X | X | X | 0  | 0  | 0  |
| <i>Leuctra hippopus</i>             | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | X | X | X | 0  | 0  | 0  |
| Odontoceridae                       | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Oligochaeta                         | X | X | X | 0 | X | X | X | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Nemouridae                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0  | 0  | X  |
| Perlidae                            | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Dinocras cephalotes</i>          | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Perla bipuretate</i>             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Perlodidae                          | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Perlodes microcephala</i>        | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Philopotamidae                      | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Philopotamus montanus</i>        | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Polycentropodidae                   | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |
| Rhyacophilidae                      | X | X | X | X | X | X | X | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| <i>Rhyacophila dorsalis</i>         | X | X | X | X | X | X | X | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Psychomyiidae                       | 0 | X | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| Sericostomatidae                    | 0 | 0 | X | 0 | X | X | X | X | X | 0  | X  | X  |
| Tipulidae                           | X | X | X | 0 | X | 0 | X | X | X | X  | X  | X  |
| <i>Dicranota sp.</i>                | X | X | X | 0 | X | 0 | X | X | X | X  | X  | X  |
| Valvatidae                          | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |

Tablo 6.2.'de Örneklemelerden en az birinde tespit edilmiş takson "X" ile, hiçbir noktada görülmemiş takson ise "0" ile gösterilmiştir. *Gammarus pulex* ve *Baetis rhodani* türleri her örneklem zamanı en az bir noktada teşhis edilmiştir.

## 6.2. Mayıs Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri

Mayıs ayında yapılan teşhisler sonucunda indeks değerleri Tablo 6.3.'de ve Tablo 6.4.'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.3. Mayıs ayı birinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 25   | 4   | 5   | 6,25 | 48       | 1,22    |
| 2     | 29   | 6   | 6   | 5,8  | 90       | 1,44    |
| 3     | 38   | 8   | 7   | 7,6  | 98       | 1,58    |
| 4     | 18   | 5   | 5   | 6    | 48       | 0,34    |
| 5     | 10   | 5   | 5   | 5    | 48       | 0,69    |
| 6     | 16   | 6   | 7   | 8    | 94       | 0,48    |

Mayıs ayı 1. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 3. Nuktada 38 olarak, en düşük BMWP skor değeri 5.Nuktada 10 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 3. Nuktada 8 olarak, en düşük BBI skor değeri 1. Nuktada 4 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 3. ve 6. Noktalarda 7 olarak, en düşük TBİ skor değeri 1., 4. ve 5. Noktalarda 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 6. Nuktada 8 olarak, en düşük ASPT skor değeri 5. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 1., 4. ve 5. Noktalarda 48 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 3. Nuktada 1,58 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 4. Nuktada 0,34 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.4. Mayıs ayı ikinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 68   | 8   | 8   | 6,18 | 98       | 1,88    |
| 2     | 55   | 8   | 7   | 6,8  | 90       | 2,74    |
| 3     | 66   | 8   | 8   | 8,25 | 98       | 1,7     |
| 4     | 42   | 7   | 8   | 7    | 94       | 1,48    |
| 5     | 51   | 6   | 5   | 7,2  | 94       | 1,85    |
| 6     | 31   | 5   | 5   | 6,2  | 94       | 1       |

Mayıs ayı 2. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 68 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Nuktada 31 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1., 2. ve 3. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBİ

skor değeri 6. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1., 3.ve 4. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 5. ve 6. Noktalarda 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 3. Nuktada 8,25 olarak, en düşük ASPT skor değeri 1. Nuktada 6,18 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 2. Nuktada 90 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 2. Nuktada 2,74 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 6. Nuktada 1 olarak tespit edilmiştir.

### 6.3.Haziran Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri

Haziran ayında yapılan teşhisler sonucunda indeks değerleri birinci örnekleme değerleri Tablo 6.5.'de, İkinci örnekleme değerleri Tablo 6.6'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.5. Haziran ayı birinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 62   | 9   | 8   | 7,75 | 98       | 1,86    |
| 2     | 44   | 7   | 6   | 7,3  | 90       | 1,36    |
| 3     | 45   | 7   | 8   | 7,5  | 84       | 1,6     |
| 4     | 50   | 6   | 6   | 5    | 98       | 1,34    |
| 5     | 62   | 8   | 8   | 6,8  | 94       | 2,05    |
| 6     | 14   | 7   | 7   | 7    | 94       | 0,63    |

Haziran ayı 1. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. ve 5. Noktalarda 62 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Nuktada 14 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1. Nuktada 9 olarak, en düşük BBI skor değeri 4. Nuktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1., 3., ve 5. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 2. ve 4. Noktalarda 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 1. Nuktada 7,75 olarak, en düşük ASPT skor değeri 4. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 4. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 2. Nuktada 90 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 5. Nuktada 2,05 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 6. Nuktada 0,63 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.6. Haziran ayı ikinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 43   | 7   | 7   | 7,1  | 48       | 1,46    |
| 2     | 37   | 7   | 7   | 7,4  | 84       | 1,26    |
| 3     | 50   | 7   | 7   | 8,3  | 84       | 1,7     |
| 4     | 48   | 6   | 6   | 6,8  | 90       | 1,4     |
| 5     | 41   | 6   | 6   | 6,8  | 94       | 1,64    |
| 6     | 10   | 5   | 5   | 5    | 48       | 0,64    |

Haziran ayı 2. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 3. Nuktada 50 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Nuktada 10 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBI skor değeri 1., 2. ve 3. Noktalarda 7 olarak, en düşük BBI skor değeri 6. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBI skor değeri 1., 2. ve 3. Noktalarda 7 olarak, en düşük TBI skor değeri 6. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 3. Nuktada 8,3 olarak, en düşük ASPT skor değeri 6. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 5. Nuktada 94 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 1. ve 6. Noktalarda 48 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 3. Nuktada 1,7 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 6. Nuktada 0,64 olarak tespit edilmiştir.

#### 6.4. Temmuz Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri

Temmuz ayında yapılan teşhisler sonucunda indeks değerleri birinci örnekleme değerleri Tablo 6.7.'de, İkinci örnekleme değerleri Tablo 6.8.'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.7. Temmuz ayı birinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 78   | 9   | 9   | 7,8  | 98       | 1,93    |
| 2     | 29   | 7   | 7   | 5,8  | 98       | 1,363   |
| 3     | 40   | 8   | 7   | 8    | 84       | 1,39    |
| 4     | 25   | 6   | 5   | 6,25 | 90       | 0,78    |
| 5     | 52   | 7   | 6   | 6,5  | 94       | 2,09    |
| 6     | 28   | 7   | 7   | 7    | 46       | 1,19    |

Temmuz ayı 1. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 78 olarak, en düşük BMWP skor değeri 4. Nuktada 25 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBI skor değeri 1. Nuktada 9 olarak, en düşük BBI skor değeri

4. Nuktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1. Nuktada 9 olarak, en düşük TBİ skor değeri 4. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 1. Nuktada 7,8 olarak, en düşük ASPT skor değeri 2. Nuktada 5,8 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 2. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 6. Nuktada 46 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 5. Nuktada 2,09 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 4. Nuktada 0,78 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.8. Temmuz ayı ikinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 57   | 8   | 8   | 6,3  | 98       | 2,94    |
| 2     | 33   | 6   | 7   | 6,6  | 46       | 1,4     |
| 3     | 46   | 8   | 7   | 11,5 | 98       | 1,34    |
| 4     | 42   | 8   | 8   | 7    | 94       | 0,38    |
| 5     | 49   | 7   | 6   | 7    | 94       | 1,8     |
| 6     | 10   | 5   | 5   | 3,3  | 48       | 1       |

Temmuz ayı 2. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 57 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Nuktada 10 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1., 3. ve 4. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBI skor değeri 6. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1.ve 4. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 6. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 3. Nuktada 11,5 olarak, en düşük ASPT skor değeri 6. Nuktada 3,3 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 2. Nuktada 46 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 1. Nuktada 2,94 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 4. Nuktada 0,38 olarak tespit edilmiştir.

### 6.5. Ağustos Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri

Ağustos ayında yapılan teşhisler sonucunda indeks değerleri birinci örnekleme değerleri Tablo 6.9.'da ve İkinci örnekleme değerleri Tablo 6.10.'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.9. Ağustos ayı birinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 81   | 8   | 8   | 7,3  | 98       | 1,95    |
| 2     | 36   | 7   | 7   | 6    | 89       | 5,6     |
| 3     | 37   | 8   | 8   | 5,2  | 98       | 1,06    |
| 4     | 35   | 8   | 7   | 7    | 94       | 1,83    |
| 5     | 62   | 8   | 8   | 6,2  | 94       | 2,18    |
| 6     | 17   | 7   | 7   | 3,4  | 89       | 1,23    |

Ağustos ayı 1. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 81 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Nuktada 17 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1., 3., 4. ve 5. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBI skor değeri 2. ve 6. Noktalarda 7 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1., 3.ve 5. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 2., 4. ve 6. Noktalarda 7 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 1. Nuktada 7,3 olarak, en düşük ASPT skor değeri 6. Nuktada 3,4 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 2.ve 6. Noktalarda 89 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 5. Nuktada 2,18 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 3. Nuktada 1,06 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.10. Ağustos ayı ikinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 81   | 8   | 8   | 7,3  | 98       | 1,45    |
| 2     | 37   | 7   | 7   | 9,2  | 89       | 1,35    |
| 3     | 34   | 7   | 7   | 6,8  | 98       | 1,5     |
| 4     | 28   | 7   | 7   | 7    | 89       | 1,14    |
| 5     | 46   | 8   | 8   | 9,2  | 48       | 1,47    |
| 6     | 17   | 7   | 7   | 3,4  | 48       | 1,35    |

Ağustos ayı 2. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 81 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Nuktada 17 olarak tespit



edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1. ve 5. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBI skor değeri 2., 3., 4. ve 6. Noktalarda 7 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBI skor değeri 1. ve 5. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBI skor değeri 2., 3., 4. ve 6. Noktalarda 7 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 2. ve 5. Noktalarda 9,2 olarak, en düşük ASPT skor değeri 6. Noktada 3,4 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 5. ve 6. Noktalarda 48 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 3. Noktada 1,5 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 4. Noktada 1,14 olarak tespit edilmiştir.

### 6.6. Eylül Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri

Eylül ayında yapılan teşhisler sonucunda indeks değerleri birinci örnekleme değerleri Tablo 6.11.'de, İkinci örnekleme değerleri Tablo 6.12.'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.11. Eylül ayı birinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBI | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 56   | 8   | 8   | 7    | 84       | 1,7     |
| 2     | 38   | 7   | 7   | 7,6  | 84       | 1,22    |
| 3     | 29   | 8   | 8   | 7,25 | 98       | 0,2     |
| 4     | 41   | 7   | 8   | 6,8  | 89       | 1,1     |
| 5     | 33   | 7   | 7   | 5,5  | 48       | 1,38    |
| 6     | 20   | 6   | 6   | 6,6  | 48       | 0,92    |

Eylül ayı 1. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Noktada 56 olarak, en düşük BMWP skor değeri 6. Noktada 20 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBİ skor değeri 6. Noktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBI skor değeri 1., 3. ve 4. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBI skor değeri 6. Noktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 2. Noktada 7,6 olarak, en düşük ASPT skor değeri 5. Noktada 5,5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 3. Noktada 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 5. ve 6. Noktalarda 48 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 1. Noktada 1,7 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 3. Noktada 0,2 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.12. Eylül ayı ikinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 58   | 8   | 8   | 7,25 | 98       | 1,65    |
| 2     | 32   | 7   | 7   | 4,5  | 98       | 1,24    |
| 3     | 22   | 8   | 8   | 7,3  | 98       | 0,40    |
| 4     | 34   | 6   | 6   | 6,8  | 94       | 0,74    |
| 5     | 32   | 7   | 6   | 8    | 48       | 1,36    |
| 6     | 48   | 7   | 8   | 6,8  | 48       | 1,23    |

Eylül ayı 2. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 58 olarak, en düşük BMWP skor değeri 3. Nuktada 22 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBİ skor değeri 4. Nuktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1., 3. ve 6. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 4. ve 5. Noktalarda 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 3. Nuktada 7,3 olarak, en düşük ASPT skor değeri 2. Nuktada 4,5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1., 2. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 5. ve 6. Noktalarda 48 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 1. Nuktada 1,65 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 3. Nuktada 0,40 olarak tespit edilmiştir.

### 6.7. Ekim Ayı Örnekleme Noktaları İndeks Değerleri

Ekim ayında yapılan teşhisler sonucunda indeks değerleri birinci örnekleme değerleri Tablo 6.13.'de, İkinci örnekleme değerleri Tablo 6.14.'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.13. Ekim ayı birinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | Chandler | Shannon |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 58   | 8   | 8   | 7,25 | 98       | 1,8     |
| 2     | 40   | 7   | 7   | 6,6  | 98       | 1,375   |
| 3     | 47   | 7   | 7   | 7,8  | 98       | 1,6     |
| 4     | 40   | 7   | 8   | 6,6  | 90       | 0,66    |
| 5     | 24   | 6   | 5   | 6    | 46       | 1,03    |
| 6     | 30   | 6   | 6   | 6    | 48       | 1,04    |

Ekim ayı 1. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 1. Nuktada 58 olarak, en düşük BMWP skor değeri 5. Nuktada 24 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1. Nuktada 8 olarak, en düşük BBİ skor değeri 5. ve 6. Nuktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBİ skor değeri 1. ve 4. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 6. Nuktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 3. Nuktada 7,8 olarak, en düşük ASPT skor değeri 5 ve 6. Noktalarda 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1., 2. ve 3. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 5. Nuktada 46 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 1. Nuktada 1,8 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 4. Nuktada 0,66 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.14. Ekim ayı ikinci örnekleme skor değerleri

| NOKTA | BMWP | BBİ | TBİ | ASPT | CHANDLER | SHANNON |
|-------|------|-----|-----|------|----------|---------|
| 1     | 53   | 8   | 8   | 6,6  | 98       | 1,737   |
| 2     | 47   | 7   | 7   | 5,8  | 98       | 1,66    |
| 3     | 76   | 8   | 8   | 7,6  | 94       | 4,38    |
| 4     | 36   | 6   | 5   | 7,2  | 94       | 1,16    |
| 5     | 40   | 7   | 7   | 6,6  | 46       | 1,25    |
| 6     | 68   | 7   | 8   | 6,8  | 48       | 2       |

Ekim ayı 2. örnekleme skor değerlerine göre en yüksek BMWP skor değeri 3. Nuktada 76 olarak, en düşük BMWP skor değeri 4. Nuktada 36 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BBİ skor değeri 1. ve 3. Noktalarda 8 olarak, en düşük BBİ skor değeri 4. Nuktada 6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek TBI skor değeri 1., 3. ve 6. Noktalarda 8 olarak, en düşük TBİ skor değeri 4. Nuktada 5 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ASPT skor değeri 3. Nuktada 7,6 olarak, en düşük ASPT skor değeri 2. Nuktada 5,8 olarak tespit edilmiştir. En yüksek CHANDLER skor değeri 1. ve 2. Noktalarda 98 olarak, en düşük CHANDLER skor değeri 5. Nuktada 46 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SHANNON skor değeri 3. Nuktada 4,38 olarak, en düşük SHANNON skor değeri 4. Nuktada 1,16 olarak tespit edilmiştir.

## 6.8. İndekslerin Noktalara Göre Değerlendirilmesi

Örnekleme Noktalarının aylara göre TBİ skor değerleri incelendiğinde En yüksek skor değeri 1. Nokta 9 skor değeri ile Temmuz ayında tespit edilmiştir. En düşük skor değeri 5 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında yaz aylarında skor değerlerinde artış gözlenmiştir. Tablo 6.15.'de TBİ değerleri verilmektedir.

Tablo 6.15. TBİ skor değerleri

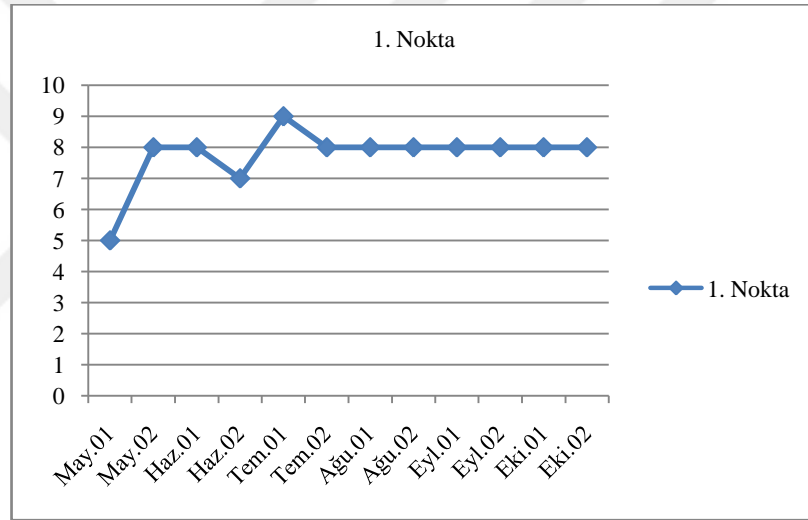
|        | TBİ      |          |          |          |         |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
|        | 1. Nokta | 2. Nokta | 3. Nokta | 4. Nokta | 5 Nokta | 6. Nokta |
| May.01 | 5        | 6        | 7        | 5        | 5       | 7        |
| May.02 | 8        | 7        | 8        | 8        | 5       | 5        |
| Haz.01 | 8        | 6        | 8        | 6        | 8       | 7        |
| Haz.02 | 7        | 7        | 7        | 6        | 6       | 5        |
| Tem.01 | 9        | 7        | 7        | 5        | 6       | 7        |
| Tem.02 | 8        | 7        | 7        | 8        | 6       | 5        |
| Ağu.01 | 8        | 7        | 8        | 7        | 8       | 7        |
| Ağu.02 | 8        | 7        | 7        | 7        | 8       | 7        |
| Eyl.01 | 8        | 7        | 8        | 8        | 7       | 6        |
| Eyl.02 | 8        | 7        | 8        | 6        | 6       | 8        |
| Eki.01 | 8        | 7        | 7        | 8        | 5       | 6        |
| Eki.02 | 8        | 7        | 8        | 5        | 7       | 8        |

Birinci Noktanın TBİ değerleri incelendiğinde En yüksek TBİ değerine Temmuz ayında yapılan ilk örneklemede ulaşmıştır. En düşük TBİ değeri ise Mayıs ayında yapılan ilk örneklemede gözlenmiştir. İkinci Noktanın TBİ değerleri değerlendirildiğinde en yüksek TBİ değeri, Mayıs ayı ikinci örnekleme sırasında ve Haziran ayı ikinci örneklemeden sonraki her örneklemede 7 olarak tespit edilmiştir. En düşük TBİ değeri ise Mayıs ayında yapılan ilk örneklemede ve Haziran ayında yapılan ikinci örneklemede gözlenmiştir. Üçüncü Noktanın TBİ değerlerinin örnekleme zamanları incelendiğinde en yüksek TBİ değeri 8 olarak tespit edilmiştir. En düşük TBİ değeri ise 7 olarak tespit edilmiştir. Dördüncü Noktanın TBİ değerlerinin örnekleme zamanları incelendiğinde en yüksek TBİ değeri 8 olarak grafikte gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük TBİ değeri ise Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında örneklemede 5 olarak gözlenmiştir. Beşinci Noktanın TBİ değerleri örnekleme zamanları incelendiğinde en yüksek TBİ değeri 8 olarak Tablo

6.15.'de gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük TBI değeri ise Mayıs, ve Ekim aylarında örneklemeelerde 5 olarak gözlenmiştir. Altıncı Noktanın TBI değerleri değerlendirildiğinde en yüksek TBI değeri 8 olarak tespit edilmiştir. En düşük TBI değeri ise Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında örneklemeelerde 5 olarak gözlenmiştir.

Noktaların TBI değerleri incelendiğinde Birinci Nokta en yüksek skor değerini alan nokta olarak görülmektedir.

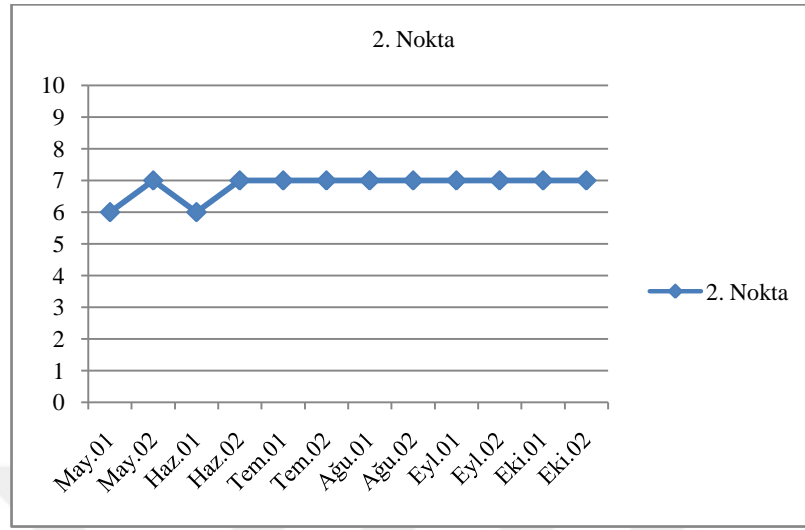
Birinci Noktanın TBI değerleri Şekil 6.1.'de verilmektedir.



Şekil 6.1. Birinci örnekleme noktası TBI değerleri

Birinci Örnekleme Noktası TBI değerleri Şekil 6.1.'de görüldüğü gibi Temmuz ayı 2. Örneklemeden sonra sabit kalarak 8 TBI değeri görülmüştür. Ortalama TBI değeri 8 olarak tespit edilmiştir.

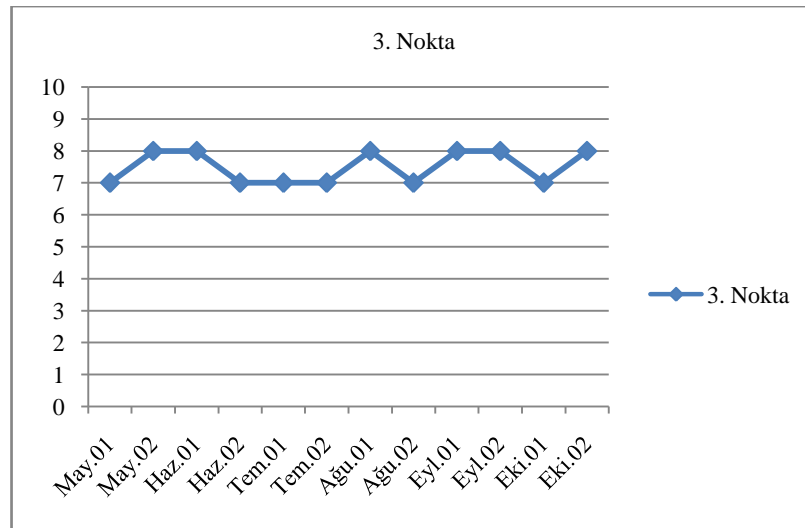
İkinci Noktanın TBI değerleri Şekil 6.2.'de verilmektedir.



Şekil 6.2. İkinci örnekleme noktası TBI değerleri

İkinci Örnekleme Noktası TBI değerleri Şekil 6.2.'de görüldüğü gibi Haziran ayı 2. Örneklemeden sonra sabit kalarak 7 TBI değeri görülmüştür. Ortalama TBI değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

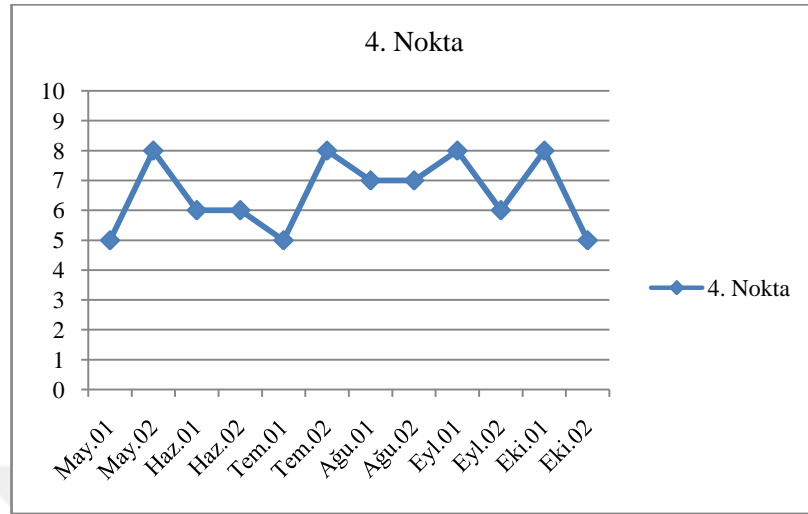
Üçüncü Noktanın TBI değerleri Şekil 6.3.'de verilmektedir.



Şekil 6.3. Üçüncü örnekleme noktası TBI değerleri

Üçüncü Örnekleme Noktası TBI değerleri Şekil 6.3.'de görüldüğü gibi 7 ve 8 TBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama TBI değeri 8 olarak tespit edilmiştir.

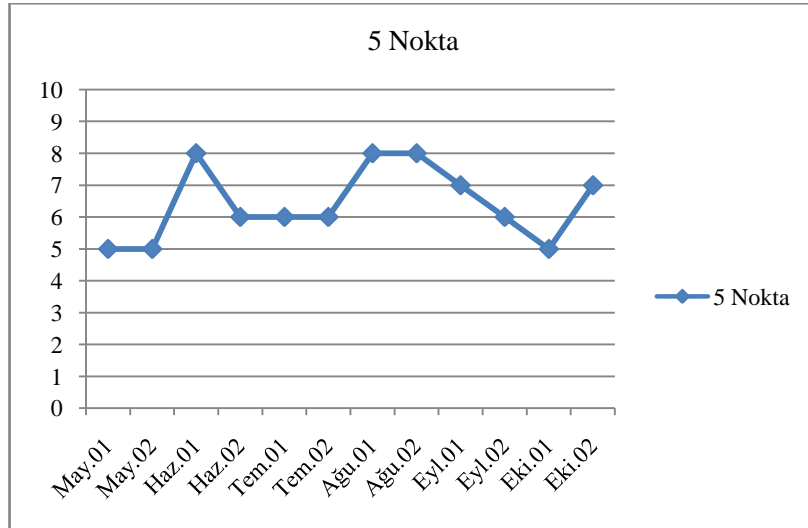
Dördüncü Noktann TBİ değerleri Şekil 6.4.'de verilmektedir.



Şekil 6.4. Dördüncü örnekleme noktası TBİ değerleri

Dördüncü Örnekleme Noktası TBİ değerleri Şekil 6.4.'de görüldüğü gibi 5 ve 8 TBİ değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama TBİ değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

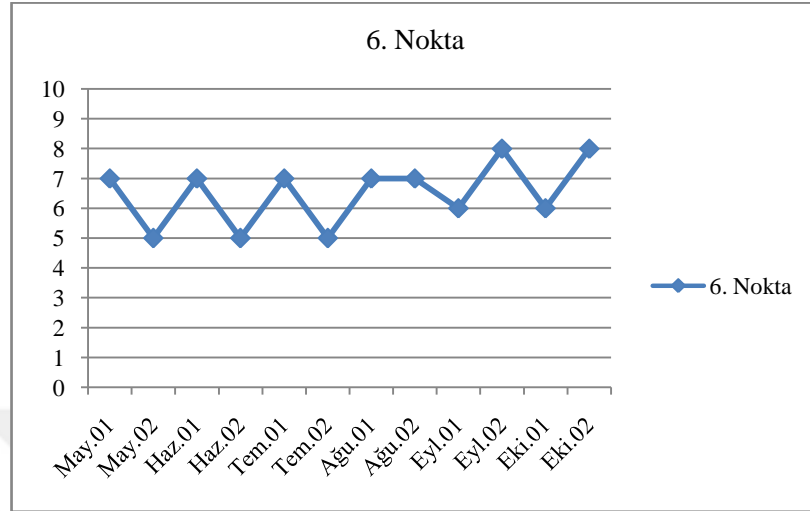
Beşinci Noktann TBİ değerleri Şekil 6.5.'de verilmektedir.



Şekil 6.5. Beşinci örnekleme noktası TBİ değerleri

Beşinci Örnekleme Noktası TBİ değerleri Şekil 6.5.'de görüldüğü gibi 5 ve 8 TBİ değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama TBİ değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

Altıncı Noktanın TBİ değerleri Şekil 6.6.'da verilmektedir.



Şekil 6.6. Altıncı örnekleme noktası TBİ değerleri

Altıncı Örnekleme Noktası TBİ değerleri Şekil 6.6.'da görüldüğü gibi 5 ve 8 TBİ değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama TBİ değeri 6 olarak tespit edilmiştir.

Örnekleme Noktalarının aylara göre BBİ skor değerleri incelendiğinde En yüksek skor değeri 1. Nokta 9 skor değeri ile Haziran ayında tespit edilmiştir. En düşük skor değeri 4 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında sonbahar aylarında skor değerlerinde artış gözlenmiştir. Tablo 6.16.'da BBİ değerleri verilmektedir.



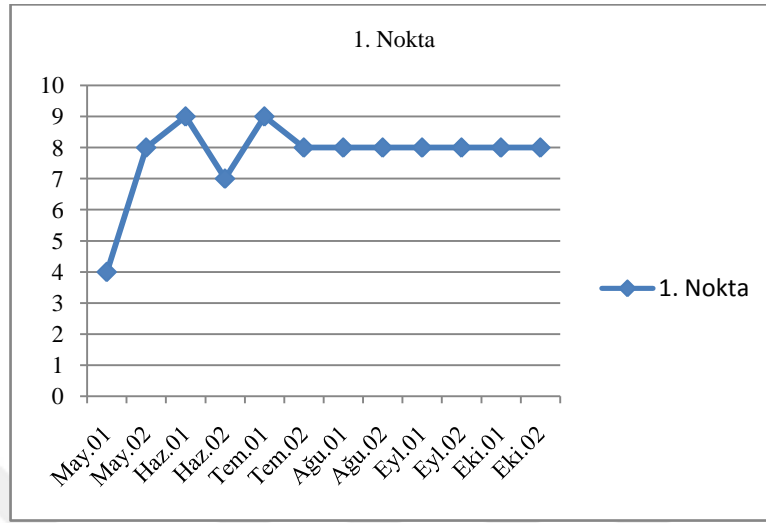
Tablo 6.16. BBİ skor değerleri

|        | BBİ      |          |          |          |         |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
|        | 1. Nokta | 2. Nokta | 3. Nokta | 4. Nokta | 5 Nokta | 6. Nokta |
| May.01 | 4        | 6        | 8        | 5        | 5       | 6        |
| May.02 | 8        | 8        | 8        | 7        | 6       | 5        |
| Haz.01 | 9        | 7        | 7        | 6        | 8       | 7        |
| Haz.02 | 7        | 7        | 7        | 6        | 6       | 5        |
| Tem.01 | 9        | 7        | 8        | 6        | 7       | 7        |
| Tem.02 | 8        | 6        | 8        | 8        | 7       | 5        |
| Ağu.01 | 8        | 7        | 8        | 8        | 8       | 7        |
| Ağu.02 | 8        | 7        | 7        | 7        | 8       | 7        |
| Eyl.01 | 8        | 7        | 8        | 7        | 7       | 6        |
| Eyl.02 | 8        | 7        | 8        | 6        | 7       | 7        |
| Eki.01 | 8        | 7        | 7        | 7        | 6       | 6        |
| Eki.02 | 8        | 7        | 8        | 6        | 7       | 7        |

Birinci Noktanın BBİ değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek BBI değeri 9 olarak Tablo 6.16.'da gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük BBI değeri ise Mayıs ayı ilk örnekleme zamanlarında 4 olarak gözlenmiştir. İkinci Noktanın BBI değerleri en yüksek BBİ değeri 8 olarak, Mayıs ayı ikinci örnekleme zamanında ulaşmıştır. En düşük BBİ değeri ise Mayıs ve Temmuz aylarında 6 olarak gözlenmiştir. Üçüncü Noktanın BBİ değerlerinin örnekleme zamanları değerlendirildiğinde en yüksek BBİ değeri 8 olarak gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük BBİ değeri 7 olarak gözlenmiştir. Dördüncü Noktanın BBİ değerlerine bakıldığında en yüksek BBİ değeri 8 olarak Tablo 6.16.'da gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük BBİ değeri ise Mayıs ayı ilk örnekleme zamanlarında 5 olarak gözlenmiştir. Beşinci Noktanın BBİ değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek BBİ değeri 8 olarak tespit edilmiştir. En düşük BBİ değeri ise Mayıs ayı ilk örnekleme zamanlarında 5 olarak gözlenmiştir. Altıncı Noktanın BBİ değerlerinde en yüksek BBİ değeri 8 olarak en düşük BBİ değeri ise 5 olarak gözlenmiştir.

Noktaların ortalama BBİ değerleri incelendiğinde Birinci nokta en yüksek skor değerini alan nokta olarak görülmektedir.

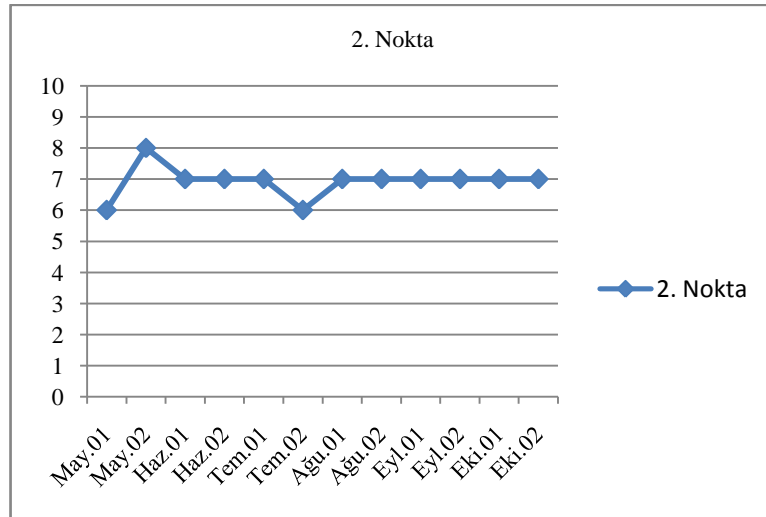
Birinci Noktanın BBI değerleri Şekil 6.7.'de verilmektedir.



Şekil 6.7. Birinci örnekleme noktası BBI değerleri

Birinci Örnekleme Noktası BBI değerleri Şekil 6.7.'de görüldüğü gibi 4 ve 9 BBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BBI değeri 8 olarak tespit edilmiştir.

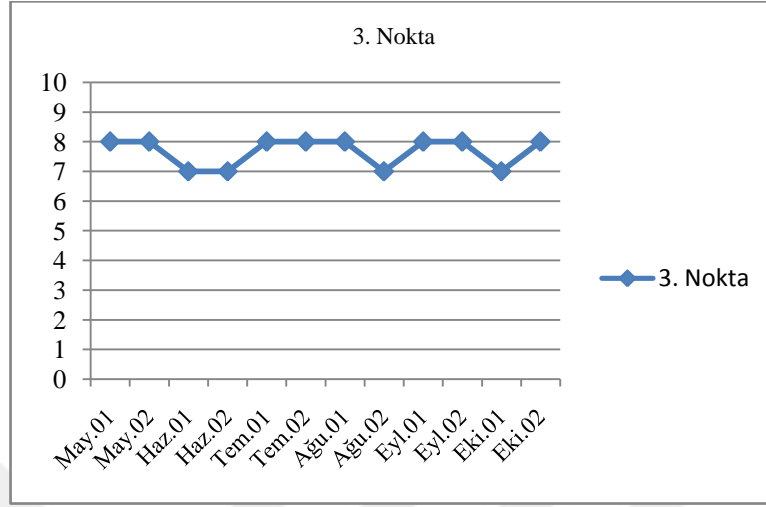
İkinci Noktanın BBI değerleri Şekil 6.8.'de verilmektedir.



Şekil 6.8. İkinci örnekleme noktası BBI değerleri

İkinci Örnekleme Noktası BBI değerleri Şekil 6.8.'de görüldüğü gibi 6 ve 8 BBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BBI değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

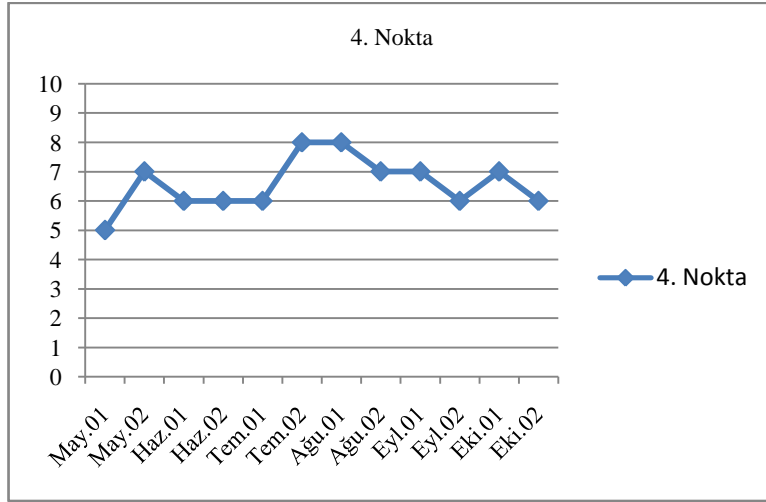
Üçüncü Noktanın BBI değerleri Şekil 6.9.'da verilmektedir.



Şekil 6.9. Üçüncü örnekleme noktası BBI değerleri

Üçüncü Örnekleme Noktası BBI değerleri Şekil 6.9.'da görüldüğü gibi 7 ve 8 BBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BBI değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

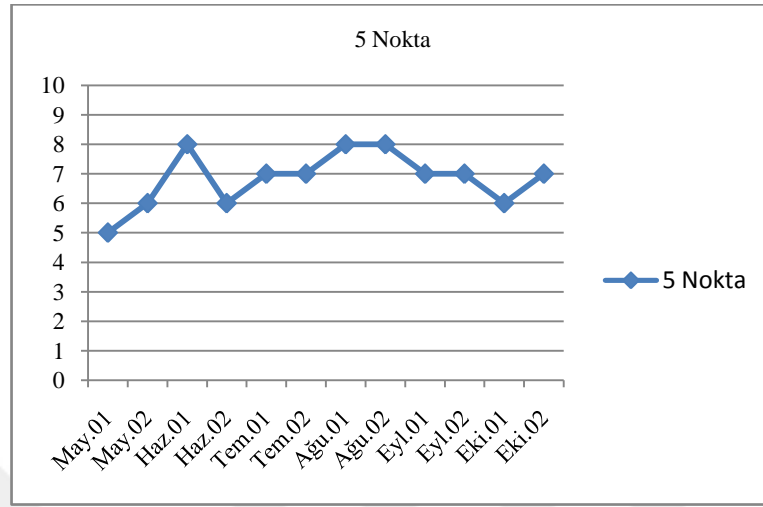
Dördüncü Noktanın BBI değerleri Şekil 6.10.'da verilmektedir.



Şekil 6.10. Dördüncü örnekleme noktası BBI değerleri

Dördüncü Örnekleme Noktası BBI değerleri Şekil 6.10.'da görüldüğü gibi 5 ve 8 BBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BBI değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

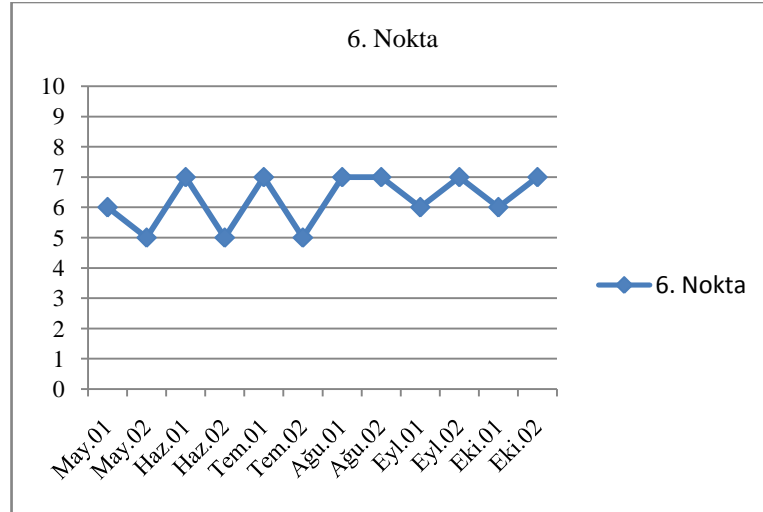
Beşinci Noktanın BBI değerleri Şekil 6.11.'de verilmektedir.



Şekil 6.11. Beşinci örnekleme noktası BBI değerleri

Beşinci Örnekleme Noktası BBI değerleri Şekil 6.11.'de görüldüğü gibi 5 ve 8 BBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BBI değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

Altıncı Noktanın BBI değerleri Şekil 6.12.'de verilmektedir.



Şekil 6.12. Altıncı örnekleme noktası BBI değerleri

Altıncı Örnekleme Noktası BBI değerleri Şekil 6.12.'de görüldüğü gibi 5 ve 7 BBI değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BBI değeri 6 olarak tespit edilmiştir.

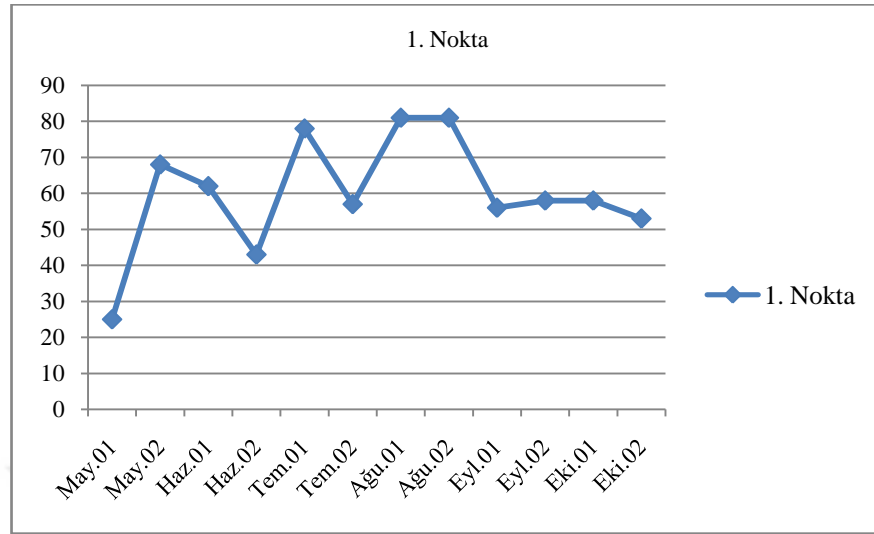
Örnekleme Noktalarının aylara göre BMWP skor değerleri incelendiğinde En yüksek skor değeri 1. Nokta 81 skor değeri ile Ağustos ayında tespit edilmiştir. En düşük skor değeri 10 olarak tespit edilmiştir. BMWP skor değerlerinde genel olarak bakıldığında homojen bir dağılım gözlenmemiştir. Tablo 6.17.'de BMWP skor değerleri verilmektedir.

Tablo 6.17. BMWP skor değerleri

|        | BMWP     |          |          |          |          |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|        | 1. Nokta | 2. Nokta | 3. Nokta | 4. Nokta | 5. Nokta | 6. Nokta |
| May.01 | 25       | 29       | 38       | 18       | 10       | 16       |
| May.02 | 68       | 55       | 66       | 42       | 51       | 31       |
| Haz.01 | 62       | 44       | 45       | 50       | 62       | 14       |
| Haz.02 | 43       | 37       | 50       | 48       | 41       | 10       |
| Tem.01 | 78       | 29       | 40       | 25       | 52       | 28       |
| Tem.02 | 57       | 33       | 46       | 42       | 49       | 10       |
| Ağu.01 | 81       | 36       | 37       | 35       | 62       | 17       |
| Ağu.02 | 81       | 37       | 34       | 28       | 46       | 17       |
| Eyl.01 | 56       | 38       | 29       | 41       | 33       | 20       |
| Eyl.02 | 58       | 32       | 22       | 34       | 32       | 48       |
| Eki.01 | 58       | 40       | 47       | 40       | 24       | 30       |
| Eki.02 | 53       | 47       | 76       | 36       | 40       | 68       |

Birinci Noktanın BMWP değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek BMWP değeri 81 olarak Tablo 6.17.'de gösterildiği zamanlarda ulaşılmıştır. En düşük BMWP değeri ise 25 olarak Mayıs ayında gözlenmiştir. İkinci Noktanın BMWP değerleri en yüksek BMWP değeri 55 olarak, Mayıs ayı ikinci örnekleme zamanında ulaşılmıştır. En düşük BMWP değeri ise 29 olarak gözlenmiştir. Üçüncü Noktanın BBI değerlerinin örnekleme zamanları değerlendirildiğinde en yüksek BMWP değeri 76 olarak gösterildiği zamanlarda ulaşılmıştır. En düşük BMWP değeri 22 olarak gözlenmiştir. Dördüncü Noktanın BMWP değerlerine bakıldığında en yüksek BMWP değeri 50 olarak Tablo 6.17.'de gösterildiği zamanlarda ulaşılmıştır. En düşük BMWP değeri ise Mayıs ayı ilk örnekleme zamanlarında 18 olarak gözlenmiştir. Beşinci Noktanın BMWP değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek BMWP değeri 62 olarak tespit edilmiştir. En düşük BMWP değeri ise Mayıs ayı ilk örnekleme zamanlarında 10 olarak gözlenmiştir. Altıncı Noktanın BMWP değerlerinde en yüksek BMWP değeri 68 olarak en düşük BMWP değeri ise 10 olarak gözlenmiştir.

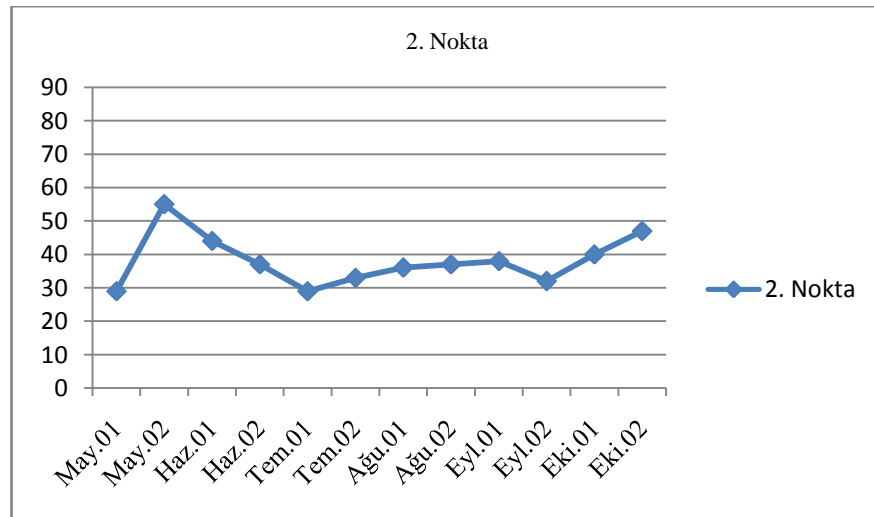
Birinci Noktanın BMWP değerleri Şekil 6.13.'de verilmektedir.



Şekil 6.13. Birinci noktanın ortalama BMWP skor değerleri

Birinci Örnekleme Noktası BMWP değerleri Şekil 6.13.'de görüldüğü gibi 25 ve 81 BMWP değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BMWP değeri 60 olarak tespit edilmiştir.

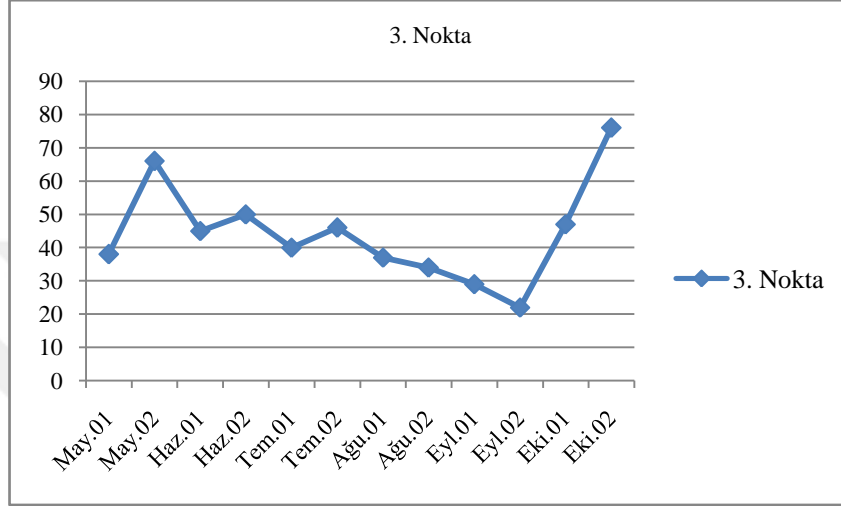
İkinci Noktanın BMWP değerleri Şekil 6.14.'de verilmektedir.



Şekil 6.14. İkinci noktanın ortalama BMWP skor değerleri

İkinci Örnekleme Noktası BMWP değerleri Şekil 6.14.'de görüldüğü gibi 29 ve 55 BMWP değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BMWP değeri 38 olarak tespit edilmiştir.

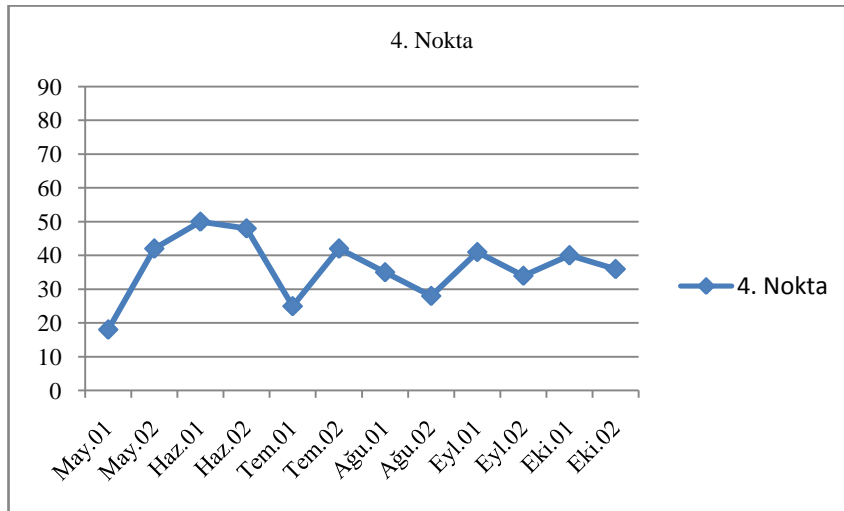
Üçüncü Noktanın BMWP değerleri Şekil 6.15.'de verilmektedir.



Şekil 6.15. Üçüncü noktanın ortalama BMWP skor değerleri

Üçüncü Örnekleme Noktası BMWP değerleri Şekil 6.15.'de görüldüğü gibi 22 ve 76 BMWP değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BMWP değeri 44 olarak tespit edilmiştir.

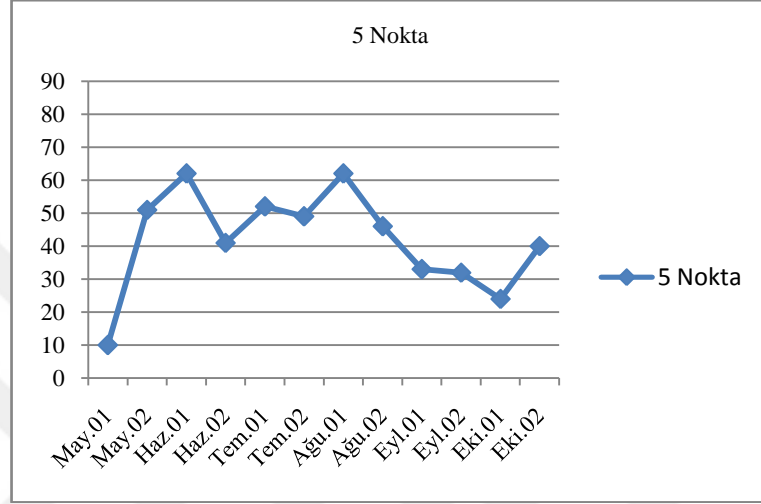
Dördüncü Noktanın BMWP değerleri Şekil 6.16.'da verilmektedir.



Şekil 6.16. Dördüncü noktanın ortalama BMWP skor değerleri

Dördüncü Örnekleme Noktası BMWP değerleri Şekil 6.16.'de görüldüğü gibi 18 ve 50 BMWP değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BMWP değeri 36 olarak tespit edilmiştir.

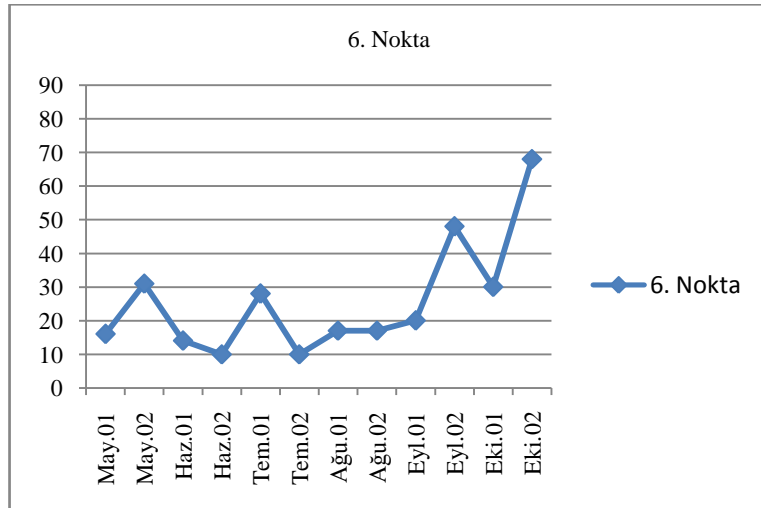
Beşinci Noktanın BMWP değerleri Şekil 6.17.'de verilmektedir.



Şekil 6.17. Beşinci noktanın ortalama BMWP skor değerleri

Beşinci Örnekleme Noktası BMWP değerleri Şekil 6.17.'de görüldüğü gibi 10 ve 62 BMWP değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BMWP değeri 41 olarak tespit edilmiştir.

Altıncı Noktanın BMWP değerleri Şekil 6.18.'de verilmektedir.



Şekil 6.18. Altıncı noktanın ortalama BMWP skor değerleri



İkinci Noktası BMWP değerleri Şekil 6.18.'de görüldüğü gibi 10 ve 68 BMWP değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama BMWP değeri 25 olarak tespit edilmiştir. Noktaların ortalama BMWP değerleri incelendiğinde Birinci nokta en yüksek skor değerini alan nokta olarak görülmektedir.

Örnekleme Noktalarının aylara göre ASPT skor değerleri incelendiğinde En yüksek skor değeri 3. Nokta 11,5 skor değeri ile Temmuz ayında tespit edilmiştir. En düşük skor değeri 3,4 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında Ağustos ayında skor değerlerinde artış gözlenmiştir. Tablo 6.18.'de ASPT değerleri verilmektedir.

Tablo 6.18. ASPT skor değerleri

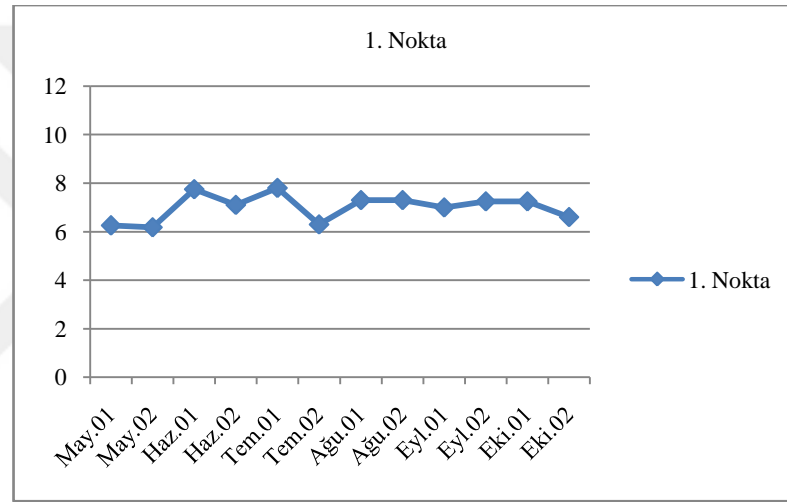
|        | ASPT     |          |          |          |         |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
|        | 1. Nokta | 2. Nokta | 3. Nokta | 4. Nokta | 5 Nokta | 6. Nokta |
| May.01 | 6,25     | 5,8      | 7,6      | 6        | 5       | 8        |
| May.02 | 6,18     | 6,8      | 8,25     | 7        | 7,2     | 6,2      |
| Haz.01 | 7,75     | 7,3      | 7,5      | 5        | 6,8     | 7        |
| Haz.02 | 7,1      | 7,4      | 8,3      | 6,8      | 6,8     | 5        |
| Tem.01 | 7,8      | 5,8      | 8        | 6,25     | 6,5     | 7        |
| Tem.02 | 6,3      | 6,6      | 11,5     | 7        | 7       | 7        |
| Ağu.01 | 7,3      | 6        | 5,2      | 7        | 6,2     | 3,4      |
| Ağu.02 | 7,3      | 9,2      | 6,8      | 7        | 9,2     | 3,4      |
| Eyl.01 | 7        | 7,6      | 7,25     | 6,8      | 5,5     | 6,6      |
| Eyl.02 | 7,25     | 4,5      | 7,3      | 6,8      | 8       | 6,8      |
| Eki.01 | 7,25     | 6,6      | 7,8      | 6,6      | 6       | 6        |
| Eki.02 | 6,6      | 5,8      | 7,6      | 7,2      | 6,6     | 6,8      |

Birinci Noktanın ASPT değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek ASPT değeri 7,8 olarak Temmuz ayında ulaşmıştır. En düşük ASPT değeri ise 6,18 olarak Mayıs ayında gözlenmiştir. İkinci Noktanın ASPT değerleri en yüksek ASPT değeri 9,2olarak, Ağustos ayı ikinci örnekleme zamanında ulaşmıştır. En düşük ASPT değeri ise 4,5 olarak gözlenmiştir. Üçüncü Noktanın ASPT değerlerinin örnekleme zamanları değerlendirildiğinde en yüksek ASPT değeri 11,5 olarak gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük ASPT değeri 5,2 olarak gözlenmiştir. Dördüncü Noktanın ASPT değerlerine bakıldığında en yüksek ASPT değeri 7,2 olarak Ekim ayında ulaşmıştır. En düşük ASPT değeri ise 5 olarak Haziran ayında gözlenmiştir. Beşinci Noktanın ASPT değerlerinin örnekleme

zamanları incelendiğinde en yüksek ASPT değeri 9,2 olarak tespit edilmiştir. En düşük ASPT değeri ise Mayıs ayı ilk örneklemelerde 5 olarak gözlenmiştir. Altıncı Noktanın ASPT değerlerinde en yüksek ASPT değeri 8 olarak Mayıs ayında en düşük ASPT değeri ise 3,4 olarak Ağustos ayında gözlenmiştir.

Noktaların ortalama ASPT değerleri incelendiğinde Üçüncü nokta en yüksek skor değerini alan nokta olarak görülmektedir.

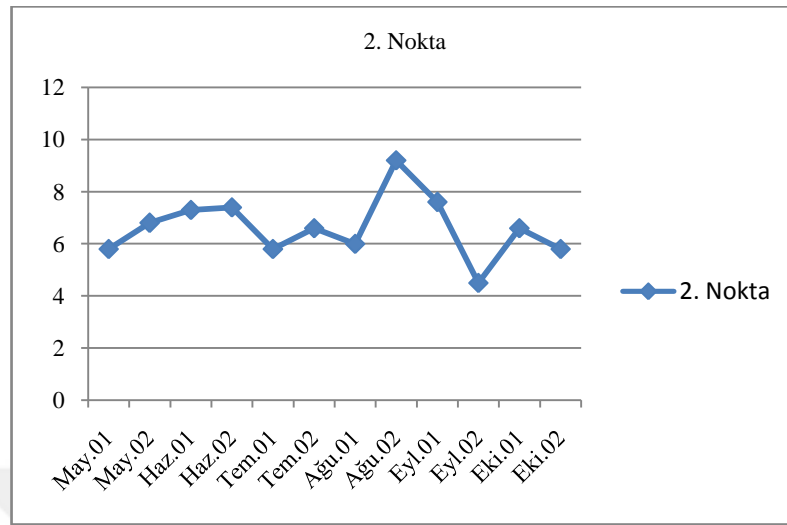
Birinci Noktanın ASPT değerleri Şekil 6.19.'da verilmektedir.



Şekil 6.19. Birinci noktanın ortalama ASPT skor değerleri

Birinci Örneklemeye Noktası ASPT değerleri Şekil 6.19.'da görüldüğü gibi 6,18 ve 7,75 ASPT değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama ASPT değeri 7 olarak tespit edilmiştir.

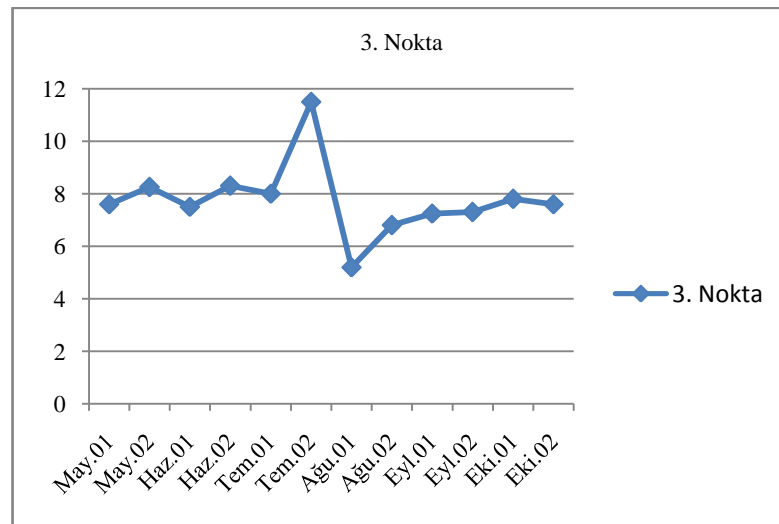
İkinci Noktanın ASPT değerleri Şekil 6.20.'de verilmektedir.



Şekil 6.20. İkinci noktanın ortalama ASPT skor değerleri

İkinci Örnekleme Noktası ASPT değerleri Şekil 6.20.'de görüldüğü gibi 5,8 ve 9,2 ASPT değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama ASPT değeri 6,6 olarak tespit edilmiştir.

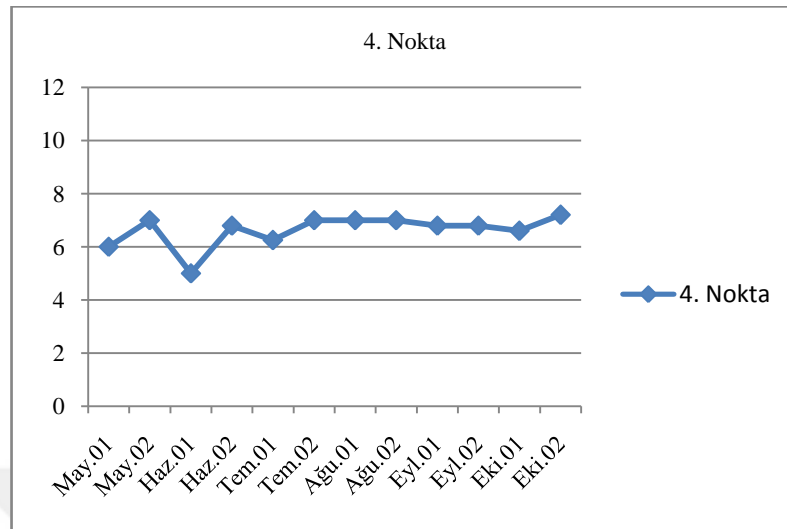
Üçüncü Noktanın ASPT değerleri Şekil 6.21.'de verilmektedir.



Şekil 6.21. Üçüncü noktanın ortalama ASPT skor değerleri

Üçüncü Örnekleme Noktası ASPT değerleri Şekil 6.21.'de görüldüğü gibi 5,2 ve 11,5 ASPT değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama ASPT değeri 7,7 olarak tespit edilmiştir.

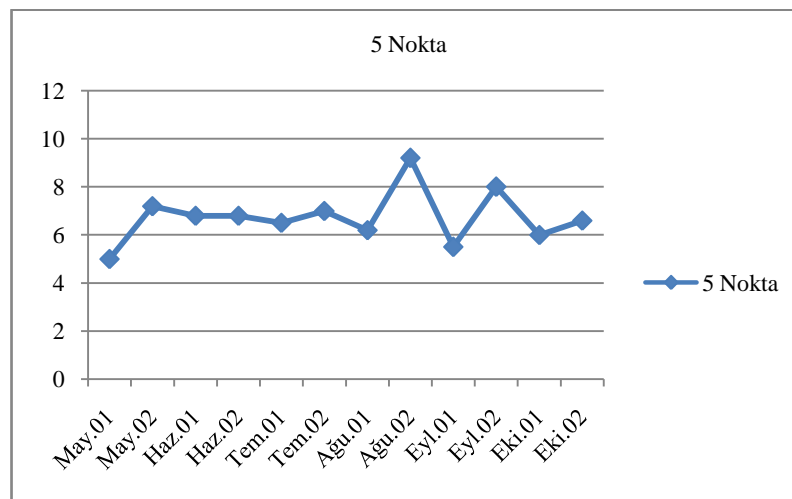
Dördüncü Noktann ASPT değerleri Şekil 6.22.'de verilmektedir.



Şekil 6.22. Dördüncü noktann ortalama ASPT skor değerleri

Dördüncü Örnekleme Noktası ASPT değerleri Şekil 6.22.'de görüldüğü gibi 5 ve 7,2 ASPT değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama ASPT değeri 6,6 olarak tespit edilmiştir.

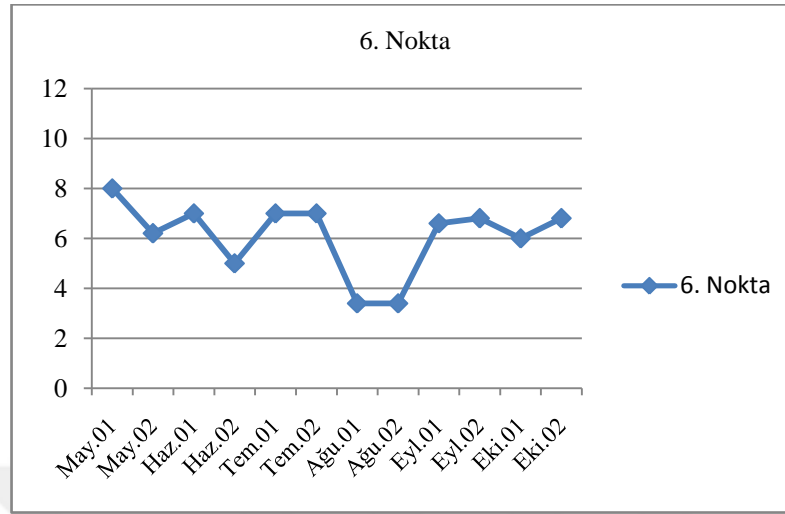
Beşinci Noktann ASPT değerleri Şekil 6.23.'de verilmektedir.



Şekil 6.23. Beşinci noktann ortalama ASPT skor değerleri

Beşinci Örnekleme Noktası ASPT değerleri Şekil 6.23.'de görüldüğü gibi 5 ve 9,2 ASPT değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama ASPT değeri 6,73 olarak tespit edilmiştir.

Altıncı Noktanın ASPT değerleri Şekil 6.24.'de verilmektedir.



Şekil 6.24. Altıncı noktanın ortalama ASPT skor değerleri

Altıncı Örnekleme Noktası ASPT değerleri Şekil 6.24.'de görüldüğü gibi 3,4 ve 8 ASPT değerlerinde dalgalanma halindedir. Ortalama ASPT değeri 5,7 olarak tespit edilmiştir.

Örnekleme Noktalarının aylara göre Chandler skor değerleri incelendiğinde En yüksek skor değeri 98 olarak tespit edilmiştir. En düşük skor değeri 46 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında Haziran ve Ağustos aylarında skor değerlerinde artış gözlenmiştir. Tablo6.19.'da TBI değerleri verilmektedir.

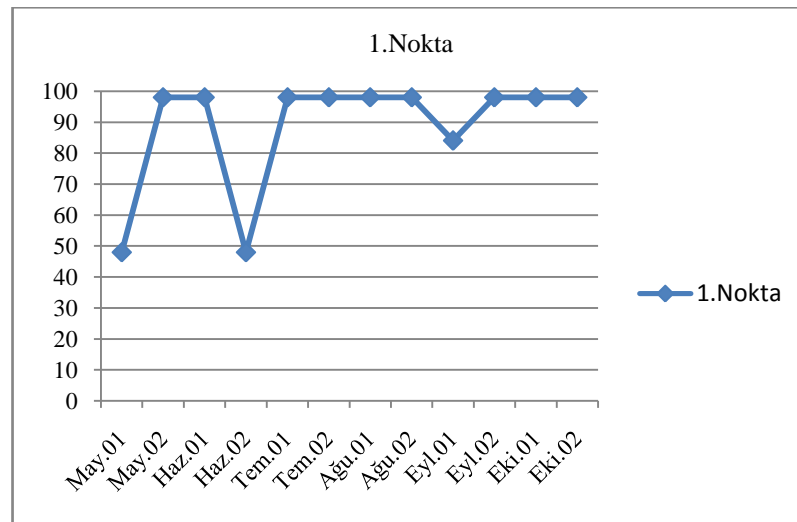
Tablo 6.19. CHANDLER Biyotik İndeksi skor değerleri

|        | Chandler |          |          |          |          |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|        | 1.nokta  | 2. nokta | 3. nokta | 4. nokta | 5. nokta | 6. nokta |
| May.01 | 48       | 90       | 98       | 48       | 48       | 94       |
| May.02 | 98       | 90       | 98       | 94       | 94       | 94       |
| Haz.01 | 98       | 90       | 84       | 98       | 94       | 94       |
| Haz.02 | 48       | 84       | 84       | 90       | 94       | 46       |
| Tem.01 | 98       | 98       | 84       | 90       | 94       | 46       |
| Tem.02 | 98       | 46       | 98       | 94       | 94       | 48       |
| Ağu.01 | 98       | 89       | 98       | 94       | 94       | 89       |
| Ağu.02 | 98       | 89       | 98       | 89       | 48       | 48       |
| Eyl.01 | 84       | 84       | 98       | 89       | 48       | 48       |
| Eyl.02 | 98       | 98       | 98       | 94       | 48       | 48       |
| Eki.01 | 98       | 98       | 98       | 90       | 46       | 48       |
| Eki.02 | 98       | 98       | 94       | 94       | 46       | 48       |

Birinci Noktanın CHANDLER değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek CHANDLER değeri 98 olarak tespit edilmiştir. En düşük CHANDLER değeri ise 48 olarak Mayıs ayında gözlenmiştir. İkinci Noktanın CHANDLER değerleri en yüksek CHANDLER değeri 98 olarak, en düşük CHANDLER değeri ise 46 olarak gözlenmiştir. Üçüncü Noktanın CHANDLER değerlerinin örnekleme zamanları değerlendirildiğinde en yüksek CHANDLER değeri 98 olarak gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük CHANDLER değeri 84 olarak gözlenmiştir. Dördüncü Noktanın CHANDLER değerlerine bakıldığında en yüksek CHANDLER değeri 98 olarak tespit edilmiştir. En düşük CHANDLER değeri ise 48 olarak gözlenmiştir. Beşinci Noktanın CHANDLER değerlerinin örnekleme zamanları incelendiğinde en yüksek CHANDLER değeri 94 olarak tespit edilmiştir. En düşük CHANDLER değeri ise 46 olarak gözlenmiştir. Altıncı Noktanın CHANDLER değerlerinde en yüksek CHANDLER değeri 94 olarak Mayıs ayında en düşük CHANDLER değeri ise 46 olarak tespit edilmiştir.

Noktaların ortalama CHANDLER değerleri incelendiğinde Üçüncü Nokta en yüksek skor değerini alan nokta olarak görülmektedir.

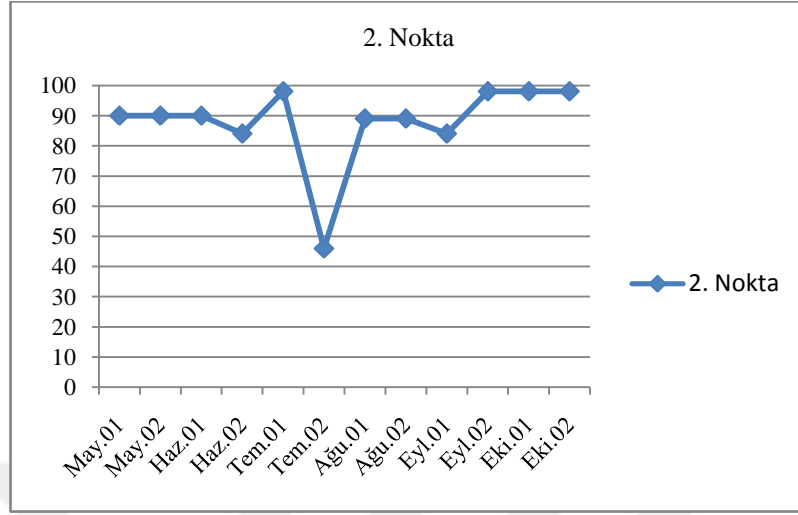
Birinci Noktanın CHANDLER değerleri Şekil 6.25.'de verilmektedir.



Şekil 6.25. Birinci noktanın Chandler skor değerleri

Birinci Örnekleme Noktası CHANDLER değerleri Şekil 6.25.'de görüldüğü gibi 48 ve 98 CHANDLER değerlerinde dalgalanma halindedir.

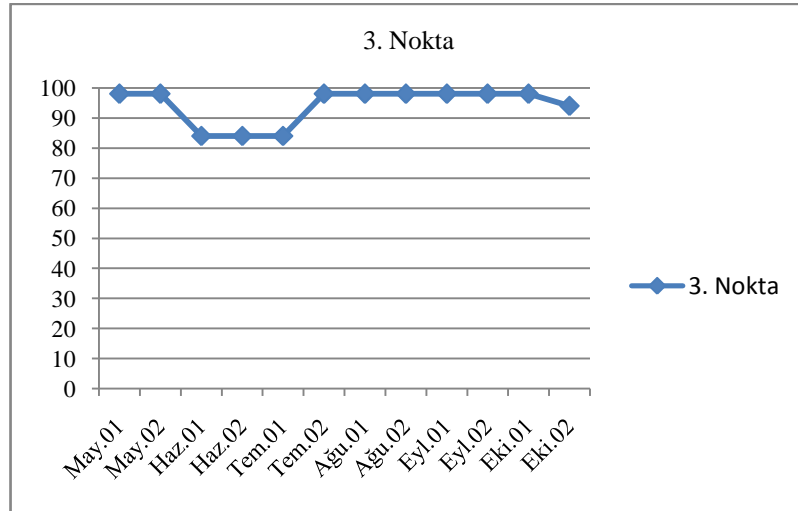
İkinci Noktanın CHANDLER değerleri Şekil 6.26.'da verilmektedir.



Şekil 6.26. İkinci noktanın Chandler skor değerleri

İkinci Örnekleme Noktası CHANDLER değerleri Şekil 6.26.'da görüldüğü gibi 46 ve 98 CHANDLER değerlerinde dalgalanma halindedir.

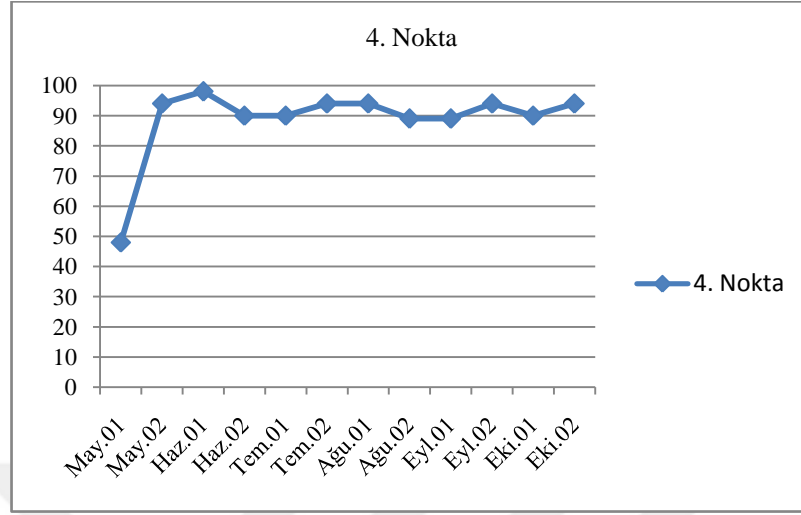
Üçüncü Noktanın CHANDLER değerleri Şekil 6.27.'de verilmektedir.



Şekil 6.27. Üçüncü noktanın Chandler skor değerleri

Üçüncü Örnekleme Noktası CHANDLER değerleri Şekil 6.27.'de görüldüğü gibi 84 ve 98 CHANDLER değerlerinde dalgalanma halindedir.

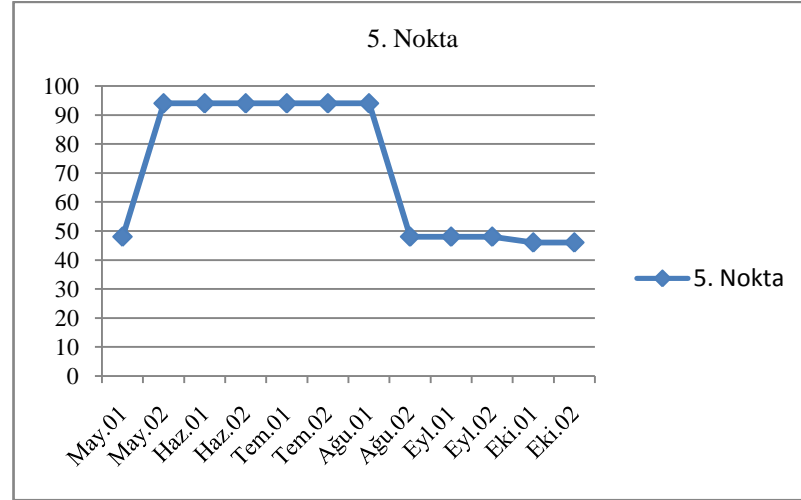
Dördüncü Noktann CHANDLER değerleri Şekil 6.28.'de verilmektedir.



Şekil 6.28. Dördüncü noktann Chandler skor değerleri

Dördüncü Örnekleme Noktası CHANDLER değerleri Şekil 6.28.'de görüldüğü gibi 48 ve 98 CHANDLER değerlerinde dalgalanma halindedir.

Beşinci Noktann CHANDLER değerleri Şekil 6.29.'da verilmektedir.

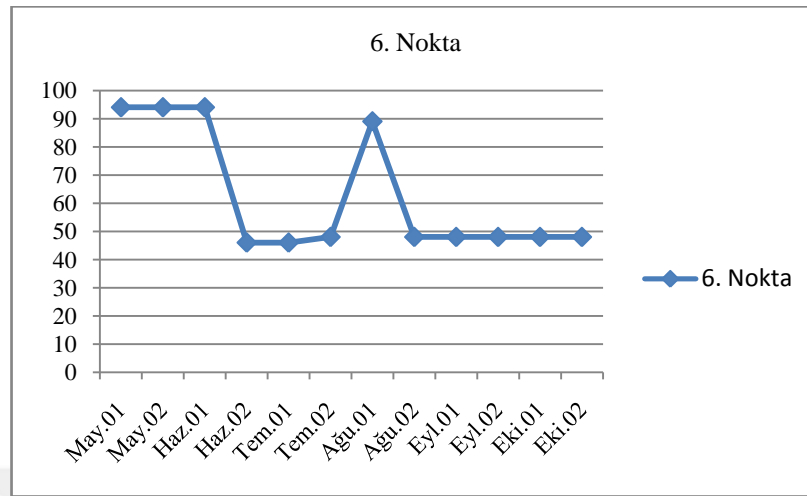


Şekil 6.29. Beşinci noktann Chandler skor değerleri

Beşinci Örnekleme Noktası CHANDLER değerleri Şekil 6.29.'da görüldüğü gibi 46 ve 94 CHANDLER değerlerinde dalgalanma halindedir.



Altıncı Noktanın CHANDLER değerleri Şekil 6.30.'da verilmektedir.



Şekil 6.30. Altıncı noktanın Chandler skor değerleri

Altıncı Örnekleme Noktası CHANDLER değerleri Şekil 6.30.'da görüldüğü gibi 46 ve 98 CHANDLER değerlerinde dalgalanma halindedir.

Örnekleme Noktalarının aylara göre SHANNON skor değerleri incelendiğinde En yüksek skor değeri 4,38 olarak tespit edilmiştir. En düşük skor değeri 0,2 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında Ekim ayında skor değerlerinde artış gözlenmiştir. Tablo 6.20.'de SHANNON değerleri verilmektedir.

Tablo 6.20. Shannon İndeksi

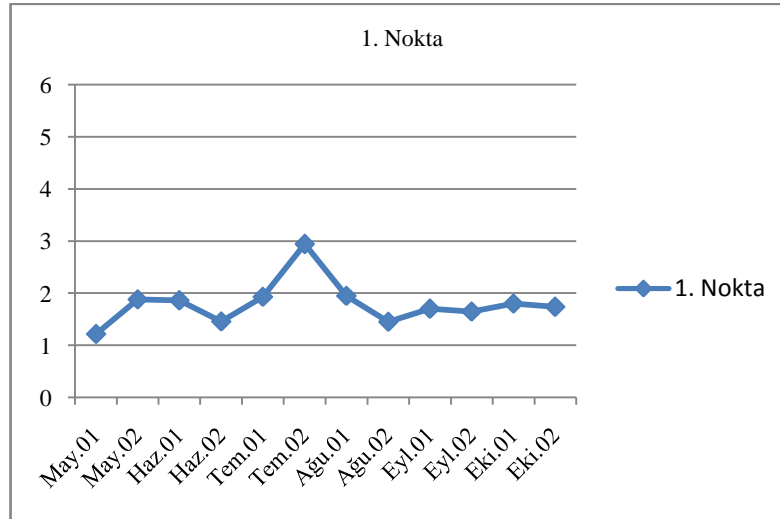
|        | 1. Nokta | 2. Nokta | 3. Nokta | 4.Nokta | 5.Nokta | 6.Nokta |
|--------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| May.01 | 1,22     | 1,44     | 1,58     | 0,34    | 0,69    | 0,48    |
| May.02 | 1,88     | 2,74     | 1,7      | 1,48    | 1,85    | 1       |
| Haz.01 | 1,86     | 1,36     | 1,6      | 1,34    | 2,05    | 0,63    |
| Haz.02 | 1,46     | 1,26     | 1,7      | 1,4     | 1,64    | 0,64    |
| Tem.01 | 1,93     | 1,36     | 1,39     | 0,78    | 2,09    | 1,19    |
| Tem.02 | 2,94     | 1,4      | 1,34     | 0,38    | 1,8     | 1       |
| Ağu.01 | 1,95     | 5,6      | 1,06     | 1,83    | 2,18    | 1,23    |
| Ağu.02 | 1,45     | 1,35     | 1,5      | 1,14    | 1,47    | 1,35    |
| Eyl.01 | 1,7      | 1,22     | 0,2      | 1,1     | 1,38    | 0,92    |
| Eyl.02 | 1,65     | 1,24     | 0,4      | 0,74    | 1,36    | 1,23    |
| Eki.01 | 1,8      | 1,37     | 1,6      | 0,66    | 1,03    | 1,04    |
| Eki.02 | 1,73     | 1,66     | 4,38     | 1,16    | 1,25    | 2       |

Birinci Noktanın SHANNON değerlerinin örnekleme zamanları gösterildiği gibi dağılmıştır. En yüksek SHANNON değeri 2,94 olarak tespit edilmiştir. En düşük

SHANNON değeri ise 1,65 olarak tespit edilmiştir. İkinci Noktanın SHANNON değerleri en yüksek SHANNON değeri 5,6 olarak, en düşük SHANNON değeri ise 1,22 olarak gözlenmiştir. Üçüncü Noktanın SHANNON değerlerinin örnekleme zamanları değerlendirildiğinde en yüksek SHANNON değeri 4,38 olarak gösterildiği zamanlarda ulaşmıştır. En düşük SHANNON değeri 0,2 olarak gözlenmiştir. Dördüncü Noktanın SHANNON değerlerine bakıldığında en yüksek SHANNON değeri 1,83 olarak tespit edilmiştir. En düşük SHANNON değeri ise 0,34 olarak gözlenmiştir. Beşinci Noktanın SHANNON değerlerinin örnekleme zamanları incelendiğinde en yüksek SHANNON değeri 2,18 olarak tespit edilmiştir. En düşük SHANNON değeri ise 0,69 olarak gözlenmiştir. Altıncı Noktanın SHANNON değerlerinde en yüksek SHANNON değeri 1,35 olarak, en düşük SHANNON değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

Noktaların ortalama SHANNON değerleri incelendiğinde Birinci ve İkinci Noktaların en yüksek skor değerini alan noktalar olarak görülmektedir.

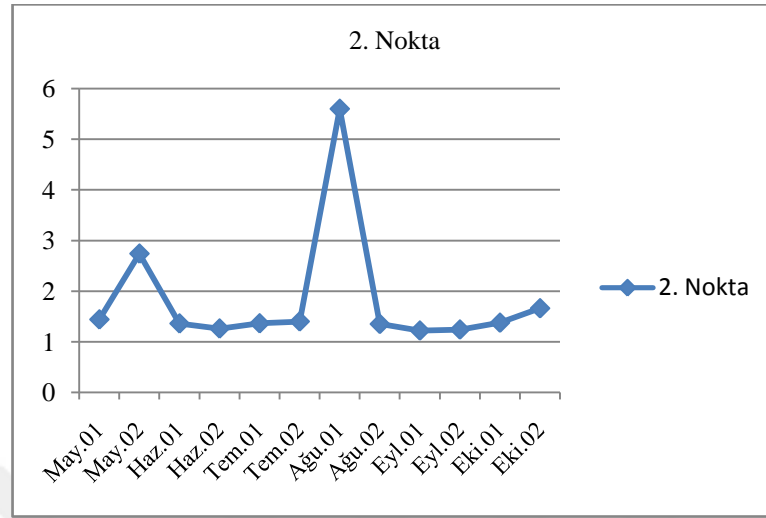
Birinci Noktanın SHANNON değerleri Şekil 6.31.'de verilmektedir.



Şekil 6.31. Birinci noktanın Shannon skor değerleri

Birinci Örnekleme Noktası SHANNON değerleri Şekil 6.31.'de görüldüğü gibi 1,65 ve 2,94 SHANNON değerlerinde dalgalanma halindedir. Birinci Örnekleme Noktası Ortalama SHANNON değeri 1,8'dir.

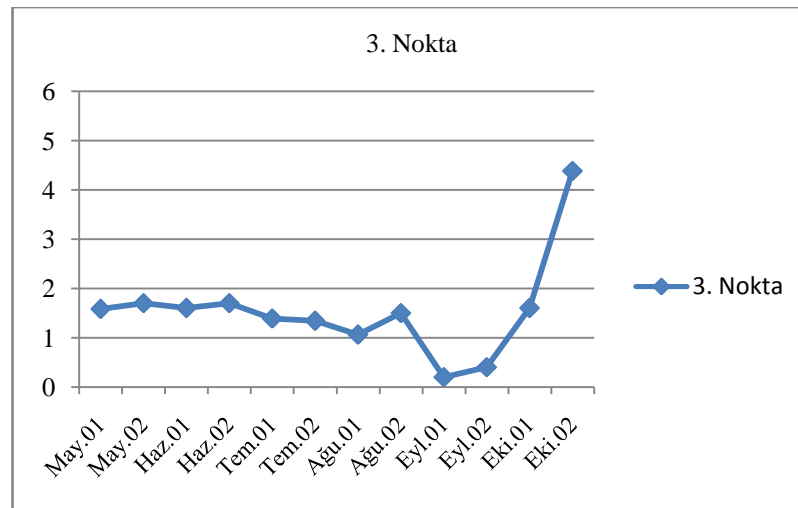
İkinci Noktanın SHANNON değerleri Şekil 6.32.'de verilmektedir.



Şekil 6.32. İkinci noktanın Shannon skor değerleri

İkinci Örnekleme Noktası SHANNON değerleri Şekil 6.32.'de görüldüğü gibi 1,22 ve 5,6 SHANNON değerlerinde dalgalanma halindedir. İkinci Örnekleme Noktası Ortalama SHANNON değeri 1,8'dir.

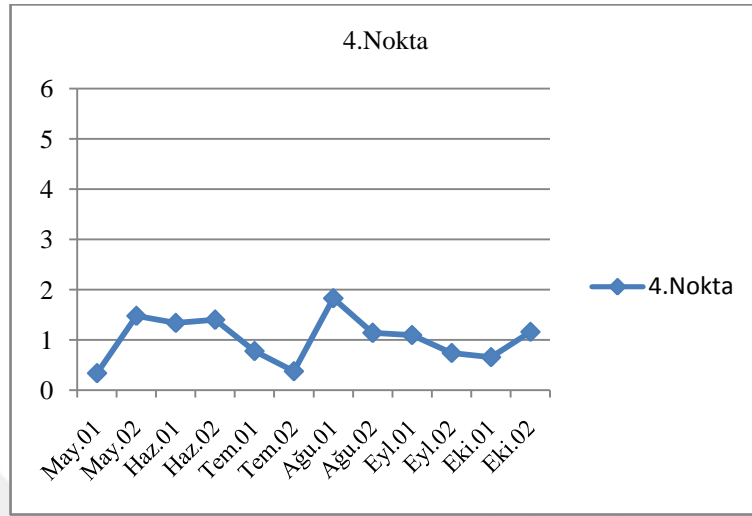
Üçüncü Noktanın SHANNON değerleri Şekil 6.33.'de verilmektedir.



Şekil 6.33. Üçüncü noktanın Shannon skor değerleri

Üçüncü Örnekleme Noktası SHANNON değerleri Şekil 6.33.'de görüldüğü gibi 0,2 ve 4,38 SHANNON değerlerinde dalgalanma halindedir. Üçüncü Örnekleme Noktası Ortalama SHANNON değeri 1,5'dir.

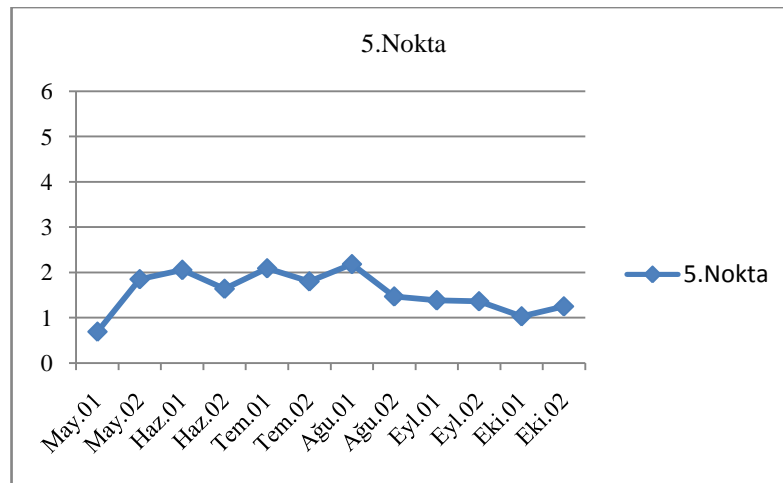
Dördüncü Noktanın SHANNON değerleri Şekil 6.34.'de verilmektedir.



Şekil 6.34. Dördüncü noktanın Shannon skor değerleri

Dördüncü Örnekleme Noktası SHANNON değerleri Şekil 6.34.'de görüldüğü gibi 0,34 ve 1,83 SHANNON değerlerinde dalgalanma halindedir. Dördüncü Örnekleme Noktası Ortalama SHANNON değeri 1,02'dir.

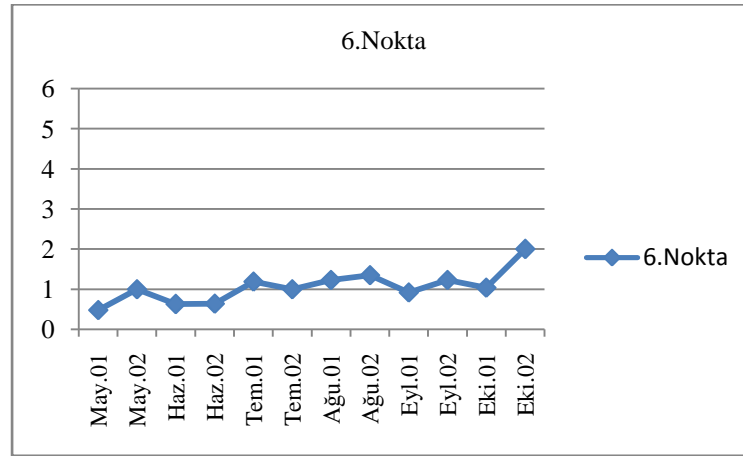
Beşinci Noktanın SHANNON değerleri Şekil 6.35.'de verilmektedir.



Şekil 6.35. Beşinci noktanın Shannon skor değerleri

Beşinci Örnekleme Noktası SHANNON değerleri Şekil 6.35.'de görüldüğü gibi 0,69 ve 2,18 SHANNON değerlerinde dalgalanma halindedir. Beşinci Örnekleme Noktası Ortalama SHANNON değeri 1,6'dır.

Altıncı Noktanın SHANNON değerleri Şekil 6.36.'da verilmektedir.



Şekil 6.36. Altıncı noktanın Shannon skor değerleri

Altıncı Örnekleme Noktası SHANNON değerleri Şekil 6.36.'da görüldüğü gibi 0,48 ve 2 SHANNON değerlerinde dalgalanma halindedir. Altıncı Örnekleme Noktası Ortalama SHANNON değeri 1,1'dir.

### 6.9. İndeks Değerleri Kalite Sınıfları

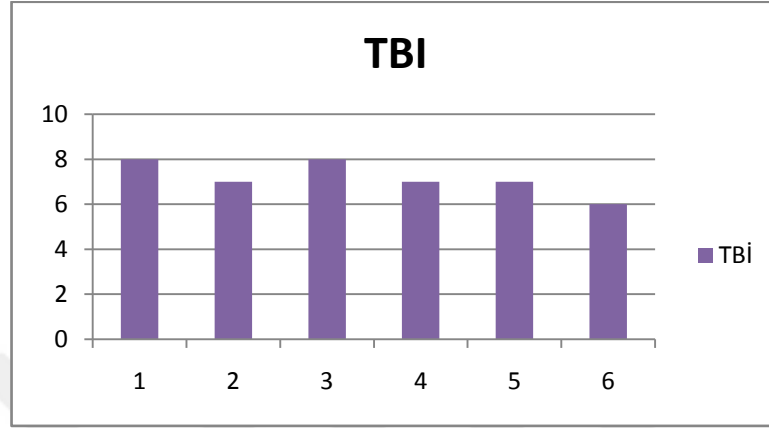
Mudurnu Nehri için kullanılan biyotik indekslerden TBI, BBI ve Shannon indekslerinin çalışma alanı için uygun olduğu belirlenmiştir. Biyolojik analizler sonucunda, çalışma alanında 29 adet bentik makroinvertebrat familyası tespit edilmiştir.

Noktaların Ortalama TBI değerleri ve değerler sonucunda tespit edilen kalite sınıfları Tablo 6.21.'de verilmiştir.

Tablo 6.21. Noktaların TBI ortalama indeks değerleri ve kalite sınıfları

| NOKTA | TBI | Kalite Sınıfı |
|-------|-----|---------------|
| 1     | 8   | 1B            |
| 2     | 7   | 2             |
| 3     | 8   | 1B            |
| 4     | 7   | 2             |
| 5     | 7   | 2             |
| 6     | 6   | 2             |

TBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Birinci ve Üçüncü Noktalar 1B Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. Diğer Noktalar 2. Sınıf olarak tespit edilmiştir. TBI Ortalama değerlerinin sütun grafiği Şekil 6.37’de verilmiştir.



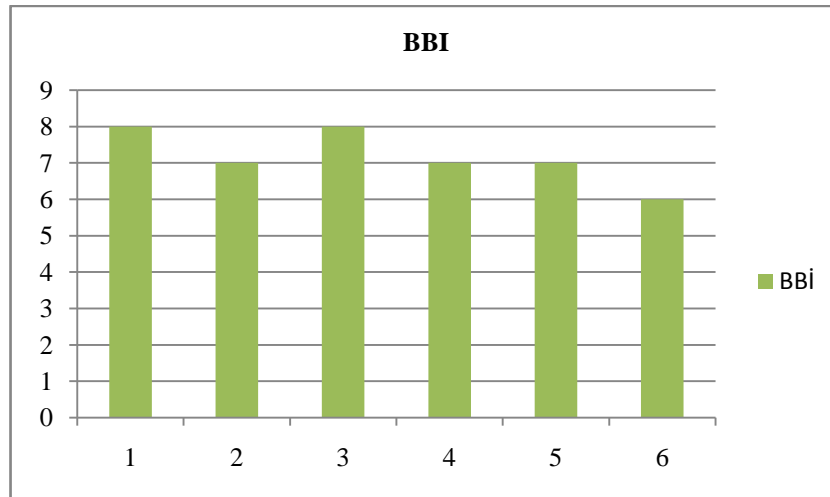
Şekil 6.37. Noktaların ortalama TBI

Noktaların Ortalama BBI değerleri ve değerler sonucunda tespit edilen kalite sınıfları Tablo 6.22.’de verilmiştir.

Tablo 6.22. Noktaların ortalama BBI ve kalite sınıfları

| NOKTA | BBI | Kalite Sınıfı |
|-------|-----|---------------|
| 1     | 8   | 2             |
| 2     | 7   | 2             |
| 3     | 8   | 2             |
| 4     | 7   | 2             |
| 5     | 7   | 2             |
| 6     | 6   | 3             |

BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Noktalar 2. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. Yalnızca Altıncı Nokta 3. Sınıf olarak tespit edilmiştir. BBI Ortalama değerlerinin sütun grafiği Şekil 6.38.’de verilmiştir.



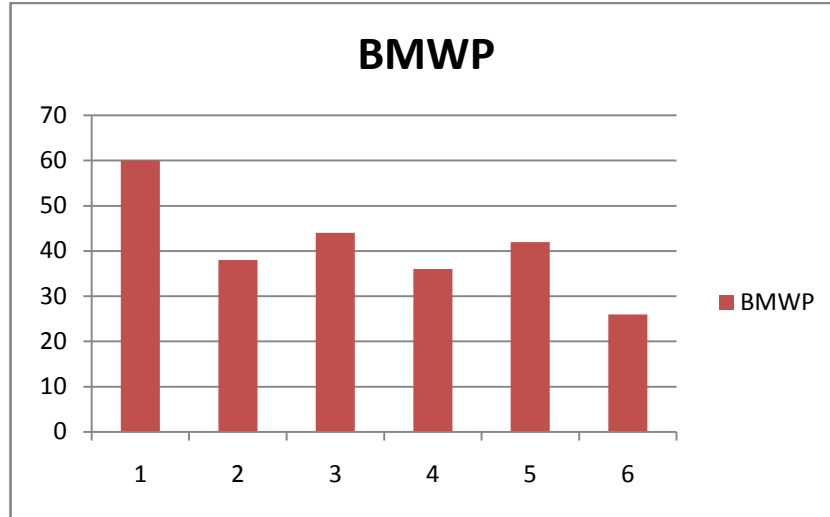
Şekil 6.38. Noktaların ortalama BBI değerleri

Noktaların Ortalama BMWP değerleri ve değerler sonucunda tespit edilen kalite sınıfları Tablo 6.23.'de verilmiştir.

Tablo 6.23. Noktaların BMWP ortalama indeks değerleri ve kalite sınıfları

| NOKTA | BMWP | Kalite Sınıfı |
|-------|------|---------------|
| 1     | 60   | 1B            |
| 2     | 38   | 2             |
| 3     | 44   | 1B            |
| 4     | 36   | 2             |
| 5     | 42   | 1B            |
| 6     | 26   | 2             |

BMWP Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Birinci, Üçüncü ve Beşinci Noktalar 1B Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. Diğer Noktalar 2. Sınıf olarak tespit edilmiştir. BMWP Ortalama değerlerinin sütün grafiği Şekil 6.39.' da verilmiştir.



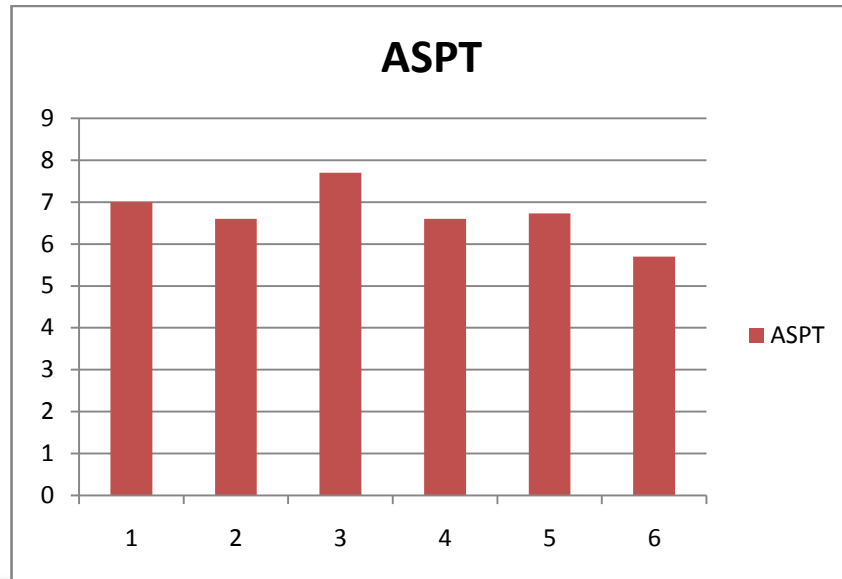
Şekil 6.39. Noktaların ortalama BMWP değerleri

Noktaların Ortalama ASPT değerleri ve değerler sonucunda tespit edilen kalite sınıfları Tablo 6.24.'de verilmiştir.

| NOKTA | ASPT | Kalite Sınıfları |
|-------|------|------------------|
| 1     | 7    | 1                |
| 2     | 6,6  | 1                |
| 3     | 7,7  | 1                |
| 4     | 6,6  | 1                |
| 5     | 6,73 | 1                |
| 6     | 5,7  | 2                |

ASPT Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Noktalar 1. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. Yalnızca Altıncı Nokta 2. Sınıf olarak tespit edilmiştir. ASPT Ortalama değerlerinin sütun grafiği Şekil 6.40.'da verilmiştir.





Şekil 6.40. Noktaların ASPT değerleri grafiği

Noktaların Ortalama SHANNON değerleri ve değerler sonucunda tespit edilen kalite sınıfları Tablo 6.25.'de verilmiştir.

Tablo 6.25. SHANNON İndeksi Sınıfları

| NOKTA | SHANNON | Sınıfları |
|-------|---------|-----------|
| 1     | 1,8     | 3         |
| 2     | 1,8     | 3         |
| 3     | 1,5     | 3         |
| 4     | 1,02    | 3         |
| 5     | 1,6     | 3         |
| 6     | 1,1     | 3         |

SHANNON Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Noktalar 3. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. SHANNON Ortalama değerlerinin sütun grafiği Şekil 6.41.'de verilmiştir.



Şekil 6.41. Noktaların SHANNON değerleri grafiği

### 6.10. Model Çalışması

Altı ay boyunca yaptığımız çalışmada aldığımız Makroinvertebrat örnekleri ile birlikte aynı gün, aynı noktalardan ve aynı saatlerde alınan su örneklerinin kimyasal analizleri arasındaki bağlantıyı incelemek amacıyla veriler SPSS ( Statistical Package for The Social Sciences) versiyon 21 programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

SPSS programı yardımıyla t-testi uygulaması yapılmıştır. %5 ve anlam seviyesi sınır değerdir ve bu değer altındaki değerlerin anlamlı olduğu, bu değer üstündeki değerlerin ise anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yöntem sayesinde, ölçülen kimyasal ve organik parametreler ile makroinvertebrat familyaları arasındaki ilişki tespit edilmiştir.

Grup varyanslarının homojenliğini test etmede Levene testi kullanılmıştır. Levene testi: Gruplar iki ve daha fazla olduğunda uygulanır. Yani Bağımsız gruplardaki t test ve Anova testinde kullanılır. Grup adedinin tek olduğu bağımlı gruplardaki t testinde kullanılmaz. Levene testi sonucunda bulunan Anlamlılık (p) değerine bakılır. Bu değer 0.05'ten büyük ise fark yoktur, gruplar arasında farklılık yoktur. Yani varyanslar eşittir (homojen) sonucuna varılır.

Bu çalışma ile kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak makroinvertebrat popülasyonlarındaki değişim araştırılmıştır.

Hipotezler şöyle oluşturulmuştur.

H<sub>0</sub>: Biyolojik parametrenin (canlının) olup olmaması kimyasal parametrelerin büyüklüğünden etkilenmemektedir.

H<sub>1</sub>: Biyolojik parametrenin (canlının) olup olmaması kimyasal parametrelerin büyüklüğünden etkilenmektedir.

#### **6.10.1. Kimyasal parametrelerin değişimine göre biyolojik parametrelerdeki değişimin testi**

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Agriidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.26.'da ve Tablo 6.27.'de verilmiştir.

Tablo 6.26. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Agriidae familyası popülasyonun değişimi  
Grup İstatistikleri

|                    | Agriidae | N  | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
|--------------------|----------|----|-----------|------------|-----------|
| Sıcaklık           | 0        | 58 | 18,69828  | 3,137129   | ,411925   |
|                    | 1        | 14 | 18,46429  | 2,996564   | ,800865   |
| pH                 | 0        | 58 | 6,98276   | ,295663    | ,038823   |
|                    | 1        | 14 | 7,14286   | ,363137    | ,097052   |
| TKN                | 0        | 58 | ,37040    | ,288417    | ,037871   |
|                    | 1        | 14 | ,43671    | ,244806    | ,065427   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0        | 58 | 1,06791   | 6,806562   | ,893745   |
|                    | 1        | 14 | ,08171    | ,059753    | ,015970   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0        | 58 | ,07983    | ,061045    | ,008016   |
|                    | 1        | 14 | ,05257    | ,036445    | ,009740   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0        | 58 | 1,21500   | ,310513    | ,040772   |
|                    | 1        | 14 | 1,16429   | ,243712    | ,065135   |
| T-N                | 0        | 58 | 1,61897   | ,230527    | ,030270   |
|                    | 1        | 14 | 1,65357   | ,245313    | ,065563   |
| T-P                | 0        | 58 | ,13707    | ,063826    | ,008381   |
|                    | 1        | 14 | ,11286    | ,054410    | ,014542   |
| AKM                | 0        | 58 | 276,50000 | 240,091302 | 31,525532 |
|                    | 1        | 14 | 178,07143 | 174,200355 | 46,557003 |
| BOİ                | 0        | 58 | 3,78793   | ,391613    | ,051421   |
|                    | 1        | 14 | 3,89286   | ,364722    | ,097476   |
| KOİ                | 0        | 58 | 7,82414   | 1,360123   | ,178593   |
|                    | 1        | 14 | 8,30714   | 1,425841   | ,381072   |

0: yok

1: var

Tablo 6.27. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Agriidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                              | Levene Varyans Eşitliği Testi |             | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                              | F                             | Anlamlılık. | t                          | Serbestlik derecesi | Anlamlılık. (çift tarflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,065                          | ,800        | ,253                       | 70                  | ,801                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi | 3,080                         | ,084        | -1,738                     | 70                  | ,087                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 3,044                         | ,085        | -,793                      | 70                  | ,430                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,939                          | ,336        | ,539                       | 70                  | ,591                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | 2,257                         | ,138        | 1,598                      | 70                  | ,115                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | 2,551                         | ,115        | ,569                       | 70                  | ,571                      |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,094                          | ,759        | -,498                      | 70                  | ,620                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 1,145                         | ,288        | 1,308                      | 70                  | ,195                      |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,316                          | ,576        | 1,442                      | 70                  | ,154                      |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,291                          | ,592        | -,911                      | 70                  | ,365                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,064                          | ,801        | -1,182                     | 70                  | ,241                      |

Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Baetidae, Chironomidae, Dytiscidae, Glossiphonidae familyaları sadece bir ya da bir kaç ölçümde rastlandığı için bunlarla ilgili t testi yapılamamıştır.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Coenagriidae familyası popülasyonun değişimi Tablo 6.28.'de ve Tablo 6.29.'da verildiği gibidir.

Tablo 6.28. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Coenagriidae familyası popülasyonun değişimi  
Grup İstatistik

| Parametreler       | Coenagriidae | N  | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
|--------------------|--------------|----|-----------|------------|-----------|
| Sıcaklık           | 0            | 62 | 18,57258  | 3,071347   | ,390061   |
|                    | 1            | 10 | 19,15000  | 3,333750   | 1,054224  |
| pH                 | 0            | 62 | 7,03226   | ,311934    | ,039616   |
|                    | 1            | 10 | 6,90000   | ,316228    | ,100000   |
| TKN                | 0            | 62 | ,37071    | ,272316    | ,034584   |
|                    | 1            | 10 | ,46130    | ,329313    | ,104138   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0            | 62 | ,98515    | 6,586613   | ,836501   |
|                    | 1            | 10 | ,20040    | ,099938    | ,031603   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0            | 62 | ,07468    | ,060573    | ,007693   |
|                    | 1            | 10 | ,07360    | ,039767    | ,012575   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0            | 62 | 1,21726   | ,302190    | ,038378   |
|                    | 1            | 10 | 1,13000   | ,271006    | ,085700   |
| T-N                | 0            | 62 | 1,62177   | ,226633    | ,028782   |
|                    | 1            | 10 | 1,65000   | ,275882    | ,087242   |
| T-P                | 0            | 62 | ,13000    | ,064248    | ,008160   |
|                    | 1            | 10 | ,14700    | ,050563    | ,015990   |
| AKM                | 0            | 62 | 250,45161 | 236,634163 | 30,052569 |
|                    | 1            | 10 | 300,20000 | 197,878638 | 62,574720 |
| BOİ                | 0            | 62 | 3,80968   | ,405580    | ,051509   |
|                    | 1            | 10 | 3,80000   | ,249444    | ,078881   |
| KOİ                | 0            | 62 | 7,96452   | 1,427034   | ,181233   |
|                    | 1            | 10 | 7,63000   | 1,017677   | ,321818   |

Tablo 6.29. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Coenagriidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                              | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                             |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
|                    |                              | F                            | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık . (çift taraflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,052                         | ,820       | -,545                      | 70                  | ,587                        |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,330                         | ,567       | 1,242                      | 70                  | ,218                        |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 1,115                        | ,295       | -,948                      | 70                  | ,346                        |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,594                         | ,443       | ,375                       | 70                  | ,709                        |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,818                         | ,369       | ,054                       | 70                  | ,957                        |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,822                         | ,368       | ,858                       | 70                  | ,394                        |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,213                         | ,646       | -,355                      | 70                  | ,724                        |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,981                         | ,325       | -,796                      | 70                  | ,429                        |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,323                         | ,572       | -,629                      | 70                  | ,531                        |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 2,957                        | ,090       | ,073                       | 70                  | ,942                        |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,270                         | ,605       | ,711                       | 70                  | ,480                        |

Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Cordulegasteridae familyasının popülasyonunun değişimi Tablo 6.30.'da ve Tablo 6.31.'de verilmiştir.

Tablo 6.30. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Cordulegasteridae familyasının popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Cordulegasteridae | Grup İstatistik |           |            |           |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |                   | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0                 | 53              | 18,50000  | 2,954788   | ,405871   |
|                    | 1                 | 19              | 19,07895  | 3,493101   | ,801372   |
| pH                 | 0                 | 53              | 7,01887   | ,366405    | ,050330   |
|                    | 1                 | 19              | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0                 | 53              | ,38400    | ,283538    | ,038947   |
|                    | 1                 | 19              | ,38132    | ,277850    | ,063743   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0                 | 53              | 1,12368   | 7,124224   | ,978587   |
|                    | 1                 | 19              | ,18568    | ,115844    | ,026576   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0                 | 53              | ,07238    | ,059831    | ,008218   |
|                    | 1                 | 19              | ,08053    | ,053219    | ,012209   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0                 | 53              | 1,21453   | ,321287    | ,044132   |
|                    | 1                 | 19              | 1,17895   | ,225041    | ,051628   |
| T-N                | 0                 | 53              | 1,62547   | ,247608    | ,034012   |
|                    | 1                 | 19              | 1,62632   | ,188096    | ,043152   |
| T-P                | 0                 | 53              | ,13000    | ,067965    | ,009336   |
|                    | 1                 | 19              | ,13895    | ,044708    | ,010257   |
| AKM                | 0                 | 53              | 252,20755 | 244,187614 | 33,541748 |
|                    | 1                 | 19              | 271,73684 | 194,862585 | 44,704543 |
| BOİ                | 0                 | 53              | 3,76226   | ,374796    | ,051482   |
|                    | 1                 | 19              | 3,93684   | ,398902    | ,091514   |
| KOİ                | 0                 | 53              | 7,83019   | 1,248628   | ,171512   |
|                    | 1                 | 19              | 8,16316   | 1,697780   | ,389497   |



Tablo 6.31. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Cordulegasteridaefamilyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | F                             | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,075                         | ,303       | -,698                      | 70                  | ,488                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,690                         | ,059       | ,223                       | 70                  | ,824                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,478                          | ,492       | ,036                       | 70                  | ,972                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,336                         | ,252       | ,571                       | 70                  | ,570                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,258                          | ,613       | -,524                      | 70                  | ,602                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,637                         | ,061       | ,444                       | 70                  | ,658                      |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,887                         | ,053       | -,014                      | 70                  | ,989                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 4,024                         | ,049       | -,645                      | 48,626              | ,522                      |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,111                          | ,740       | -,314                      | 70                  | ,754                      |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,000                          | ,996       | -1,713                     | 70                  | ,091                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,801                         | ,184       | -,904                      | 70                  | ,369                      |

Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandırıldığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemerellidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.32.'de ve Tablo 6.33.'de verilmiştir.

Tablo 6.32. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemerellidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Ephemerellidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |                | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0              | 56              | 18,76786  | 3,114430   | ,416183   |
|                    | 1              | 16              | 18,25000  | 3,071373   | ,767843   |
| pH                 | 0              | 56              | 7,01786   | ,356298    | ,047612   |
|                    | 1              | 16              | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0              | 56              | ,38754    | ,293386    | ,039205   |
|                    | 1              | 16              | ,36844    | ,235447    | ,058862   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0              | 56              | 1,11096   | 6,925394   | ,925445   |
|                    | 1              | 16              | ,05431    | ,045290    | ,011322   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0              | 56              | ,08229    | ,062097    | ,008298   |
|                    | 1              | 16              | ,04738    | ,026837    | ,006709   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0              | 56              | 1,21018   | ,286455    | ,038279   |
|                    | 1              | 16              | 1,18750   | ,344238    | ,086060   |
| T-N                | 0              | 56              | 1,64732   | ,229905    | ,030722   |
|                    | 1              | 16              | 1,55000   | ,230940    | ,057735   |
| T-P                | 0              | 56              | ,14625    | ,059347    | ,007931   |
|                    | 1              | 16              | ,08375    | ,048287    | ,012072   |
| AKM                | 0              | 56              | 294,89286 | 233,699082 | 31,229353 |
|                    | 1              | 16              | 126,00000 | 169,438288 | 42,359572 |
| BOİ                | 0              | 56              | 3,78929   | ,359130    | ,047991   |
|                    | 1              | 16              | 3,87500   | ,476795    | ,119199   |
| KOİ                | 0              | 56              | 7,86607   | 1,281941   | ,171307   |
|                    | 1              | 16              | 8,10000   | 1,701764   | ,425441   |

Tablo 6.33. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemerellidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | F                            | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,031                         | ,861       | ,588                       | 70                  | ,558                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 2,917                        | ,092       | ,199                       | 70                  | ,842                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,633                        | ,061       | ,239                       | 70                  | ,812                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,127                        | ,292       | ,607                       | 70                  | ,546                      |
|                    | Eşit Varyanslar kabul edilmedi |                              |            |                            |                     |                           |
| NO <sub>2</sub> -N | edilmedi                       | 6,948                        | ,10        | 3,271                      | 58,596              | ,002**                    |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,661                         | ,419       | ,267                       | 70                  | ,790                      |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,014                         | ,907       | 1,492                      | 70                  | ,140                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,870                         | ,354       | 3,857                      | 70                  | ,000**                    |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,849                        | ,178       | 2,690                      | 70                  | ,009**                    |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,075                        | ,303       | -,781                      | 70                  | ,438                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,947                         | ,334       | -,597                      | 70                  | ,553                      |

(\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı Ephemerellidae familyası varlığı incelendiğinde, % 1 anlam düzeyinde önemli Nitrit azotu, Toplam fosfor ve Askıda Katı Madde ile arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. NO<sub>2</sub>-N, T-P ve AKM artışında Ephemerellidae familyası popülasyonunda azalma tespit edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemeridea familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.34.'de ve Tablo 6.35.'de verilmiştir.

Tablo 6.34. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemeridea familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Ephemeridae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|-------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |             | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0           | 67              | 18,70149  | 3,114068   | ,380444   |
|                    | 1           | 5               | 18,00000  | 3,000000   | 1,341641  |
| pH                 | 0           | 67              | 7,00000   | ,301511    | ,036835   |
|                    | 1           | 5               | 7,20000   | ,447214    | ,200000   |
| TKN                | 0           | 67              | ,37596    | ,287679    | ,035146   |
|                    | 1           | 5               | ,48160    | ,118513    | ,053001   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0           | 67              | ,93649    | 6,334426   | ,773873   |
|                    | 1           | 5               | ,06760    | ,078596    | ,035149   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0           | 67              | ,07573    | ,056520    | ,006905   |
|                    | 1           | 5               | ,05840    | ,080345    | ,035931   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0           | 67              | 1,21896   | ,303136    | ,037034   |
|                    | 1           | 5               | 1,02000   | ,109545    | ,048990   |
| T-N                | 0           | 67              | 1,63060   | ,236444    | ,028886   |
|                    | 1           | 5               | 1,56000   | ,167332    | ,074833   |
| T-P                | 0           | 67              | ,13731    | ,060492    | ,007390   |
|                    | 1           | 5               | ,06600    | ,055045    | ,024617   |
| AKM                | 0           | 67              | 268,35821 | 234,390745 | 28,635387 |
|                    | 1           | 5               | 110,00000 | 108,166538 | 48,373546 |
| BOİ                | 0           | 67              | 3,80000   | ,364733    | ,044559   |
|                    | 1           | 5               | 3,92000   | ,661060    | ,295635   |
| KOİ                | 0           | 67              | 7,82239   | 1,307765   | ,159769   |
|                    | 1           | 5               | 9,20000   | 1,788854   | ,800000   |

Tablo 6.35. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemeridae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örnekleme Testi      |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
|                    |                                | F                             | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,422                          | ,518       | ,487                       | 70                  | ,628                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,008                         | ,087       | -1,384                     | 70                  | ,171                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 8,555                         | ,005       | -1,661                     | 8,195               | ,134                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,282                          | ,597       | ,305                       | 70                  | ,761                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,680                          | ,412       | ,643                       | 70                  | ,522                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 5,211                         | ,025       | 3,240                      | 9,686               | ,009**                    |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,444                         | ,234       | ,653                       | 70                  | ,516                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,417                          | ,520       | 2,555                      | 70                  | ,013*                     |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 2,257                         | ,138       | 1,491                      | 70                  | ,140                      |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 2,559                         | ,114       | -,667                      | 70                  | ,507                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,179                          | ,674       | -2,218                     | 70                  | ,030*                     |

(\*) %5 (\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Ephemeridae familyası varlığı incelendiğinde % 1 anlam düzeyinde Nitrat azotu ile, %5 anlam düzeyinde Toplam Fosfor ve KOİ parametreleri arasında ilişki tespit edilmiştir. NO<sub>3</sub>-N, T-P artışında Ephemeridae popülasyonunda azalma tespit edilmiştir. KOİ artışı ise Ephemeridae popülasyonunu olumlu etkilemiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Erpobdellidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.36.'da ve Tablo 6.37.'de verilmiştir.

Tablo 6.36. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Erpobdellidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Erpobdellidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |               | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0             | 66              | 18,78788  | 3,102184   | ,381852   |
|                    | 1             | 6               | 17,16667  | 2,768875   | 1,130388  |
| pH                 | 0             | 66              | 7,01515   | ,327810    | ,040351   |
|                    | 1             | 6               | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0             | 66              | ,37735    | ,285119    | ,035096   |
|                    | 1             | 6               | ,44867    | ,227246    | ,092773   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0             | 66              | ,93945    | 6,382947   | ,785686   |
|                    | 1             | 6               | ,17983    | ,275667    | ,112540   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0             | 66              | ,07209    | ,050741    | ,006246   |
|                    | 1             | 6               | ,10133    | ,114894    | ,046905   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0             | 66              | 1,22682   | ,301060    | ,037058   |
|                    | 1             | 6               | ,96667    | ,081650    | ,033333   |
| T-N                | 0             | 66              | 1,63561   | ,235301    | ,028964   |
|                    | 1             | 6               | 1,51667   | ,172240    | ,070317   |
| T-P                | 0             | 66              | ,13303    | ,061268    | ,007542   |
|                    | 1             | 6               | ,12500    | ,081179    | ,033141   |
| AKM                | 0             | 66              | 271,28788 | 235,545897 | 28,993696 |
|                    | 1             | 6               | 104,16667 | 76,838575  | 31,369217 |
| BOİ                | 0             | 66              | 3,81212   | ,364382    | ,044852   |
|                    | 1             | 6               | 3,76667   | ,625033    | ,255169   |
| KOİ                | 0             | 66              | 7,92121   | 1,313775   | ,161715   |
|                    | 1             | 6               | 7,88333   | 2,112266   | ,862329   |

Tablo 6.37. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Erpobdellidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t-test için eşitlik anlamı |                    |                           |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|
|                    |                                | F                            | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Dercesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,809                         | ,371       | 1,235                      | 70                 | ,221                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,908                         | ,344       | ,112                       | 70                 | ,911                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,003                        | ,087       | -,594                      | 70                 | ,554                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,286                         | ,594       | ,290                       | 70                 | ,773                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 5,83                         | ,018       | -,618                      | 5,179              | ,563                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 7,373                        | ,008       | 5,219                      | 22,369             | ,000**                    |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 2,215                        | ,141       | 1,206                      | 70                 | ,232                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,067                         | ,796       | ,299                       | 70                 | ,766                      |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 4,391                        | ,04        | 3,912                      | 16,278             | ,001**                    |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,603                        | ,210       | ,274                       | 70                 | ,785                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,321                        | ,254       | ,064                       | 70                 | ,949                      |

(\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Erpobdellidae familyası varlığı incelendiğinde Nitrat Azotu ve Askıda Katı Maddeye karşı %1 anlam düzeyinde önemli negatif ilişki gözlenmektedir. Nitrat ve Askıda Katı Madde artışı Erpobdellidae familyası varlığını olumsuz etkilemektedir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gammaridae'nın popülasyonunun değişimi Tablo 6.38.'de ve Tablo 6.39.'da verilmiştir.

Tablo 6.38. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gammaridae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Gammaridae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |            | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0          | 14              | 18,53571  | 2,656373   | ,709946   |
|                    | 1          | 58              | 18,68103  | 3,207308   | ,421140   |
| pH                 | 0          | 14              | 7,07143   | ,267261    | ,071429   |
|                    | 1          | 58              | 7,00000   | ,324443    | ,042601   |
| TKN                | 0          | 14              | ,51400    | ,305377    | ,081615   |
|                    | 1          | 58              | ,35174    | ,266918    | ,035048   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0          | 14              | ,10850    | ,098297    | ,026271   |
|                    | 1          | 58              | 1,06145   | 6,807397   | ,893855   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0          | 14              | ,06129    | ,044243    | ,011824   |
|                    | 1          | 58              | ,07772    | ,060634    | ,007962   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0          | 14              | 1,13571   | ,237316    | ,063425   |
|                    | 1          | 58              | 1,22190   | ,310096    | ,040718   |
| T-N                | 0          | 14              | 1,65714   | ,259331    | ,069309   |
|                    | 1          | 58              | 1,61810   | ,226858    | ,029788   |
| T-P                | 0          | 14              | ,13857    | ,079213    | ,021171   |
|                    | 1          | 58              | ,13086    | ,058498    | ,007681   |
| AKM                | 0          | 14              | 158,07143 | 175,444256 | 46,889450 |
|                    | 1          | 58              | 281,32759 | 237,604004 | 31,198934 |
| BOİ                | 0          | 14              | 3,65000   | ,256455    | ,068541   |
|                    | 1          | 58              | 3,84655   | ,404022    | ,053051   |
| KOİ                | 0          | 14              | 7,43571   | ,915345    | ,244636   |
|                    | 1          | 58              | 8,03448   | 1,448357   | ,190179   |



Tablo 6.39. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gammaridae familyası t-Testi

|                    |                              | Bağımsız Örnekleme Testi      |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                              | Levene Varyans Eşitliği Testi |            |                            |                     |                           |
| Parametreler       |                              | F                             | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi | 2,000                         | ,162       | -,157                      | 70                  | ,876                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,111                          | ,740       | ,762                       | 70                  | ,448                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,137                          | ,712       | 1,988                      | 70                  | ,05*                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,117                          | ,733       | -,953                      | 70                  | ,344                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | 1,232                         | ,271       | -,971                      | 70                  | ,335                      |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,411                          | ,523       | ,562                       | 70                  | ,576                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 3,656                         | ,060       | ,412                       | 70                  | ,682                      |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,351                          | ,556       | -1,821                     | 70                  | ,073                      |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 2,407                         | ,125       | -1,733                     | 70                  | ,088                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,639                          | ,427       | -1,473                     | 70                  | ,145                      |

(\*) %5 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gammaridae familyası varlığı incelendiğinde %5 anlam düzeyinde önemli Toplam Kjheldal Azotu ile arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. TKN artışı ile Gammaridae familyası popülasyonunda azalma gözlenmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gomphidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.40.'da ve Tablo 6.41.'de verilmiştir.

Tablo 6.40. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gomphidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Gomphidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |           | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0         | 43              | 18,82558  | 3,133695   | ,477884   |
|                    | 1         | 29              | 18,39655  | 3,062968   | ,568779   |
| pH                 | 0         | 43              | 7,09302   | ,293903    | ,044820   |
|                    | 1         | 29              | 6,89655   | ,309934    | ,057553   |
| TKN                | 0         | 43              | ,37605    | ,288613    | ,044013   |
|                    | 1         | 29              | ,39403    | ,271642    | ,050443   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0         | 43              | 1,35147   | 7,908959   | 1,206105  |
|                    | 1         | 29              | ,17138    | ,133215    | ,024737   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0         | 43              | ,07944    | ,065709    | ,010021   |
|                    | 1         | 29              | ,06724    | ,043970    | ,008165   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0         | 43              | 1,23884   | ,339609    | ,051790   |
|                    | 1         | 29              | 1,15517   | ,218086    | ,040498   |
| T-N                | 0         | 43              | 1,63837   | ,244423    | ,037274   |
|                    | 1         | 29              | 1,60690   | ,215359    | ,039991   |
| T-P                | 0         | 43              | ,13047    | ,070032    | ,010680   |
|                    | 1         | 29              | ,13517    | ,050329    | ,009346   |
| AKM                | 0         | 43              | 231,88372 | 237,377157 | 36,199677 |
|                    | 1         | 29              | 295,13793 | 219,865661 | 40,828028 |
| BOİ                | 0         | 43              | 3,81860   | ,397765    | ,060659   |
|                    | 1         | 29              | 3,79310   | ,375053    | ,069646   |
| KOİ                | 0         | 43              | 8,08372   | 1,300170   | ,198274   |
|                    | 1         | 29              | 7,67241   | 1,470883   | ,273136   |

Tablo 6.41. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gomphidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örneklem Testi       |      |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|------------|----------------------------|---------------------|
|                    |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi | F    | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,061                          | ,805 | ,575       | 70                         | ,567                |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,083                          | ,774 | 2,722      | 70                         | ,008**              |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,470                          | ,495 | -,266      | 70                         | ,791                |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 2,575                         | ,113 | ,802       | 70                         | ,426                |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,993                         | ,162 | ,875       | 70                         | ,384                |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 8,319                         | ,005 | 1,273      | 69,877                     | ,207                |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,386                          | ,537 | ,562       | 70                         | ,576                |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 4,237                         | ,043 | -,332      | 69,671                     | ,741                |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,010                          | ,921 | -1,142     | 70                         | ,257                |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,212                          | ,646 | ,273       | 70                         | ,786                |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,087                          | ,769 | 1,249      | 70                         | ,216                |

(\*\*) %1 anlam düzeyi için anlamlı

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gomphidae familyası varlığı incelendiğinde pH değişimi %1 anlam düzeyi için anlamlı tespit edilmiştir. pH azalması Gomphidae familyası popülasyonunu olumlu etkilemektedir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gyrinidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.42.'de ve Tablo 6.43.'de verilmiştir.

Tablo 6.42. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gyrinidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Gyrinidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |           | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| Sıcaklık           | 0         | 69              | 18,71739  | 3,089925   | ,371983   |
|                    | 1         | 3               | 17,16667  | 3,329164   | 1,922094  |
| pH                 | 0         | 69              | 7,01449   | ,320512    | ,038585   |
|                    | 1         | 3               | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0         | 69              | ,37590    | ,280895    | ,033816   |
|                    | 1         | 3               | ,55333    | ,239107    | ,138049   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0         | 69              | ,91264    | 6,242142   | ,751466   |
|                    | 1         | 3               | ,03700    | ,050269    | ,029023   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0         | 69              | ,07574    | ,058421    | ,007033   |
|                    | 1         | 3               | ,04667    | ,042099    | ,024306   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0         | 69              | 1,20971   | ,302985    | ,036475   |
|                    | 1         | 3               | 1,10000   | ,100000    | ,057735   |
| T-N                | 0         | 69              | 1,62246   | ,234761    | ,028262   |
|                    | 1         | 3               | 1,70000   | ,173205    | ,100000   |
| T-P                | 0         | 69              | ,13464    | ,062699    | ,007548   |
|                    | 1         | 3               | ,08000    | ,026458    | ,015275   |
| AKM                | 0         | 69              | 267,30435 | 230,891769 | 27,796103 |
|                    | 1         | 3               | 28,66667  | 17,039171  | 9,837570  |
| BOİ                | 0         | 69              | 3,81449   | ,385119    | ,046363   |
|                    | 1         | 3               | 3,66667   | ,472582    | ,272845   |
| KOİ                | 0         | 69              | 7,91884   | 1,392446   | ,167631   |
|                    | 1         | 3               | 7,90000   | 1,153256   | ,665833   |

Tablo 6.43. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Gyrinidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                              | Bağımsız Örnekleme Testi     |      |        | t-test için eşitlik anlamı |                           |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------|--------|----------------------------|---------------------------|
|                    |                              | LeveneVaryans Eşitliği Testi |      | t      | Serbestlik Derecesi        | Anlamlılık (çift taraflı) |
| F                  | Anlamlılık                   |                              |      |        |                            |                           |
| Sıcaklık           | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,056                         | ,814 | ,849   | 70                         | ,399                      |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,432                         | ,513 | ,078   | 70                         | ,938                      |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 1,167                        | ,284 | -1,075 | 70                         | ,286                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,168                         | ,684 | ,241   | 70                         | ,810                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,272                         | ,603 | ,850   | 70                         | ,398                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi | 3,303                        | ,073 | ,622   | 70                         | ,536                      |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,704                         | ,404 | -,564  | 70                         | ,575                      |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 2,280                        | ,136 | 1,495  | 70                         | ,139                      |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi | 3,552                        | ,064 | 1,778  | 70                         | ,080                      |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,123                         | ,726 | ,646   | 70                         | ,520                      |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi | ,114                         | ,737 | ,023   | 70                         | ,982                      |

Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandırıldığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptoceridae'nın popülasyonunun değişimi Tablo 6.44.'de ve Tablo 6.45.'de verilmiştir.

Tablo 6.44. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptoceridae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Leptoceridae | N  | Grup istatistik |            |           |
|--------------------|--------------|----|-----------------|------------|-----------|
|                    |              |    | Mean            | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0            | 66 | 7,00000         | ,303822    | ,037398   |
|                    | 1            | 6  | 7,16667         | ,408248    | ,166667   |
| TKN                | 0            | 66 | ,38489          | ,287989    | ,035449   |
|                    | 1            | 6  | ,36567          | ,188263    | ,076858   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0            | 66 | ,16176          | ,138887    | ,017096   |
|                    | 1            | 6  | 8,73450         | 21,195872  | 8,653179  |
| NO <sub>2</sub> -N | 0            | 66 | ,07665          | ,058997    | ,007262   |
|                    | 1            | 6  | ,05117          | ,040598    | ,016574   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0            | 66 | 1,19500         | ,300954    | ,037045   |
|                    | 1            | 6  | 1,31667         | ,256255    | ,104616   |
| T-N                | 0            | 66 | 1,61591         | ,237156    | ,029192   |
|                    | 1            | 6  | 1,73333         | ,136626    | ,055777   |
| T-P                | 0            | 66 | ,13576          | ,063514    | ,007818   |
|                    | 1            | 6  | ,09500          | ,034496    | ,014083   |
| AKM                | 0            | 66 | 267,95455       | 235,899420 | 29,037211 |
|                    | 1            | 6  | 140,83333       | 129,167204 | 52,732290 |
| BOİ                | 0            | 66 | 3,80000         | ,370031    | ,045548   |
|                    | 1            | 6  | 3,90000         | ,572713    | ,233809   |
| KOİ                | 0            | 66 | 7,83030         | 1,327806   | ,163442   |
|                    | 1            | 6  | 8,88333         | 1,661826   | ,678438   |

Tablo 6.45. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptoceridae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örneklem Testi       |      | t-test için eşitlik anlamı |       |                     |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|----------------------------|-------|---------------------|
|                    |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi | F    | Anlamlılık                 | t     | Serbestlik Derecesi |
| pH                 | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 2,308                         | ,133 | -1,251                     | 70    | ,215                |
| TKN                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,471                         | ,067 | ,160                       | 70    | ,873                |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edilmedi | 79,025                        | ,000 | -,991                      | 5,000 | ,367                |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,439                          | ,510 | 1,033                      | 70    | ,305                |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,642                          | ,426 | -,958                      | 70    | ,342                |
| T-N                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,482                         | ,066 | -1,190                     | 70    | ,238                |
| T-P                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 3,216                         | ,077 | 1,544                      | 70    | ,127                |
| AKM                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,402                         | ,240 | 1,297                      | 70    | ,199                |
| BOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | 1,971                         | ,165 | -,604                      | 70    | ,548                |
| KOİ                | Eşit Varyanslar kabul edildi   | ,143                          | ,707 | -1,823                     | 70    | ,073                |

Levene testine göre bütün parametreler için canlılığın olup olmaması durumuna göre gruplandırıldığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptophlebiidae'nın popülasyonunun değişimi Tablo 6.46.'da ve Tablo 6.47.'de verilmiştir.

Tablo 6.46. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptophlebiidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Grup istatistik |    |           |            |           |
|--------------------|-----------------|----|-----------|------------|-----------|
|                    | Leptophlebiidae | N  | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0               | 68 | 7,01471   | ,322890    | ,039156   |
|                    | 1               | 4  | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0               | 68 | ,38240    | ,280606    | ,034028   |
|                    | 1               | 4  | ,39850    | ,312872    | ,156436   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0               | 68 | ,92478    | 6,287735   | ,762500   |
|                    | 1               | 4  | ,04950    | ,038004    | ,019002   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0               | 68 | ,07588    | ,059040    | ,007160   |
|                    | 1               | 4  | ,05150    | ,027489    | ,013745   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0               | 68 | 1,20985   | ,294281    | ,035687   |
|                    | 1               | 4  | 1,12500   | ,394757    | ,197379   |
| T-N                | 0               | 68 | 1,62868   | ,230074    | ,027901   |
|                    | 1               | 4  | 1,57500   | ,298608    | ,149304   |
| T-P                | 0               | 68 | ,13338    | ,063870    | ,007745   |
|                    | 1               | 4  | ,11500    | ,030000    | ,015000   |
| AKM                | 0               | 68 | 262,50000 | 235,039882 | 28,502772 |
|                    | 1               | 4  | 170,00000 | 136,381817 | 68,190908 |
| BOİ                | 0               | 68 | 3,81029   | ,395172    | ,047922   |
|                    | 1               | 4  | 3,77500   | ,206155    | ,103078   |
| KOİ                | 0               | 68 | 7,96471   | 1,394955   | ,169163   |
|                    | 1               | 4  | 7,12500   | ,699405    | ,349702   |

Tablo 6.47. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leptophlebiidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                              | Bağımsız Örnekleme Testi     |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                              | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
|                    |                              | F                            | Anlamlılık |                            |                     |                           |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi | ,585                         | ,447       | ,090                       | 70                  | ,928                      |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi | ,002                         | ,962       | -,111                      | 70                  | ,912                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi | ,231                         | ,633       | ,277                       | 70                  | ,783                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi | 1,699                        | ,197       | ,817                       | 70                  | ,417                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi | ,317                         | ,575       | ,551                       | 70                  | ,583                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi | ,268                         | ,606       | ,447                       | 70                  | ,656                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi | 2,508                        | ,118       | ,569                       | 70                  | ,571                      |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi | ,769                         | ,384       | ,776                       | 70                  | ,440                      |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi | 2,658                        | ,107       | ,176                       | 70                  | ,861                      |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi | 1,068                        | ,305       | 1,189                      | 70                  | ,238                      |

Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leuctridae'nın popülasyonunun değişimi Tablo 6.48.'de ve Tablo 6.49.'da verilmiştir.



Tablo 6.48. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leuctridae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Leuctridae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |            | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0          | 67              | 7,00000   | ,301511    | ,036835   |
|                    | 1          | 5               | 7,20000   | ,447214    | ,200000   |
| TKN                | 0          | 67              | ,36555    | ,280115    | ,034221   |
|                    | 1          | 5               | ,62100    | ,148289    | ,066317   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0          | 67              | ,93191    | 6,335012   | ,773945   |
|                    | 1          | 5               | ,12900    | ,109037    | ,048763   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0          | 67              | ,07569    | ,059007    | ,007209   |
|                    | 1          | 5               | ,05900    | ,041707    | ,018652   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0          | 67              | 1,21746   | ,301975    | ,036892   |
|                    | 1          | 5               | 1,04000   | ,181659    | ,081240   |
| T-N                | 0          | 67              | 1,61866   | ,238974    | ,029195   |
|                    | 1          | 5               | 1,72000   | ,044721    | ,020000   |
| T-P                | 0          | 67              | ,13478    | ,062870    | ,007681   |
|                    | 1          | 5               | ,10000    | ,051962    | ,023238   |
| AKM                | 0          | 67              | 266,52239 | 234,867362 | 28,693615 |
|                    | 1          | 5               | 134,60000 | 130,137619 | 58,199313 |
| BOİ                | 0          | 67              | 3,80149   | ,396000    | ,048379   |
|                    | 1          | 5               | 3,90000   | ,223607    | ,100000   |
| KOİ                | 0          | 67              | 7,93881   | 1,399779   | ,171010   |
|                    | 1          | 5               | 7,64000   | 1,092245   | ,488467   |

Tablo 6.49. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leuctridae familyası t-Testi

| Parametreler       | Bağımsız Örneklem Testi        |            |      |                            |                           |        |
|--------------------|--------------------------------|------------|------|----------------------------|---------------------------|--------|
|                    | Levene Varyans Eşitliği Testi  |            |      | t-test için eşitlik anlamı |                           |        |
|                    | F                              | Anlamlılık | t    | Serbestlik Derecesi        | Anlamlılık (çift taraflı) |        |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | 3,008      | ,087 | -1,384                     | 70                        | ,171   |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 4,420      | ,039 | -2,009                     | 70                        | ,048*  |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,270       | ,605 | ,282                       | 70                        | ,779   |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | ,577       | ,450 | ,619                       | 70                        | ,538   |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,671      | ,200 | 1,291                      | 70                        | ,201   |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 8,992      | ,004 | -2,864                     | 30,749                    | ,007** |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,512       | ,477 | 1,204                      | 70                        | ,233   |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,640      | ,205 | 1,236                      | 70                        | ,220   |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,238      | ,139 | -,547                      | 70                        | ,586   |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,139       | ,711 | ,466                       | 70                        | ,643   |

(\*) %5 (\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Leuctridae familyası varlığı araştırıldığında TKN %5 anlam düzeyinde ve %1 anlam düzeyinde önemli T-N arasında pozitif ilişki gözlenmiştir. tespit edilmiştir. Toplam Kjheldal Azotu ve Toplam azot artışı ile Leuctridae familyası popülasyonunda artış gözlenmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Oligochaeta familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.50.'de ve Tablo 6.51.'de verilmiştir.

Tablo 6.50. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Oligochaeta familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Grup istatistik |    |           |            |           |
|--------------------|-----------------|----|-----------|------------|-----------|
|                    | Oligochaeta     | N  | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0               | 68 | 7,01471   | ,322890    | ,039156   |
|                    | 1               | 4  | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0               | 68 | ,38169    | ,279298    | ,033870   |
|                    | 1               | 4  | ,41050    | ,336938    | ,168469   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0               | 68 | ,91706    | 6,288605   | ,762605   |
|                    | 1               | 4  | ,18075    | ,197436    | ,098718   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0               | 68 | ,07479    | ,058189    | ,007057   |
|                    | 1               | 4  | ,07000    | ,060844    | ,030422   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0               | 68 | 1,20250   | ,287513    | ,034866   |
|                    | 1               | 4  | 1,25000   | ,500000    | ,250000   |
| T-N                | 0               | 68 | 1,63162   | ,229032    | ,027774   |
|                    | 1               | 4  | 1,52500   | ,298608    | ,149304   |
| T-P                | 0               | 68 | ,13412    | ,062444    | ,007572   |
|                    | 1               | 4  | ,10250    | ,063966    | ,031983   |
| AKM                | 0               | 68 | 262,63235 | 234,857207 | 28,480620 |
|                    | 1               | 4  | 167,75000 | 141,261873 | 70,630936 |
| BOİ                | 0               | 68 | 3,79412   | ,392422    | ,047588   |
|                    | 1               | 4  | 4,05000   | ,100000    | ,050000   |
| KOİ                | 0               | 68 | 7,94265   | 1,407264   | ,170656   |
|                    | 1               | 4  | 7,50000   | ,600000    | ,300000   |

Tablo 6.51. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Oligochaeta familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örnekleme Testi     |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
|                    |                                | F                            | Anlamlılık |                            |                     |                           |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,585                         | ,447       | ,090                       | 70                  | ,928                      |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,127                         | ,722       | -,199                      | 70                  | ,843                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,189                         | ,665       | ,233                       | 70                  | ,817                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,011                         | ,916       | ,160                       | 70                  | ,873                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,623                        | ,110       | -,308                      | 70                  | ,759                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,290                         | ,592       | ,892                       | 70                  | ,376                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,005                         | ,943       | ,983                       | 70                  | ,329                      |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,210                        | ,275       | ,796                       | 70                  | ,429                      |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 4,262                        | ,043       | -3,707                     | 10,511              | ,004**                    |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,081                        | ,302       | ,622                       | 70                  | ,536                      |

(\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Oligochaeta familyası varlığı incelendiğinde BOİ parametresi değişimi %1 anlam düzeyinde önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. BOİ artışı ile Oligochaeta familyası varlığında artış görülmüştür.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.52.'de ve Tablo 6.53.'de verilmiştir.

Tablo 6.52. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Perlidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|----------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |          | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0        | 37              | 7,05405   | ,404554    | ,066508   |
|                    | 1        | 35              | 6,97143   | ,169031    | ,028571   |
| TKN                | 0        | 37              | ,37692    | ,285005    | ,046855   |
|                    | 1        | 35              | ,39003    | ,278806    | ,047127   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0        | 37              | 1,55449   | 8,524180   | 1,401367  |
|                    | 1        | 35              | ,15906    | ,166450    | ,028135   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0        | 37              | ,07284    | ,046101    | ,007579   |
|                    | 1        | 35              | ,07631    | ,068883    | ,011643   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0        | 37              | 1,19919   | ,281804    | ,046328   |
|                    | 1        | 35              | 1,21143   | ,317871    | ,053730   |
| T-N                | 0        | 37              | 1,63108   | ,231346    | ,038033   |
|                    | 1        | 35              | 1,62000   | ,236146    | ,039916   |
| T-P                | 0        | 37              | ,14297    | ,067736    | ,011136   |
|                    | 1        | 35              | ,12114    | ,055188    | ,009328   |
| AKM                | 0        | 37              | 300,37838 | 272,954753 | 44,873485 |
|                    | 1        | 35              | 211,88571 | 168,597288 | 28,498143 |
| BOİ                | 0        | 37              | 3,77568   | ,351509    | ,057788   |
|                    | 1        | 35              | 3,84286   | ,422378    | ,071395   |
| KOİ                | 0        | 37              | 7,88378   | 1,235249   | ,203074   |
|                    | 1        | 35              | 7,95429   | 1,529003   | ,258449   |

Tablo 6.53. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                              | Bağımsız Örnekleme Testi      |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                              | Levene Varyans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
|                    |                              | F                             | Anlamlılık |                            |                     |                           |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi | 5,369                         | ,023       | 1,141                      | 48,755              | ,259                      |
| TN                 | Eşit varyanslar kabul edildi | ,115                          | ,735       | -,197                      | 70                  | ,844                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi | 3,647                         | ,060       | ,968                       | 70                  | ,336                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi | 2,437                         | ,123       | -,253                      | 70                  | ,801                      |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi | 1,444                         | ,234       | -,173                      | 70                  | ,863                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi | ,057                          | ,813       | ,201                       | 70                  | ,841                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi | 1,869                         | ,176       | 1,494                      | 70                  | ,140                      |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi | 2,921                         | ,092       | 1,644                      | 70                  | ,105                      |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi | ,432                          | ,513       | -,735                      | 70                  | ,465                      |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi | ,797                          | ,375       | -,216                      | 70                  | ,830                      |

Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlodida efamilyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.54.'de ve Tablo 6.55.'de verilmiştir.

Tablo 6.54. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlotidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Perlotidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |            | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0          | 52              | 7,00000   | ,342997    | ,047565   |
|                    | 1          | 20              | 7,05000   | ,223607    | ,050000   |
| TKN                | 0          | 52              | ,37810    | ,259553    | ,035994   |
|                    | 1          | 20              | ,39680    | ,334773    | ,074858   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0          | 52              | 1,17887   | 7,187294   | ,996698   |
|                    | 1          | 20              | ,08910    | ,077240    | ,017272   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0          | 52              | ,08158    | ,064348    | ,008924   |
|                    | 1          | 20              | ,05620    | ,030416    | ,006801   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0          | 52              | 1,20423   | ,266255    | ,036923   |
|                    | 1          | 20              | 1,20750   | ,375666    | ,084001   |
| T-N                | 0          | 52              | 1,65192   | ,197524    | ,027392   |
|                    | 1          | 20              | 1,55750   | ,299682    | ,067011   |
| T-P                | 0          | 52              | ,12904    | ,059219    | ,008212   |
|                    | 1          | 20              | ,14100    | ,071222    | ,015926   |
| AKM                | 0          | 52              | 285,46154 | 239,758822 | 33,248566 |
|                    | 1          | 20              | 184,30000 | 193,300448 | 43,223294 |
| BOİ                | 0          | 52              | 3,82115   | ,411757    | ,057100   |
|                    | 1          | 20              | 3,77500   | ,317681    | ,071036   |
| KOİ                | 0          | 52              | 8,08269   | 1,497543   | ,207672   |
|                    | 1          | 20              | 7,49000   | ,890239    | ,199064   |

Tablo 6.55. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlotidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örnekleme Testi     |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
|                    |                                | F                            | Anlamlılık |                            |                     |                           |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,069                         | ,793       | -,603                      | 70                  | ,548                      |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 3,519                        | ,065       | -,252                      | 70                  | ,802                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,498                        | ,225       | ,675                       | 70                  | ,502                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 7,048                        | ,010       | 2,262                      | 66,882              | ,027*                     |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,911                        | ,092       | -,041                      | 70                  | ,967                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 11,093                       | ,001       | 1,304                      | 25,613              | ,204                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,181                         | ,672       | -,725                      | 70                  | ,471                      |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,470                         | ,495       | 1,686                      | 70                  | ,096                      |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,122                        | ,293       | ,452                       | 70                  | ,653                      |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,533                        | ,220       | 1,657                      | 70                  | ,102                      |

(\*) %5 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Perlotidae familyasının varlığı incelendiğinde Nitrit azotu değişimi %5 anlam düzeyinde önemli negatif ilişki tespit edilmiştir. Nitrit Azotu artışı popülasyonu olumsuz etkilemektedir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Philopotamidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.56.'da ve Tablo 6.57.'de verilmiştir.

Tablo 6.56. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Philopotamidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Philopotamidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |                | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0              | 48              | 7,02083   | ,325484    | ,046980   |
|                    | 1              | 24              | 7,00000   | ,294884    | ,060193   |
| TKN                | 0              | 48              | ,37519    | ,278907    | ,040257   |
|                    | 1              | 24              | ,39950    | ,287769    | ,058741   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0              | 48              | 1,22025   | 7,486597   | 1,080597  |
|                    | 1              | 24              | ,18796    | ,135908    | ,027742   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0              | 48              | ,07056    | ,062351    | ,009000   |
|                    | 1              | 24              | ,08246    | ,048036    | ,009805   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0              | 48              | 1,19729   | ,266121    | ,038411   |
|                    | 1              | 24              | 1,22083   | ,358717    | ,073223   |
| T-N                | 0              | 48              | 1,62292   | ,225256    | ,032513   |
|                    | 1              | 24              | 1,63125   | ,250136    | ,051059   |
| T-P                | 0              | 48              | ,12833    | ,067771    | ,009782   |
|                    | 1              | 24              | ,14042    | ,050689    | ,010347   |
| AKM                | 0              | 48              | 247,66667 | 254,014687 | 36,663862 |
|                    | 1              | 24              | 276,75000 | 179,772622 | 36,695933 |
| BOİ                | 0              | 48              | 3,77083   | ,363176    | ,052420   |
|                    | 1              | 24              | 3,88333   | ,426988    | ,087159   |
| KOİ                | 0              | 48              | 7,78125   | 1,287031   | ,185767   |
|                    | 1              | 24              | 8,19167   | 1,531670   | ,312651   |



Tablo 6.57. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Philopotamidae familyası t-Testi

| Parametreler       | Bağımsız Örnekleme Testi      |            |                            |                     |                           |      |
|--------------------|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|------|
|                    | Levene Varyans Eşitliği Testi |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |      |
|                    | F                             | Anlamlılık | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |      |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi  | ,280       | ,598                       | ,264                | 70                        | ,793 |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi  | ,001       | ,982                       | -,345               | 70                        | ,731 |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi  | 1,878      | ,175                       | ,673                | 70                        | ,503 |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi  | ,186       | ,668                       | -,820               | 70                        | ,415 |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi  | 2,494      | ,119                       | -,314               | 70                        | ,754 |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi  | ,057       | ,813                       | -,143               | 70                        | ,887 |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi  | 2,830      | ,097                       | -,771               | 70                        | ,443 |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi  | 1,743      | ,191                       | -,501               | 70                        | ,618 |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi  | 1,819      | ,182                       | -1,168              | 70                        | ,247 |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi  | ,629       | ,430                       | -1,196              | 70                        | ,236 |

Levene testine göre bütün parametreler için canlılığın olup olmaması durumuna göre gruplandırıldığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Polycentropodidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.58.'de ve Tablo 6.59.'da verilmiştir.

Tablo 6.58. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Polycentropodidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Polycentropodidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |                   | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0                 | 30              | 7,06667   | ,365148    | ,066667   |
|                    | 1                 | 42              | 6,97619   | ,269425    | ,041573   |
| TKN                | 0                 | 30              | ,32747    | ,266620    | ,048678   |
|                    | 1                 | 42              | ,42317    | ,285778    | ,044097   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0                 | 30              | ,11723    | ,079015    | ,014426   |
|                    | 1                 | 42              | 1,41824   | 7,996924   | 1,233952  |
| NO <sub>2</sub> -N | 0                 | 30              | ,05610    | ,039153    | ,007148   |
|                    | 1                 | 42              | ,08769    | ,065544    | ,010114   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0                 | 30              | 1,21567   | ,253359    | ,046257   |
|                    | 1                 | 42              | 1,19762   | ,328699    | ,050719   |
| T-N                | 0                 | 30              | 1,58000   | ,242686    | ,044308   |
|                    | 1                 | 42              | 1,65833   | ,221392    | ,034161   |
| T-P                | 0                 | 30              | ,13567    | ,068465    | ,012500   |
|                    | 1                 | 42              | ,13000    | ,058602    | ,009042   |
| AKM                | 0                 | 30              | 294,10000 | 301,783475 | 55,097872 |
|                    | 1                 | 42              | 231,11905 | 162,218943 | 25,030926 |
| BOİ                | 0                 | 30              | 3,68000   | ,332597    | ,060724   |
|                    | 1                 | 42              | 3,90000   | ,399390    | ,061627   |
| KOİ                | 0                 | 30              | 7,56000   | 1,212748   | ,221417   |
|                    | 1                 | 42              | 8,17381   | 1,442061   | ,222515   |

Tablo 6.59. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Polycentropodidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örneklem Testi       |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
|                    |                                | F                             | Anlamlılık |                            |                     |                           |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,979                         | ,164       | 1,211                      | 70                  | ,230                      |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,294                          | ,590       | -1,440                     | 70                  | ,154                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,842                         | ,096       | -,889                      | 70                  | ,377                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 5,576                         | ,021       | -2,551                     | 68,151              | ,013*                     |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,719                         | ,104       | ,252                       | 70                  | ,802                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,498                          | ,483       | -1,422                     | 70                  | ,159                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,985                          | ,324       | ,377                       | 70                  | ,707                      |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 9,312                         | ,003       | 1,041                      | 40,971              | ,304                      |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,736                          | ,394       | -2,466                     | 70                  | ,016*                     |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,622                          | ,433       | -1,900                     | 70                  | ,062                      |

(\*) %5 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Polycentropodidae familyasının varlığı incelendiğinde Nitrit azotu ve BOİ parametreleri ile arasında %5 anlam düzeyinde önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Nitrit azotu ve BOİ artışında popülasyonda artış gözlenmiştir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Rhyacophilidae familyasının popülasyonunun değişimi Tablo 6.60.'da ve Tablo 6.61.'de verilmiştir.

Tablo 6.60. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Rhyacophilidae familyasının popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Rhyacophilidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |                | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0              | 57              | 7,01754   | ,353110    | ,046771   |
|                    | 1              | 15              | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0              | 57              | ,40144    | ,267223    | ,035395   |
|                    | 1              | 15              | ,31433    | ,325276    | ,083986   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0              | 57              | 1,07882   | 6,866692   | ,909516   |
|                    | 1              | 15              | ,10600    | ,067862    | ,017522   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0              | 57              | ,08107    | ,060201    | ,007974   |
|                    | 1              | 15              | ,04967    | ,040874    | ,010554   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0              | 57              | 1,18895   | ,262268    | ,034738   |
|                    | 1              | 15              | 1,26667   | ,411733    | ,106309   |
| T-N                | 0              | 57              | 1,65526   | ,221538    | ,029343   |
|                    | 1              | 15              | 1,51333   | ,244560    | ,063145   |
| T-P                | 0              | 57              | ,13544    | ,066092    | ,008754   |
|                    | 1              | 15              | ,12067    | ,046363    | ,011971   |
| AKM                | 0              | 57              | 236,91228 | 227,992581 | 30,198355 |
|                    | 1              | 15              | 335,06667 | 233,625606 | 60,321872 |
| BOİ                | 0              | 57              | 3,78421   | ,403020    | ,053381   |
|                    | 1              | 15              | 3,90000   | ,309377    | ,079881   |
| KOİ                | 0              | 57              | 7,98070   | 1,398525   | ,185239   |
|                    | 1              | 15              | 7,68000   | 1,306686   | ,337385   |

Tablo 6.61. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Rhyacophilidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örnekleme Testi     |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                            |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
|                    |                                | LeveneVaryans Eşitliği Testi |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık. (çift taraflı) |
|                    |                                | F                            | Anlamlılık |                            |                     |                            |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,679                        | ,106       | ,191                       | 70                  | ,849                       |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,964                         | ,330       | 1,073                      | 70                  | ,287                       |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,015                        | ,317       | ,546                       | 70                  | ,587                       |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,903                        | ,093       | 1,903                      | 70                  | ,061                       |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 6,718                        | ,012       | -,695                      | 17,101              | ,496                       |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,447                         | ,506       | 2,161                      | 70                  | ,034*                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,711                        | ,104       | ,813                       | 70                  | ,419                       |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,192                         | ,663       | -1,476                     | 70                  | ,144                       |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,859                        | ,177       | -1,033                     | 70                  | ,305                       |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,057                         | ,812       | ,751                       | 70                  | ,455                       |

(\*) %5 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Rhyacophilidae familyasının varlığı incelendiğinde Toplam azot ile arasında %5 anlam düzeyinde önemli negatif ilişki tespit edilmiştir. Toplam azot artışı canlı popülasyonunu olumsuz etkilemektedir.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Psychomyiidae familyasının popülasyonunun değişimi Tablo 6.62.'de ve Tablo 6.63.'de verilmiştir.

Tablo 6.62. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Psychomyiidae familyası popülasyonunun

| Parametreler       | Psychomyiidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |               | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0             | 67              | 7,00000   | ,301511    | ,036835   |
|                    | 1             | 5               | 7,20000   | ,447214    | ,200000   |
| TKN                | 0             | 67              | ,39058    | ,282395    | ,034500   |
|                    | 1             | 5               | ,28560    | ,252803    | ,113057   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0             | 67              | ,93940    | 6,334037   | ,773826   |
|                    | 1             | 5               | ,02860    | ,026708    | ,011944   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0             | 67              | ,07855    | ,058012    | ,007087   |
|                    | 1             | 5               | ,02060    | ,008849    | ,003957   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0             | 67              | 1,20403   | ,299186    | ,036551   |
|                    | 1             | 5               | 1,22000   | ,311448    | ,139284   |
| T-N                | 0             | 67              | 1,63358   | ,234745    | ,028679   |
|                    | 1             | 5               | 1,52000   | ,178885    | ,080000   |
| T-P                | 0             | 67              | ,13657    | ,061878    | ,007560   |
|                    | 1             | 5               | ,07600    | ,043359    | ,019391   |
| AKM                | 0             | 67              | 267,04478 | 233,250641 | 28,496101 |
|                    | 1             | 5               | 127,60000 | 164,465194 | 73,551071 |
| BOİ                | 0             | 67              | 3,81343   | ,393468    | ,048070   |
|                    | 1             | 5               | 3,74000   | ,296648    | ,132665   |
| KOİ                | 0             | 67              | 7,89403   | 1,410016   | ,172261   |
|                    | 1             | 5               | 8,24000   | ,826438    | ,369594   |

Tablo 6.63. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Psychomyiidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örnekleme Testi      |      | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi |      | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | 3,008                         | ,087 | -1,384                     | 70                  | ,171                      |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,616                          | ,435 | ,806                       | 70                  | ,423                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,295                          | ,589 | ,319                       | 70                  | ,750                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 4,808                         | ,032 | 7,139                      | 43,617              | ,000**                    |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,050                          | ,824 | -,115                      | 70                  | ,909                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,725                          | ,397 | 1,056                      | 70                  | ,294                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,373                         | ,245 | 2,143                      | 70                  | ,036*                     |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,729                          | ,396 | 1,308                      | 70                  | ,195                      |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,716                          | ,400 | ,408                       | 70                  | ,685                      |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,804                          | ,373 | -,539                      | 70                  | ,591                      |

(\*) %5 (\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Psychomyiidae familyası varlığı incelendiğinde Toplam fosfor ile arasında %5 anlam düzeyinde önemli ve Nitrit Azot ile arasında %1 anlam düzeyinde önemli negatif ilişki tespit edilmiştir. Toplam fosfor ve Nitrit Azotu'nun artışı Psychomyiidae familyasının popülasyonunda azalmaya neden olmaktadır.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Sericostomatidae familyası popülasyonunun değişimi Tablo 6.64.'de ve Tablo 6.65.'de verilmiştir.

Tablo 6.64. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Sericostomatidae familyası popülasyonunun

| Parametreler       | Sericostomatidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |                  | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0                | 64              | 7,01563   | ,332961    | ,041620   |
|                    | 1                | 8               | 7,00000   | ,000000    | ,000000   |
| TKN                | 0                | 64              | ,38764    | ,281723    | ,035215   |
|                    | 1                | 8               | ,34850    | ,282624    | ,099923   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0                | 64              | ,97961    | 6,480263   | ,810033   |
|                    | 1                | 8               | ,04850    | ,036222    | ,012806   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0                | 64              | ,07791    | ,060235    | ,007529   |
|                    | 1                | 8               | ,04750    | ,020368    | ,007201   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0                | 64              | 1,19328   | ,270097    | ,033762   |
|                    | 1                | 8               | 1,30000   | ,481070    | ,170084   |
| T-N                | 0                | 64              | 1,64141   | ,228271    | ,028534   |
|                    | 1                | 8               | 1,50000   | ,239046    | ,084515   |
| T-P                | 0                | 64              | ,13828    | ,061633    | ,007704   |
|                    | 1                | 8               | ,08500    | ,050427    | ,017829   |
| AKM                | 0                | 64              | 270,95313 | 236,640403 | 29,580050 |
|                    | 1                | 8               | 148,62500 | 148,865171 | 52,631786 |
| BOİ                | 0                | 64              | 3,79531   | ,367069    | ,045884   |
|                    | 1                | 8               | 3,91250   | ,535690    | ,189395   |
| KOİ                | 0                | 64              | 7,88438   | 1,344031   | ,168004   |
|                    | 1                | 8               | 8,18750   | 1,692367   | ,598342   |



Tablo 6.65. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Sericostomatidae familyası t-Testi

| Parametreler       |                                | Bağımsız Örnekleme Testi      |      | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
|                    |                                | Levene Varyans Eşitliği Testi |      | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,253                         | ,267 | ,132                       | 70                  | ,895                      |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,293                          | ,590 | ,370                       | 70                  | ,712                      |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,491                          | ,486 | ,404                       | 70                  | ,688                      |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 5,661                         | ,020 | 2,918                      | 27,075              | ,007**                    |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 12,381                        | ,001 | -,615                      | 7,561               | ,556                      |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,063                          | ,802 | 1,644                      | 70                  | ,105                      |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,701                          | ,405 | 2,344                      | 70                  | ,022*                     |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,052                         | ,309 | -,807                      | 70                  | ,422                      |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,259                          | ,612 | -,585                      | 70                  | ,561                      |

(\*) %5 (\*\*) %1 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Sericostomatidae familyası varlığı incelendiğinde Toplam fosfor ile arasında %5 anlam düzeyinde ve Nitrit Azotu ile arasında %1 anlam düzeyinde önemli negatif ilişki tespit edilmiştir. Nitrit Azotu ve Toplam Fosfor değerlerindeki artış Sericostomatidae familyası popülasyonunun azalmasına neden olmaktadır.

Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Tipulidae'nın popülasyonunun değişimi Tablo 6.66.'da ve Tablo 6.67.'de verilmiştir.

Tablo 6.66. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Tipulidae familyası popülasyonunun değişimi

| Parametreler       | Tipulidae | Grup istatistik |           |            |           |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|                    |           | N               | Mean      | Std. Sapma | Std. Hata |
| pH                 | 0         | 52              | 7,05769   | ,307645    | ,042663   |
|                    | 1         | 20              | 6,90000   | ,307794    | ,068825   |
| TKN                | 0         | 52              | ,39644    | ,297265    | ,041223   |
|                    | 1         | 20              | ,34910    | ,232959    | ,052091   |
| NH <sub>4</sub> -N | 0         | 52              | 1,14646   | 7,191323   | ,997257   |
|                    | 1         | 20              | ,17335    | ,182793    | ,040874   |
| NO <sub>2</sub> -N | 0         | 52              | ,06729    | ,048260    | ,006693   |
|                    | 1         | 20              | ,09335    | ,075902    | ,016972   |
| NO <sub>3</sub> -N | 0         | 52              | 1,20904   | ,312003    | ,043267   |
|                    | 1         | 20              | 1,19500   | ,264525    | ,059150   |
| T-N                | 0         | 52              | 1,62404   | ,236910    | ,032854   |
|                    | 1         | 20              | 1,63000   | ,225015    | ,050315   |
| T-P                | 0         | 52              | ,13250    | ,066270    | ,009190   |
|                    | 1         | 20              | ,13200    | ,052975    | ,011845   |
| AKM                | 0         | 52              | 258,19231 | 246,936130 | 34,243880 |
|                    | 1         | 20              | 255,20000 | 189,108045 | 42,285844 |
| BOİ                | 0         | 52              | 3,83077   | ,361662    | ,050153   |
|                    | 1         | 20              | 3,75000   | ,448975    | ,100394   |
| KOİ                | 0         | 52              | 7,92308   | 1,247054   | ,172935   |
|                    | 1         | 20              | 7,90500   | 1,704321   | ,381098   |

Tablo 6.67. Kimyasal parametrelerin değişimine bağlı olarak Tipulidae familyası t-Testi

| Parametreler       | Bağımsız Örneklem Testi        |            | t-test için eşitlik anlamı |                     |                           |       |
|--------------------|--------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|-------|
|                    | Levene Varyans Eşitliği Testi  |            | t                          | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık (çift taraflı) |       |
|                    | F                              | Anlamlılık |                            |                     |                           |       |
| pH                 | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,254       | ,616                       | 1,968               | 70                        | ,048* |
| TKN                | Eşit varyanslar kabul edilmedi | 4,355      | ,041                       | ,713                | 43,844                    | ,480  |
| NH <sub>4</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,405      | ,240                       | ,602                | 70                        | ,549  |
| NO <sub>2</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 2,715      | ,104                       | -1,735              | 70                        | ,087  |
| NO <sub>3</sub> -N | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,215      | ,274                       | ,178                | 70                        | ,859  |
| T-N                | Eşit varyanslar kabul edildi   | ,488       | ,487                       | -,097               | 70                        | ,923  |
| T-P                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,726      | ,193                       | ,030                | 70                        | ,976  |
| AKM                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,480      | ,228                       | ,049                | 70                        | ,961  |
| BOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,123      | ,293                       | ,793                | 70                        | ,431  |
| KOİ                | Eşit varyanslar kabul edildi   | 1,382      | ,244                       | ,050                | 70                        | ,961  |

(\*) %5 anlam düzeyinde önemli

Kimyasal parametrelerin değişimi bağlı olarak Tipulidae'nın varlığı incelendiğinde pH değişimi ile arasında %5 anlam düzeyinde önemli negatif ilişki tespit edilmiştir. pH artışı canlı popülasyonunu olumsuz yönde etkilemiştir.

pH parametresi incelendiğinde %1 anlam düzeyinde Gomphidae familyası ve %5 anlam düzeyinde Tipulidae familyası varlıklarını etkilediği görülmektedir. Gomphidae ve Tipulidae familyaları pH artışından olumsuz etkilenmektedir. TKN parametresi artışı ile %5 anlam düzeyinde Gammaridae familyası varlığında azalma, Leuctridae familyası varlığında ise artış görülmüştür. NO<sub>2</sub>-N parametresindeki artış ile %1 anlam düzeyinde Ephemerellidae, Psychomyiidae ve Sericostomatidae familyalarında azalma, %5 anlam düzeyinde Perlodidae familyası popülasyonunda azalma gözlenmiştir. Farklı olarak %5 anlam düzeyinde Polycentropodidae familyasının popülasyonunda artış tespit edilmiştir. NO<sub>3</sub>-N parametresindeki artış ile %1 anlam düzeyinde Ephemeridae ve Erpobdellidae familyalarının popülasyonlarında azalma tespit edilmiştir. T-N parametresindeki artış ile %1 anlam düzeyinde Leuctridae familyası popülasyonunda artış, %5 anlam düzeyinde Rhyacophilidae familyası popülasyonunda ise azalma gözlenmiştir. T-P parametresine bağlı olarak makroinvertebratların değişimi incelendiğinde, T-P parametresi artışı ile %5 anlam düzeyinde Ephemerellidae, Psychomyiidae ve

Sericostomatidae familyalarının popülosyonlarının olumsuz etkilendiği, %1 anlam düzeyinde Ephemeridae familyasını olumsuz etkilenerek popülasyonlarının azaldığı gözlenmektedir. AKM artışı ile %1 anlam düzeyinde Ephemerellidae ve Erpobdellidae familyalarının varlıkları olumsuz etkilenmiştir. BOİ artışı ile %1 anlam düzeyinde Oligochaeta familyası ve %5 anlam düzeyinde Polycentropodidae familyası varlığında artış görülmüştür.



## **BÖLÜM 7.TARTIŞMA VE SONUÇ**

Günümüzde Mudurnu Nehri çevresinde hızla artan fabrikalar ve işletmeler, tarım amaçlı kullanılan alanların nehre yakın olması ve oralarda kullanılan zirai ilaçların sulama ve yağmur sularıyla toprağa karışıp yüzeysel ve yer altı akışı olarak nehre varması, nehir çevresindeki otoyollardan gelen kirleticiler, civardaki halkın büyük bir kısmının geçim kaynağı olan hayvancılık faaliyetleri, yerleşim yerlerinin kanalizasyon sistemlerinden sızan evsel atık sular, bölge halkının bilinçsiz ve çevreyi kirleten davranışları nehrin su kalitesini düşürerek geleceğini tehdit etmektedir. Daha önceden bölgede yapılan bölgenin durumu ile ilgili araştırmalarda da Mudurnu Nehri için su kalitesi çalışmalarının daha kapsamlı bir şekilde yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada Mudurnu Nehri'nin tüm bu kirletici unsurlardan ne derecede etkilendiği ve bu durumun su kalitesine nasıl yansıdığı, mevcut bentik makroinvertebrat faunasını nasıl etkilediği araştırılmıştır.

Evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan su kaynaklarına verilmesi, tarımsal aktivitelerin bilinçsizce uygulanması, bitki örtüsünün tahrip edilmesi, akarsu yataklarının bozulması gibi dış etkiler doğal suları ya doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkiler biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır

Su kalitesi analizi araştırmalarında kimyasal analizlerin kullanımı maliyetli uygulamalardır. Bu uygulamalara alternatif olarak dünyanın pek çok ülkesinde biyolojik indikatörler kullanılmaktadır. Ülkemiz mevzuatlarında da belirtildiği gibi bu biyolojik inikatörler balık, makroinvertebratlar ve algler olarak sıralanabilmektedir.

Biyolojik parametreleri kullanırken verileri daha kolay yorumlamak amacıyla sayısal verilere dönüştürmek gerekmektedir. Bu amaçla pek çok su kalitesi indeksleri geliştirilmiştir. Biyolojik indeksler her nehir bölgesi için farklı olarak geliştirilebilmektedir. Bir ülke için özel olarak tasarlanmış, geliştirilmiş indeks başka bir ülkede de uygun sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilmektedir. En uygun indeksi tespit edebilmek için çalışmalarda birden fazla indeks kullanılması gerekmektedir.

Bentik makroinvertebratlar suda bulunan organik kirliliğe karşı çeşitlilik ve bolluk değişimi gösterdikleri için su kalite analizlerinde uzun yıllardır sıkça kullanılmaktadır. Bu canlı gruplarının en önemli özelliği suyun kirlilik durumuna göre türlerin farklılık göstermesidir. Yani akarsuyun temiz bölgelerinde temiz sulara yaşayan canlı grupları yaşarken, kirli olan kısımlarında kirli sulara yaşayan canlı grupları yaşamaktadır. Su kalite analizlerinde makroinvertebratları kullanmak amacıyla geliştirilmiş pek çok indeks bulunmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda yapılan araştırmalarda bentik makroinvertebratlar kullanılmaktadır. Su Çerçeve Direktifi kapsamında da bu çalışmaların yapılması belirtilmektedir.

Bu çalışmamızda öncelikle nehir üzerinden seçilen 6 örnekleme noktasından ayda iki kez olmak üzere Bentik Makroinvertebrat örnekleri alınmış laboratuvar ortamında teşhisleri yapılarak dünyada en çok kullanılan BMWP, TBI, BBI, ASPT, Shannon Ve Chandler indeksleri yardımıyla su kalite sınıfları hesaplanmıştır. Aynı gün, aynı zamanlarda ve aynı noktalardan alınan su örneklerinde yapılan kimyasal analizlerin sonuçları ile SPSS Statistics 21/2012 programı kullanılarak Bentik Makroinvertebratlar için uyum araştırılmıştır.

Biyolojik analizler sonucunda Mudurnu Nehrinde Agriidae, Gyrinidae, Haliplidae, Baetidae, Leptoceridae, Leptophlebiidae, Chironomidae, Leuctridae, Coenagriidae, Odontoceridae, Cordulegasteridae, Oligochaeta, Nemouridae, Dytiscidae, Perlidae, Ephemerellidae, Perlodidae, Ephemeridae, Philopotamidae, Erpobdellidae, Polycentropodidae, Gammaridae, Rhyacophilidae, Glossiphonidae, Psychomyiidae, Sericostomatidae, Tipulidae, Gomphidae ve Valvatidae olmak üzere 29 adet bentik makroinvertebrat familyası ve türleri tespit edilmiştir.

Birinci Örnekleme Noktasında TBİ değerleri incelendiğinde kalite sınıfı 1B (1A sınıfındaki kadar yüksek kalitede olmayan, tüm amaçlar için uygun sular) olarak tespit edilmiştir. BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Birinci Örnekleme Noktası 2. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. BMWP kalite sınıfları incelendiğinde kalite sınıfı 1B (1A sınıfındaki kadar yüksek kalitede olmayan, tüm amaçlar için uygun sular) olduğu belirlenmiştir. ASPT skor değerleri hesaplandığında Birinci Örnekleme Noktasının 1. Kalite olduğu tespit edilmiştir. Bu şekilde gözlenen kirliliğin bölge halkının tarım faaliyetleri sonucu olduğu düşünülmektedir.

İkinci Örnekleme Noktasında TBİ değerleri incelendiğinde kalite sınıfı 2. Sınıf ( Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular)olarak tespit edilmiştir. BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında İkinci Örnekleme Noktası 2. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. BMWP kalite sınıfları incelendiğinde kalite sınıfı 2 ( Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular) olduğu belirlenmiştir. ASPT skor değerleri hesaplandığında İkinci Örnekleme Noktasının 1. Kalite olduğu tespit edilmiştir. Bu örnekleme noktasının sanayi kuruluşlarının başladığı bölgede olması, bu noktada gözlenen kirlilik artışında endüstriyel faaliyetlerin etkili olduğunu düşündürmektedir.

Üçüncü Örnekleme Noktasında TBİ değerleri incelendiğinde kalite sınıfı 1B (1A sınıfındaki kadar yüksek kalitede olmayan, tüm amaçlar için uygun sular) olarak tespit edilmiştir. BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Üçüncü Örnekleme Noktası 2. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. BMWP kalite sınıfları incelendiğinde kalite sınıfı 1B (1A sınıfındaki kadar yüksek kalitede olmayan, tüm amaçlar için uygun sular) olduğu belirlenmiştir. ASPT skor değerleri hesaplandığında Üçüncü Örnekleme Noktasının 1. Kalite olduğu tespit edilmiştir. Bu şekilde gözlenen kirliliğin bölge halkının tarım faaliyetleri sonucu olduğu düşünülmektedir.

Dördüncü Örnekleme Noktasında TBİ değerleri incelendiğinde kalite sınıfı 2. Sınıf (Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular) olarak tespit edilmiştir. BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Dördüncü Örnekleme Noktası 2. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. BMWP kalite sınıfları incelendiğinde kalite sınıfı 2 (Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular) olduğu belirlenmiştir. ASPT skor değerleri hesaplandığında Dördüncü Örnekleme Noktasının 1. Kalite olduğu tespit edilmiştir. Dördüncü örnekleme noktası Mudurnu Nehri ile Küçücek deresi birleşim noktası olması sebebi ile kirlilik birikimi sonucu su kalitesinin olumsuz etkilendiği düşünülmektedir.

Beşinci Örnekleme Noktasında TBİ değerleri incelendiğinde kalite sınıfı 2. Sınıf (Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular) olarak tespit edilmiştir. BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Beşinci Örnekleme Noktası 2. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. BMWP kalite sınıfları incelendiğinde kalite sınıfı 1B (1A sınıfındaki kadar yüksek kalitede olmayan, tüm amaçlar için uygun sular) olduğu belirlenmiştir. ASPT skor değerleri hesaplandığında Beşinci Örnekleme Noktasının 1. Kalite olduğu tespit edilmiştir. Beşinci örnekleme noktasında bu şekilde gözlenen kirliliğin bölge halkının tarım faaliyetleri sonucu olduğu düşünülmektedir.

Altıncı Örnekleme Noktasında TBİ değerleri incelendiğinde kalite sınıfı 2. Sınıf (Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular) olarak tespit edilmiştir. BBI Skor Değerleri ile oluşturulan kalite sınıflarında Altıncı Örnekleme Noktası 3. Kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir. BMWP kalite sınıfları incelendiğinde kalite sınıfı 2 (Az kirlenmiş sular, uygun arıtmadan sonra içme suyu temini için, balıkçılık amacıyla kullanılabilen sular) olduğu belirlenmiştir. ASPT skor değerleri hesaplandığında Altıncı Örnekleme Noktasının 2. Kalite olduğu tespit edilmiştir. Altıncı örnekleme noktasında bu şekilde gözlenen kirliliğin bölgede bulunan sanayi kuruluşlarından kaynaklanan kirlilik birikimi ve bölge halkının yaşamsal faaliyetleri sonucunda kaynaklandığı düşünülmektedir.



Mudurnu Nehrinde Bentik Makroinvertebratların bolluklarını araştırmak için Altı aylık ortalama Chandler Skor değeri incelenmiştir. Bu sistemde artan bolluklara göre skorlar da artış göstermektedir. Örnekleme Noktaları arasında Ortalama Chandler skor değeri 94 olan üçüncü rnekleme Noktası Makroinvertebrat bolluğunun en fazla gözlendiği nokta olmuştur. En az Makroinvertebrat bolluğu 62 Chandler skor değeri ile Altıncı Noktada gözlenmiştir.

Shannon İndeksi, biyo çeşitlilik ölçümünde kullanılan çeşitlilik indekslerinden birisidir. Bu indeksin avantajı, türlerin tarafsızlıklarının ve sayılarının hesaplanmasını içermesidir. Örnekleme Noktalarının ortalama SHANNON Skor Değerleri değerlendirildiğinde oluşturulan sınıflar içinde Birinci ve İkinci rnekleme noktalarının skor değerleri 1,8 değer olarak en yüksek Dördüncü rnekleme Noktasının 1,02 değer olarak en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Tüm Noktaların 3. Sınıf (zayıf) olduğu tespit edilmiştir. Dördüncü Noktanın Mudurnu Nehri ile Küçücek deresinin karışım noktası olmasının biyolojik çeşitliliği etkilediği düşünülmektedir. Bu durum noktalar arasında sınıf farkı oluşturmamasına rağmen ilk noktaların kirlilik seviyesinin diğer noktalardan az olduğu tespit edilmiştir.

İndeksler kullanılarak kalite sınıfları incelendiğinde Mudurnu Nehri için en uygun indekslerin Belçika Biyotik İndeksi ve Trend Biyotik İndeksi olduğu sonucuna varılmıştır. SHANNON Skor Değerleri değerlendirildiğinde de SHANNON çeşitlilik indeksinin kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir.

Birinci rnekleme Noktası incelendiğinde 2. Sınıf su kalitesi olmasının bölgede yaşayan halk tarafından yapılan tarım faaliyetleri sonucunda nehre devamlı olarak kirletici madde deşarjı olduğu düşünülmektedir. En çok kirliliğin son örnekleme noktası olan Altıncı Noktada olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeninin bölgede bulunan fabrikaların atık sularının ve yerleşim bölgelerinin evsel atık sularının deşarjı ile tarım faaliyetleri sonucu nehre karışan kirletici maddelerin birikmesi sonucu olduğu düşünülmektedir. Akarsu kaynaklarında olması beklenen seyrelme, bölgedeki fabrikaların sayıca yoğunluğu ve devamlı olarak yapılan atık su deşarjları sebebiyle kirlilik birikmesi sonucu gözlenememektedir.

Elde edilen bütün veriler, SPSS Paket programı yardımıyla t-testi uygulaması yapılarak istatistiksel bir sonuca bağlanmıştır. Bu program sayesinde kimyasal parametreler ve organik parametreler ile bentik makroinvertebratlar arasındaki ilişki incelenmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, Ephemerellidae, Ephemeridae, Erpobdellidae, Gammaridae, Gomphida, Leuctridae, Oligochaeta, Psychomyiidae, Sericostomatidae, Tipulidae, Perlodidae, Polycentropodidae ve Rhyacophilidae familyalarının kimyasal parametrelerden azot grubu kirliliğine karşı tepki verdikleri tespit edilmiştir. Ephemerellidae, Ephemeridae, Leuctridae, Perlodidae, Polycentropodidae, Psychomyiidae ve Sericostomatidae familyalarının Nitrit azotuna karşı hassas oldukları tespit edilmiştir. Gammaridae ve Leuctridae familyalarının Toplam Kjeldahl Azotuna karşı toleranslı olmadıkları tespit edilmiştir. KOİ parametresi incelendiğinde yalnızca Ephemeridae familyasına ait canlıların değişim gösterdiği görülmüştür. Diğer makroinvertebratlar için Levene testine göre bütün parametreler için canlının olup olmaması durumuna göre gruplandığında varyanslarının eşit olduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği dikkate alınarak yapılan t testinde Ho hipotezi (Biyolojik parametrenin (canlının) olup olmaması kimyasal parametrelerin büyüklüğünden etkilenmemektedir) tüm kimyasal parametreler için kabul edilmiştir.

Bentik makroinvertebrat faunasının su kalitesi ile ilişkili olduğu ve mevsimsel değişime bağlı olarak sıcaklık artışından kaynaklı ve kirliliğin artması sebebiyle bazı makroinvertebrat türlerinde azalma saptanmıştır. Sonuçlar göz önüne alındığında, Mudurnu Nehri'nde kirliliğe yol açan kaynakların büyük kısmının evsel ve endüstriyel atıksu deşarjından olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber yoğun hayvancılık ve tarım faaliyetleri kaynaklı kirlilikler de göz ardı edilemez. Kimyasal parametrelerde ve bentik makroinvertebrat çeşitliliğindeki sonuçlar mevsime bağlı olarak dengeli bir seyir izlemiştir.

Sonuç olarak; Mudurnu Nehri'ne en fazla kirliliğin fabrika bölgelerinden girdiği gözlemlenmiştir. Tekstil, gıda, alüminyum ve otomotiv sektörlerinin kirliliğe neden oldukları belirlenmiştir. Mudurnu Nehri'nin, su kalitesinin sürekli izlenmesi ve

akarsuda yaşayan canlıların aktivitesini bozan insan kökenli baskıların azaltılması için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Bu alışma altı aylık bir zaman dilimini kapsamakta olup, daha uzun süreli ve daha detaylı çalışmalarla Mudurnu Nehri ile ilgili su kalite çalışmaları geliştirilebilir.



## KAYNAKLAR

- [1] Kırılıoğlu, H., Can, A. V., Çevre Muhasebesi, 1. Baskı, Değişim Yayınları, Adapazarı, 3-37, Ekim 1998.
- [2] T.C. Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018 Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu 2023, 1-67, Ankara, 2014.
- [3] Baykal, H., Baykal T., Küreselleşen Dünya’da Çevre Sorunları. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 5, Sayı 9, 2008.
- [4] Arslan, A., B., Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Unsuru: Bentik Makroomurgasız. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, Uzmanlık Tezi, 2015.
- [5] Dirican S., Barlas M., Dipsiz - Çine Çaylarının (Muğla-Aydın) Epilitik Diyatomeleleri. Sdü Fen Dergisi (E-Dergi), 4 (1) 23-34. 2009.
- [6] Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., Akarsu Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi., Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi:II, İmaj Yayıncılık, 21-30, Ankara, Haziran 1997.
- [7] Bayraktar, İ.,Mudurnu Deresi ve Kollarında Su Kalitesinin Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [8] Ogleni, N., Bayraktar, İ., Defining The Relation between The Benthic Macroinvertebrates and Chemical Parameters in The Mudurnu River. Fresenius Environmental Bulletin Volume 17 – No 8a., 2008.
- [9] Ogleni. N., Topal, B., Water Quality Assessment of the Mudurnu River Turkey, Using Biotic Indices. Springer Science+Business Media B.V. Water Resour Manage 25:2487–2508, 2011.
- [10] Lin, Y., Chen, K., Chen, Q., Chen, B.,Effect of disturbance on the hydro-environmental factors andmacroinvertebrate community in the Lijiang River. Procedia Engineering 154/ 247 – 251, 2016.

- [11] Kuzmanović, M., López-Doval, J., Castro-Catala, N., Guasch, H., Petrovic, M., Munoz, I., Ginebreda, A., Barcelo, D., Ecotoxicological risk assessment of chemical pollution in four Iberian river basins and its relationship with the aquatic macroinvertebrate community status. *Science of the Total Environment* 540/ 324-333, 2015.
- [12] Abdelsalam, K., Tanida, K., Diversity and spatio-temporal distribution of macro-invertebrates communities in spring flows of Tsuya Stream, Gifu Prefecture, central Japan, *Egyptian Journal of Aquatic Research* 39-50, 2013.
- [13] Mangadze, T., Bere, T., Mwedzi, T., Choice of biota in stream assessment and monitoring programs in tropical streams: A comparison of diatoms, macroinvertebrates and fish. *Ecological Indicators* 63/ 128-143, 2015.
- [14] Hyslop, E. J., Nesbeth, A. D., The effects of bauxite/alumina waste on the composition of the macroinvertebrate community of the Rio Cobre, a major river in Jamaica. *Biota Neotrop.*, vol. 12, no. 2, 2012.
- [15] Qu, X., Wu, N., Tang, T., Cai, Q., Park, Y., Effects of heavy metals on benthic macroinvertebrate communities in high mountain streams, *Limnol. - Int. J. Lim.* 46 / 291–302, 2010.
- [16] Petruck, A., Stöffler, U., On the history of chloride concentrations in the River Lippe (Germany) and the impact on the macroinvertebrates. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 143-150, 2011.
- [17] Kazancı, N., Dügel, M. 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, 2010.
- [18] Kalyoncu, H., Isparta Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Ve Epilitik Diyatomelere Göre Belirlenmesi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi, 2006.
- [19] Koşal, S., Büyükçekmece Gölü (İstanbul) Bentik Makroomurgasızların Nitel ve Nicel Dağılımları. İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri temel Bilimler Bölümü/ İçsular Biyolojisi anabilim dalı, Doktora Tezi, 2006.
- [20] Tall, L., Armellin, A., Pinel-Alloul, B., Methot, G., Hudon, C., Effects Of Hydrological Regime, Landscape Features, And Environment On Macroinvertebrates İn St. Lawrence River Wetlands. *Hydrobiologia* 778:221–241. Switzerland, 2015.
- [21] Birol, N., Dipsiz-Çine Çayı (Muğla-Aydın)'nın Bentik Makroomurgasızlarının Belirlenmesi. Muğla Üniversitesi, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [22] [www.akyazi.gov.tr/ilcemizin-tarihi](http://www.akyazi.gov.tr/ilcemizin-tarihi), Erişim Tarihi : 10.11.2016.

- [23] [www.akyazi.gov.tr/cografi-yapi](http://www.akyazi.gov.tr/cografi-yapi), Erişim Tarihi : 10.11.2016.
- [24] [www.akyazi.bel.tr](http://www.akyazi.bel.tr), Erişim Tarihi:10.11.2016.
- [25] [www.akyazi.gov.tr/ekonomik-yapi](http://www.akyazi.gov.tr/ekonomik-yapi), Erişim Tarihi : 10.11.2016.
- [26] [www.sakarya.gov.tr/il-hakkinda-bilgiler](http://www.sakarya.gov.tr/il-hakkinda-bilgiler), Erişim Tarihi: 10.11.2016.
- [27] [www.sakaryarehberim.com](http://www.sakaryarehberim.com), Erişim Tarihi: 10.11.2016.
- [28] Çiçek, E., Birecikli, S., Yüzeysel Sularda Su Kalitesinin Değerlendirmesi ve İzlenmesi için Biyolojik Bütünlük İndeksi: Balık İndekslerinin Kullanılması. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2015.
- [29] Spellman, F.R., Chapter 6: Biological Monitoring and Assessment. The Science of Water: Concepts and Applications, CRC Press, 2008.
- [30] Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Public Health Association (APHA), American Water Work Association (AWWA), Water Environment Federation, Washington DC, 10-60, 1998.
- [31] Bonada, N., Prat, N., Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. Annual Review of Entomology, 51, p 495 – 523, 2006.
- [32] Kırkağaç, M., Köksal G., Akarsularda Bentik Makroomurgasızların Su Kirliliğine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi: Biyotik ve Çeşitlilik İndekslerin Kullanımı. Ankara Üniversitesi, 330-338, 2005.
- [33] Yüzeysel Sular ve Yer altı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 11.02.2014, Resmi gazete Sayısı: 28910
- [34] Bahçeci H., Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Tatlı Sularda Su Kalitesinin Biyolojik İzlenmesi - Büyük Menderes Havzası Örneği. Uzmanlık Tezi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010.
- [35] Kılçık, F., Avrupa'da Sıklıkla Kullanılan Bazı Biyotik İndeksler ve Türkiye'deki Uygulamaları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Seminer Tezi, 2015.
- [36] Quigley, M., Invertebrates of streams and rivers: a key to identification, Edward Arnold, London, 1977.
- [37] DSİ 3. Bölge müdürlüğü Teşhis anahtarı.

## ÖZGEÇMİŞ

Esra ÖZKAN, 08.02.1991’de Sakarya’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Akyazı’da tamamladı. 2009 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.