

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BIYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**MUSTAFA KEMAL PAŞA ÇAYI'NIN BENTİK OMURGASIZ  
FAUNASI VE KİRLİLİK İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SAMET ATIŞ**

**DENİZLİ, OCAK - 2020**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



**MUSTAFA KEMAL PAŞA ÇAYI'NIN BENTİK OMURGASIZ  
FAUNASI VE KİRLİLİK İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SAMET ATIŞ**

**DENİZLİ, OCAK - 2020**

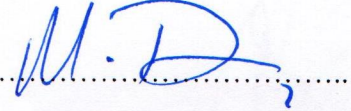
## KABUL VE ONAY SAYFASI

SAMET ATIŞ tarafından hazırlanan "MUSTAFA KEMAL PAŞA ÇAYI'NIN BENTİK OMURGASIZ FAUNASI VE KİRLİLİK İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 10.01.2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

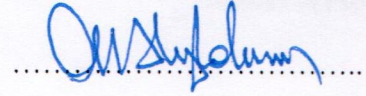
Danışman  
Prof. Dr. Mustafa DURAN



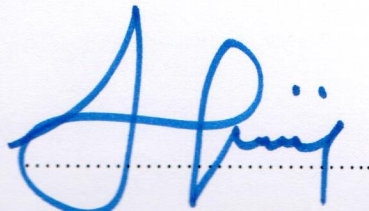
Üye  
Prof. Dr. Ali Nafiz EKİZ



Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Gürçay Kıvanç AKYILDIZ



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 29/01/2020 tarih ve 05/17..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

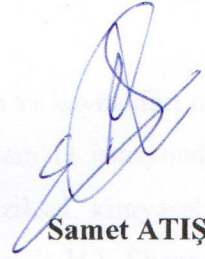
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

(TEZ DANIŞMANI, PROF. DR. NİLŞAYAK İRANCI)

TEZİN İZLENİMLERİ - 2022



Samet ATIŞ

## ÖZET

### MUSTAFA KEMAL PAŞA ÇAYI'NIN BENTİK OMURGASIZ FAUNASI VE KİRLİLİK İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SAMET ATIŞ

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. MUSTAFA DURAN)

DENİZLİ, OCAK - 2020

Bu çalışmada, Bursa ili sınırlarındaki Mustafa Kemal Paşa ve kaynakları olan Emet ve Orhaneli çaylarının su kalitesini belirlemek amaçlı toplam 11 istasyondan, Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında sezonluk olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik veriler toplanmıştır. Suyun kalite tayini BMWP (Spanish V.), Shannon-Wiener indeksleri ve EPT Takson %'si kullanılarak yapılmıştır. Bu veriler ASTERICS programında işlenmiş ve kirlilik sınıfları belirlenmiştir. Aynı zamanda inorganik madde ve fiziko-kimyasal verilerle desteklenmiştir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün resmi gazetede yayınladığı Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde belirtilen bölgeye ait referans değerler kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda örneklenen 8454 bentik omurgasızdan; 11 takım içerisinde 37 farklı familya tespit edilmiştir.

Mustafa Kemal Paşa çayında bentik omurgasızlar kullanılarak bir çalışma 2003 yılından sonra yapılmamıştır. Bu çay Ramsar alanı olan Uluabat gölünü beslediği ve Kuzey Ege havzası gibi önemli bir konumda olduğu için, böyle bir çalışmanın yapılması ve faunasının kayıt altına alınması bu havzanın su kalitesinin değerlendirilmesi için veri sağlaması yönünden yararlı olacaktır.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Mustafa Kemal Paşa, Emet ve Orhaneli Çayları, Bentik Omurgasızlar, Su kalitesi, Uluabat Göl'ü, Biyolojik izleme

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF WATER QUALITY AND BENTHIC INVERTEBRATES OF MUSTAFA KEMAL PAŞA STREAM**

**MSC THESIS**

**SAMET ATIŞ**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**BIOLOGY**

**(SUPERVISOR:PROF.DR. MUSTAFA DURAN)**

**DENİZLİ, JANUARY 2020**

In this study, samples were taken from 11 stations in order to determine the water quality of Mustafa Kemal Paşa stream and Orhaneli and Emet rivers in Bursa province. The biological and physico-chemical data were sampled seasonal between the dates May 2019 and November 2019. We have selected, BMWP (Spain V.) Index, Shannon-Wiener Index and EPT Taxa % for water quality determination. These data were processed with the ASTERICS program and the water quality classes were determined. This determination also supported by inorganic chemical material and physico-chemical data. We used regional reference values taken from the Surface Water Quality Manual published in The Official Gazette by The Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Water Management.

At the end of this study, totally 8454 Benthic invertebrates were collected. At last, 11 ordo and 37 families were identified.

A biotic-index study, using with benthic invertebrates in Mustafa Kemal Paşa stream has not been done after 2003. Mustafa Kemal Paşa stream feeds The Lake Uluabat, and The Lake Uluabat is protected by Ramsar convention. In this case, this study will help evaluating the water quality of The Lake Uluabat.

**KEYWORDS:** Mustafa Kemal Pasha, Emet and Orhaneli Streams, Benthic Invertebrates, Water Quality, The Lake Uluabat, Biological Monitoring

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET.....                                                                                                           | i         |
| ABSTRACT .....                                                                                                      | ii        |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                   | iii       |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                                                                  | v         |
| TABLO LİSTESİ .....                                                                                                 | vi        |
| KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                                                            | vii       |
| ÖNSÖZ.....                                                                                                          | viii      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                                                | <b>1</b>  |
| 1.1 Su Çerçeve Direktifi (SÇD 2000) .....                                                                           | 3         |
| 1.2 Biyoindikatörlerin Önemi.....                                                                                   | 3         |
| 1.3 Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal verilerin Önemi.....                                                               | 4         |
| 1.4 Biyolojik İzleme .....                                                                                          | 4         |
| 1.5 Bentik Omurgasızlar.....                                                                                        | 5         |
| 1.5.1 BO'ların İndikatör Tür Olarak Kullanılmasının Bazı Sebepleri....                                              | 5         |
| 1.6 Çalışmanın Amacı .....                                                                                          | 7         |
| <b>2. MATERYAL VE METOD .....</b>                                                                                   | <b>8</b>  |
| 2.1 Araştırma Alanı .....                                                                                           | 8         |
| 2.2 Çalışma Alanlarının Belirlenmesi ve Tanıtımı.....                                                               | 8         |
| 2.2.1 Değirmen Köy Mevkii (Emet Çayı Kaynak).....                                                                   | 10        |
| 2.2.2 Esatlar Köyü Mevkii (Orhaneli Çayı Kaynak) .....                                                              | 11        |
| 2.2.3 Hamam mah. Mevkii (Emet çayı üzerinde 2. İst.).....                                                           | 11        |
| 2.2.4 Yağcık Mah. (Orhaneli Çayı Üzerindeki 2. İst.).....                                                           | 12        |
| 2.2.5 Küçükakçaalan Mah. Mevkii (Emet Çayı Üzerinde 3. İst.).....                                                   | 13        |
| 2.2.6 Kestelek Mah. Mevkii (Orhaneli Çayı Üzerinde 3. İst.).....                                                    | 14        |
| 2.2.7 Camander Mah. Mevkii (Emet Çayı Üzerinde 4. İst.).....                                                        | 15        |
| 2.2.8 MKP1 İstasyonu (MKP Çayı Üzerinde 1. İst.).....                                                               | 16        |
| 2.2.9 Hamidiye Mah. Mevkii (MKP Çayı Üzerinde 2. İst.) .....                                                        | 16        |
| 2.2.10 MKP2 Mevkii (MKP Çayı Üzerinde 3. İst.).....                                                                 | 17        |
| 2.2.11 Karaoğlan Mah. Mevkii (MKP Çayı Üzerinde 4. İst.) .....                                                      | 18        |
| 2.3 Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Verilerin Toplanması .....                                                         | 18        |
| 2.3.1 Su Örneklerinin Alınması .....                                                                                | 19        |
| 2.3.2 Su Örneklerinde İnorganik Madde Analizleri .....                                                              | 19        |
| 2.3.3 Su Örneklerinde Fiziko-Kimyasal Analizler .....                                                               | 19        |
| 2.4 İnorganik Madde ve Fiziko-Kimyasal Su Kalitesi Tayin Yöntemleri                                                 | 20        |
| 2.4.1 Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne Göre Su Kalitesi Değerlendirilmesi .....                            | 20        |
| 2.5 Bentik Omurgasızların Toplanması ve Teşhisi .....                                                               | 22        |
| 2.6 Kullanılan Biyotik İndeksler .....                                                                              | 23        |
| <b>3. BULGULAR .....</b>                                                                                            | <b>24</b> |
| 3.1 Teşhis Edilen Bentik Omurgasızlar.....                                                                          | 24        |
| 3.1.1 Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarında Tespit Edilen Bentik Omurgasızların %'lik Oranları ..... | 26        |

|           |                                                                                                                                                                    |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2       | Fiziksel ve Kimyasal Bulgular .....                                                                                                                                | 27        |
| 3.2.1     | Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarında Belirlenen Örnekleme Noktalarına Ait Su Örneklerinin İnorganik Madde Analiz Sonuçları .....                   | 27        |
| 3.2.2     | Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarında Belirlenen Örnekleme Noktalarına Ait Su Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları .....                   | 30        |
| 3.2.3     | Mustafa Kemal Paşa, Orhaneli ve Emet Çaylarından Elde Edilen Fiziksel ve Kimyasal Bulguların Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne Göre Değerlendirilmesi..... | 33        |
| 3.2.4     | Su sıcaklığı (°C).....                                                                                                                                             | 34        |
| 3.2.5     | pH.....                                                                                                                                                            | 34        |
| 3.2.6     | Çözünmüş Oksijen (dO <sub>2</sub> mg/L).....                                                                                                                       | 35        |
| 3.2.7     | Oksijen doygunluğu (sO <sub>2</sub> %) .....                                                                                                                       | 36        |
| 3.2.8     | Eletrik İletkenliği (µS/cm <sup>-1</sup> ).....                                                                                                                    | 37        |
| 3.2.9     | Oksijen İndirgeme Potansiyeli (mV) .....                                                                                                                           | 37        |
| 3.2.10    | Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L).....                                                                                                                             | 38        |
| 3.2.11    | Tuzluluk (‰) .....                                                                                                                                                 | 39        |
| 3.2.12    | Nitrit Azotu (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/L .....                                                                                                            | 39        |
| 3.2.13    | Nitrat Azotu (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L.....                                                                                                             | 40        |
| 3.2.14    | Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) mg/L .....                                                                                                           | 41        |
| 3.2.15    | Fosfat (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) mg/L .....                                                                                                                 | 41        |
| 3.2.16    | Demir (Fe <sup>+2</sup> ) µg/L.....                                                                                                                                | 42        |
| 3.2.17    | Klor (Cl <sup>-</sup> ) mg/L .....                                                                                                                                 | 43        |
| 3.2.18    | Magnezyum (Mg <sup>+2</sup> ) mg/L.....                                                                                                                            | 43        |
| 3.2.19    | Kalsiyum (Ca <sup>+2</sup> ) mg/L .....                                                                                                                            | 44        |
| 3.3       | Uygulanan Biyotik İndekslerin Sonuçları ve Metrik Değerleri .....                                                                                                  | 45        |
| <b>4.</b> | <b>TARTIŞMA SONUÇ .....</b>                                                                                                                                        | <b>47</b> |
| <b>5.</b> | <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                                                                                              | <b>55</b> |
| <b>6.</b> | <b>EKLER.....</b>                                                                                                                                                  | <b>58</b> |
| 6.1       | Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004).....                                                                                                                       | 58        |
| <b>7.</b> | <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                                                                                                               | <b>60</b> |



# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1: Bursa İli sınırları içerisinde yer alan Mustafa Kemal Paşa Çayı üzerinde belirlenen 11 tane örnekleme alanı.<br>(1.İst.: Değirmenköy EMET Kaynak,<br>2.İst.: Esatlar köyü ORHANELİ Kaynak,<br>3.İst.:Hamam mah., 4.İst.:Yağcık mah., 5.İst.: Küçükakçaalan mah., 6.İst.: Kestelek mah., 7.İst.:Camander mah., 8.İst.:MKP1,<br>9.İst.:Hamidiye mah., 10.İst.:MKP2, 11.İst.: Karaoğlan mah..) ..... 9 | 9  |
| Şekil 2.2: Değirmen Köy İstasyonu ..... 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10 |
| Şekil 2.3: Esatlar Köyü İstasyonu ..... 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 11 |
| Şekil 2.4: Hamam mah. İstasyonu..... 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12 |
| Şekil 2.5: Hamam mah. İstasyonu..... 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12 |
| Şekil 2.6: Yağcık Mah. İstasyonu ..... 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 13 |
| Şekil 2.7: Küçükakçaalan Mah. İstasyonu ..... 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 14 |
| Şekil 2.8: Kestelek Mah. İstasyonu..... 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15 |
| Şekil 2.9: Camander Köyü İstasyonu..... 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15 |
| Şekil 2.10: MKP1 İstasyonu ..... 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 |
| Şekil 2.11: Hamidiye Merkez Mah. İstasyonu..... 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 17 |
| Şekil 2.12: MKP2 İstasyonu. .... 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17 |
| Şekil 2.13: Karaoğlan Mah. İstasyonu ..... 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 18 |
| Şekil 3.1: Tespit edilen bentik omurgasızların yüzdelik oranları ..... 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 27 |
| Şekil 3.2: Arazi çalışmalarında ölçülen diğer fiziko-kimyasal parametrelerin ortalama değerleri** ..... 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 31 |
| Şekil 3.3: İstasyonlara göre ortalama Sıcaklık (°C) değerleri..... 34                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 34 |
| Şekil 3.4: İstasyonlara göre ortalama pH değerleri..... 35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 35 |
| Şekil 3.5: İstasyonlara göre ortalama Çözünmüş Oksijen (dO <sub>2</sub> mg/l) değerleri..... 36                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 36 |
| Şekil 3.6: İstasyonlara göre ortalama Oksijen Doygunluğu (sO <sub>2</sub> %) değerleri. 36                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 36 |
| Şekil 3.7: İstasyonlara göre ortalama Elektrik İletkenliği (µS/cm <sup>-1</sup> ) değerleri..... 37                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 37 |
| Şekil 3.8: İstasyonlara göre ortalama Oksijen İndirgeme Potansiyeli (mV) değerleri..... 38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 38 |
| Şekil 3.9: İstasyonlara göre ortalama Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L) değerleri..... 38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 38 |
| Şekil 3.10: İstasyonlara göre ortalama Tuzluluk (‰) değerleri..... 39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 39 |
| Şekil 3.11: İstasyonlara göre ortalama Nitrit Azotu (mg/L) değerleri ..... 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 40 |
| Şekil 3.12: İstasyonlara göre ortalama Nitrat Azotu (mg/L) değerleri ..... 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 40 |
| Şekil 3.13: İstasyonlara göre ortalama Amonyum azotu (mg/L) değerleri..... 41                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 41 |
| Şekil 3.14: İstasyonlara göre ortalama Fosfat (mg/L) değerleri ..... 42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 42 |
| Şekil 3.15: İstasyonlara göre ortalama Demir (µg /L) değerleri ..... 42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 42 |
| Şekil 3.16: İstasyonlara göre ortalama Klor (mg/L) değerleri ..... 43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 43 |
| Şekil 3.17: İstasyonlara göre ortalama Magnezyum (mg/L) değerleri ..... 44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 44 |
| Şekil 3.18: İstasyonlara göre ortalama Kalsiyum (mg/L) değerleri..... 44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 44 |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1 : Su örneklerinde fiziksel analizler için kullanılan cihazlar.....                                  | 19 |
| Tablo 2.2 : Yerüstü su kaynaklarının Fiziko-kimyasal ve kimyasal verilere göre su kalite sınıfları .....      | 20 |
| Tablo 2.3 : Metrik değerlere göre su kalite sınıfları.....                                                    | 23 |
| Tablo 3.1 : Teşhis edilen bentik omurgasızların Takım/Familya/İstasyon göre listelenmesi.....                 | 25 |
| Tablo 3.2 : Su örneklerinde ölçülen inorganik madde konsantrasyonların sezonlara göre değerleri (mg/l)* ..... | 29 |
| Tablo 3.3 : Su örneklerinde ölçülen diğer kimyasal parametrelerin ortalama değerleri (mg/l)** .....           | 30 |
| Tablo 3.4 : Arazi çalışmalarında ölçülen fiziko-kimyasal verilerin sezonlara göre değerleri* .....            | 32 |
| Tablo 3.5 : İstasyonlara göre hazırlanan su kalitesi sınıfları.....                                           | 33 |
| Tablo 3.6 : İstasyonlara göre hazırlanan su kalitesi durumları .....                                          | 33 |
| Tablo 3.7 : Teşhis edilen türlerin BMWP (Spain V.), Shannon-Wiener İndeksleri ve EPT Takson % değerleri.....  | 45 |
| Tablo 3.8 : İstasyonlara ait su kalite sınıfları .....                                                        | 46 |
| Tablo 6.1 : Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004)'ne göre su kalite sınıfları .....                         | 59 |

## KISALTMALAR DİZİNİ

- BO** : Bentik Omurgasız
- BMWP (Spain V.)** : Biyolojik izleme Çalışma Partisi İspanyol Versiyon'u  
(Biological Monitoring Working Party Spain Version)
- EPT Takson %** : *Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera* taksonları yüzdesi
- MKP** : Mustafa Kemal Paşa
- MKP1** : Mustafa Kemal Paşa çayındaki bir köy ya da belde üzerinde olmayan istasyon isminin 1.'si
- MKP2** : Mustafa Kemal Paşa çayındaki bir köy ya da belde üzerinde olmayan istasyon isminin 2.'si
- SÇD** : Su Çerçeve Direktifi
- SKKY** : Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (1988)
- TÇKM** : Toplam Çözünmüş Katı Madde

## ÖNSÖZ

Sadece bu çalışmanın yapılmasında değil, her konuda ve her çalışmamda bilgilerini tecrübelerini ve desteklerini benden esirgemeyen ve her daim örnek aldığım sayın danışman hocam Prof. Dr. Mustafa DURAN'a sonsuz teşekkürler.

Aynı zamanda bu çalışmanın yapılması esnasında, istatistiksel hesaplamalar ve teşhislerim konusunda bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Gürçay Kıvanç AKYILDIZ'a, teşhis ve arazi çalışmalarında bilgi ve zamanını benimle paylaşan Recep Bakır'a çok teşekkürler.

Elbette ki bu günlere gelmemde maddi ve manevi en büyük desteği veren, en başta çok sevdiğim dedem, rahmetli Seyfettin GÜZ'e her zaman yanımda olan ve evlatları olduğum için gurur duyduğum annem Nilüfer GÜZ ve babam Sami ATIŞ'a sonsuz teşekkürler.

# 1. GİRİŞ

Canlıların yaşamı için suya ihtiyacı vardır. Suyun temiz olması standardı artık sadece gözle yapılan gözlemlerle değil, fiziko-kimyasal veriler, biyolojik veriler ve kimyasal veriler ışığında belirlenmektedir. Yerüstü suları dereler, ırmaklar göller gibi doğal kaynaklardır. Bu kaynaklardan gelen sular topluluk halinde yaşayan insanlara, insanların oluşturduğu tarla ve hayvan yetiştiriciliği için ayrılan alanlara ve sanayi işletmelerine verilmektedir. Bu sebeplerden dolayı sadece şebeke sularının değil, doğal su kaynaklarının da belirli standartlarda olması ve bu standartlarda tutulması gerekmektedir. Aksi halde canlıların yaşamı için tehlikeli sonuçlar ortaya çıkabilir. Teknolojinin gelişmesi, nüfus artışı gibi etkenler su kaynaklarının aşırı kirlenmesine sebep olmaktadır. Bu gelişimin sularda en büyük göstergesi ise yerleşim yerlerinden kaynaklanan atıklardır.

Dünyada kullanılabilir suların harcanma oranlarını sektörlere göre ayıracak olursak, %71'lik bir kısmını tarım sektörü oluşturur (Tema 2019). Türkiye'de ise bu oran %73'lere çıkmaktadır. Tarım sektörü içerisinde, hayvan yetiştiriciliği bu %71'lik kısmın büyük kısmını kaplamaktadır. %18'lik kısım sanayi, %11'lik kısım ise evsel kullanım amaçlıdır. Dünyada yeni gündem olarak değerlendirilen Amazon ormanlarının yok edilmesi, tamamen insanlık için yeni tarım arazileri açmak amaçlıdır. Fakat çoğu doğa koruma örgütü ve topluluğu insanların evsel kullanımında tasarrufa gitmesi, sanayi sektörünün suları kirletmesi gibi bilgilendirmeler yapmaktadır. Bu da asıl kullanım amacını ve kirliliğin nedenini farklı noktalarda aramamıza sebep olmaktadır.

Çevre kirliliğini değerlendirecek olursak bunu, doğanın kirliliği giderme yetisinin, insan faaliyetleri ile oluşan atıkların altında kalması olarak özetleyebiliriz. Doğadaki çoğu sistem negatif geri besleme ya da pozitif geri besleme kanuna göre çalışır. Negatif geri besleme; artanı azaltma, durdurma etkisidir. Doğada kirlilik arttığı zaman doğa bu kirliliği azaltmaya ya da durdurmaya yönelik prosedürler başlatır. Pozitif geri besleme ise artanı arttırma, çoğaltma etkisidir. Doğada kirlilik yıkıcı boyutlara geldiği zaman doğa bu kirliliğe daha katastrofik yöntemlerle çare bulur. Bunlar doğal afetler, erozyon gibi seçeneklerdir. Biyosfer içerisinde karşılıklı

ve çok yönlü etkileşimler vardır. Yani havada başlayan bir kirlilik zamanla toprağa ve suya etki edebilir. Havada, suda ve toprakta zamanla oluşan kirlilikler birbirleri arasında taşınmakta ve zarar giderek artmaktadır. Kısaca oluşan kirlilikten bütün ekosistem zarar görmekte ve yaşanabilir çevreler azalmaktadır.

Yerüstü su kaynaklarına karışan atık sular, kimyasal maddeler ve organik bileşikler açısından suyun kirlenmesine, oksijen miktarının azalmasına sebep olmaktadır. Bu da sulardaki canlıların mortalite miktarının artmasına neden olur. Kirli suların ışık geçirgenlikleri ve saydamlığı çok düşüktür ayrıca içerisindeki organik atıklardan ve kimyasallardan kaynaklanan spesifik kokulara sahiptir. Tarım amaçlı kullanılan inorganik gübreler zamanla yeraltı ve yerüstü sularına karışmaktadır. Bu gübreler sulara nitrat (NO<sub>3</sub>) ve fosfat (PO<sub>4</sub>) miktarını arttırmakta, alglerin suda yoğun üremelerine sebep olmaktadır. Alg yoğunluğunun suda orantısız artması ötrofikasyona sebep olur ve suyun üst tabakası yeşil bir görünüm alır. Bu tarz su birikintilerinde suyun alt kısmındaki canlı yaşamı tamamen yok olma noktasına gelmiştir. Ayrıca alglerin suya salgıladıkları salgı miktarı, sudaki diğer canlılar için olumsuz etkilere sebep olur. Aynı şekilde tarım ilaçları ve deterjanlar su kaynaklarını önemli ölçüde kirleterek canlı yaşamına olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Çoğu fabrika su kaynaklarının etrafına ya da kenarına kurulur. Bu sanayi kuruluşları su kaynaklarını soğutma ve diğer işlemler için kullanırlar. Soğutma amaçlı kullanılan sular herhangi bir etkiye maruz kalmadan kaynağına geri döner. Fakat suyun ısınması sıcaklığının artmasına neden olacaktır. Su kaynaklarındaki sıcaklığın artması, çözülmüş oksijen miktarını ve sudaki maddelerin çözülme hızını, canlıların enzim aktivitelerini ve su içerisindeki maddelerin bozulmalarını hızlandırır. Suda oksijen miktarının azalması canlılığı ciddi anlamda tehdit eder. Bu sebeplerden doğal dengeyi bozan bu etmenler azaltılmalıdır.

Diğer dikkat çekilmesi gereken konu ise, her ülkenin kendine uygun referans komüniteleri saptaması ve uygun biyotik indeksi belirlemesi gerekmektedir (Duran ve diğ. 2003). Türkiye’de ise fiziksel ve kimyasal yöntemlerle birlikte biyolojik yöntemle kirliliği izleme, özellikle faunistik çalışmaların eksikliği nedeniyle yapılamamaktadır. Biyolojik yöntemlerin yerleşebilmesi için, gösterge grupların genel faunasının ortaya çıkarılmış olması ve buna dayalı biyolojik izlemelerin, konunun uzmanları tarafından hazırlanması gerekmektedir (Misserendino 2001). Bu

biyolojik izleme çalışmaları her havza için sürekli yapılması gereken çalışmalardır. Bu çalışmada elde edilen veriler ile bu çalışmalara katkı yapılması amaçlanmaktadır. Bu sebepler ve standart kullanılabilir veri sağlamak için, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2017'de yayınlamış olduğu Makroomurgasız İndeksleri Kılavuz Dökümanı içerisinde belirttiği yöntemlerden yararlanılmıştır.

### **1.1 Su ereve Direktifi (SD 2000)**

Su ereve direktifi (SD) i yüzeysel suların, geçiş sularının, kıyı sularının ve yeraltı sularının korunması için 23 Ekim 2000 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 2000/60 /Ec sayılı direktifidir (Akın 2015). Su ereve Direktifi 26 madde ve 11 ekten oluşmaktadır. Bu direktifte belirtilen amaçlar Avrupa sularının miktar ve kalite bakımından iyi su sınıfına ulaşması ve bu iyi suların kalitesinin bozulmasını önlemektir. Bu noktada Türkiye'de yapılacak mevzuat çalışmalarının Avrupa mevzuatına uygun olması, bu çalışmanın tek ve geniş kapsamlı bir su yasası altında toplanması önemlidir. Bu kapsamda bu alışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2012'de yayınladığı 2016'da revize ettiği Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne uygun yürütülmüştür. Tüm ye ülkeler için Su ereve Direktifi'nin hedeflerine ulaşma süresi 2015 olarak belirlenmiştir. Nihai hedef olarak 2027 yılına kadar devam edecektir. Fakat 2019 tarihi itibari ile Türkiye bu hedeflerin çoğuna henüz yaklaşmamıştır. Bu çalışmanın bu hedeflere ulaşma konusunda havzada yapılacak yönetim planlarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

### **1.2 Biyoindikatörlerin nemi**

Bilindiği üzere yüzeysel suların su kalitesine ilişkin çalışmalarda biyoindikatrlerin kullanımı yaklaşık yüzyıl kadar önce başlamıştır (De Pauw ve diğ. 1993). Araştırmacılar kirli ve temiz sularda farklı canlıların yaşadığını bu canlıların kirliliğe karşı gösterdiği tepkileri yüzyıl önce tespit etmişlerdir. Biyoindikatörler; bir ortamda bulunuşları, bollukları, iyi bir gelişim göstermeleri, belirli koşullarda da ortadan kaybolmalarıyla, belirli bir yetişme ortamı koşulları hakkında bir yargıya

varma olanağı sağlayan canlı türleridir. Biyoindikatörler, çevresel kirliliğe yaşam fonksiyonlarını değiştirerek veya toksinleri vücudunda biriktirerek cevap verirler (Ellenberg ve diğ. 1991). Biyoindikatör canlılar kısaca çevrenin durumu hakkında bilgi vermektedirler. Biyoindikatör olan organizma grupları; kolay teşhis edilebilmeli, kolaylıkla toplanabilmeli (yani az sayıda ve ucuz elde edilebilecek toplama malzemesinin yeterli olması), kozmopolit bir dağılım göstermeli, indikatör olarak seçilecek organizmanın hakkında otekojik veri zengin olmalı (bu bilgiler yorumlarda ve nümerik analizlerin uygulanmasında kolaylık sağlar), kirlilik etmeni olan zararlı maddeyi vücudunda biriktirmiş olmalı, laboratuvarında kolayca üretilmeli, genetik yönden ve biyolojik kcommunitydeki rolleri açısından düşük değişim özellikleri göstermelidir. Bu özellikleri karşılaması bakımından bu çalışmada bentik omurgasızlar kullanılmıştır.

### **1.3 Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal verilerin Önemi**

Canlılığı tehdit eden, yaşama ortamlarını bozan etmenler canlılar için bir uyarıcı görevi görür. Canlı organizmalarda yaşama ortamlarını tehdit eden bu etmenlere karşı bir cevap verirler. Canlıların bu özellikleri biyolojik izleme yöntemlerinin kullanımını ortaya çıkarmıştır. Fiziko-kimyasal veriler ölçüm yapılan andaki durum hakkında bizlere bilgi vermektedir. Uzun süreli izleme yöntemleri biyolojik yöntemleri de içermelidir (Dahl ve diğ. 2004).

### **1.4 Biyolojik İzleme**

Dünya nüfusunun hızla arttığı göz önünde tutulursa insanoğlunun yiyecek kaynaklarını bilinçli bir şekilde kullanma ve yeni besin kaynakları yaratma sorunları ile karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle araştırmalar yüzey sularında, özellikle denizlerde ve iç sularda yoğunlaşmıştır (Egemen 2006). Yerüstü sularında yapılan biyolojik izleme çalışmaları su durumunu belgelemek açısından mükemmel bir yoldur. Suyun durumunun iyileştirme çalışmaları tek başına yeterli değildir aynı zamanda suyun durumu hakkında sürekli gözlem yapmak, biyolojik izlemeler



hakkında kayıtlar tutmak suyun durumu hakkında değişiklikleri görmemize imkân sağlamaktadır.

## **1.5 Bentik Omurgasızlar**

Yerüstü su kaynaklarında yaşam döngülerinin bir kısmını geçiren, çoğu zaman çıplak gözle görülebilen, genelde 0,5mm'den büyük (bazı türler erken larva dönemlerinde daha küçük olabilirler), omurgası olmayan canlı grubudur.

BO'larla yapılan biyolojik izleme çalışmaları iki türdür. Birincisi, yerüstü su kaynağını etkileyeceği düşünölen bir projenin öncesi ve sonrasında bentik canlılardaki değişikliğin izlenmesidir. Örneğin, fiziko-kimyasal bir verinin yüksek artışı öncesi ve sonrasında akarsuda bulunan bentik omurgasızların yapısı belirlenerek etkinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu şekilde biyolojik izleme çalışması yapılabilmesi amacıyla BO'lar için sürekli ve uzun süreli verilerin oluşturulması gereklidir. BO'ların biyolojik izlemede kullanılmasında ikinci yöntem, bu canlıların çevreye verdiği cevap olarak ortamda bulunup bulunmaması veya sayısındaki değişiklikler göz önüne alınarak su kalitesi standartlarının belirlenmesidir.

Bentik omurgasızlardan bu şekilde yararlanmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bunlar, canlılardaki genetik yapının değişmesi, kirleticilerin biyolojik birikimi, arazide ve laboratuvarıda kirlilik testleri, popölasyon ve kommünite yapısındaki değişikliklerin ölçölmesi, ekosistemdeki fonksiyon değişikliklerinin belirlenmesi gibi çalışmalardır.

### **1.5.1 BO'ların İndikatör Tür Olarak Kullanılmasının Bazı Sebepleri**

Biyolojik teknikler uzun süreli bilgiler sağlar ve basit yapılı organizmaların kullanımını ile çevresel değişimlerin üst düzeyli organizmaları olumsuz yönde etkilemesine izin vermeden önlem alınabilir. Kozmopolit olan türler dışında bölgesel türler tercih edilir. Bunlar arasında da en uygun olanları ve en yaygın olarak

kullanılan bentik omurgasızlardır (Hellowell 1986). Bentik omurgasızların avantajları şu şekilde sıralanabilir;

1. Habitat tercihleri ve hareket yetenekleri sınırlıdır.
2. Çevrede meydana gelecek olumsuzluklar karşısında yer değiştirme kapasiteleri sınırlıdır.
3. Materyallerin (örneklerin) toplanmaları ve sayımları, mikroorganizmalardan, fitoplanktonlardan ve bir hücrelilerden daha kolaydır.
4. Saklanması ve teşhisleri kolaydır.
5. Tür düzeyinde teşhislerinin zor olmasına karşın cins ve bazen de familya üzerindeki kullanımları tamamen doğru sonuç vermektedir.
6. Her dönemde her ortamda bulunurlar.
7. Hayat döngüleri ortamdaki değişikliklerin anlaşılmasını sağlayacak kadar uzundur.
8. Çeşitli kirlilik kaynaklarına karşı değişik düzeyde duyarlılık göstererek çok çabuk tepki vermeleri.
9. Düşük ekolojik ve genetik çeşitliliğe sahip olmaları ve ekolojik isteklerinin az olması.

Sonuç olarak BO'lar saprobik ve trofik düzeylerin çeşitli ortamlarda belirlenmesi, akarsuyun kirlilik durumunu ve durgun su ortamlarının kirlilik durumlarını belirlenmesi, çeşitli habitatların kirlenmelerinin nicel ve nitel olarak belirlenmesi, kirlenmelerin geçici ya da kalıcı olma eğilimlerinin belirlenmesi ve kirliliğin kaynağının belirlenmesi gibi olaylarda izleme aracı olarak kullanılabilir.

## 1.6 Çalışmanın Amacı

Akarsuların yönetimi toplumların yaşamı için büyük önem taşır ve gelecek nesiller tarafından karşılanması gereken zorluklardan biridir. Ayrıca, biyolojik çeşitliliğin korunması büyük ölçüde hem sağlıklı hem de çevresel olarak iyi su kalitesinin korunmasına bağlı olduğu için önemlidir. Akarsular ekolojik değeri yüksek olan karmaşık bir yapıya ve yüksek çeşitliliğin geri döndürülemez derecede bozulmasına neden olan, antropojenik orjinli bozulmalara ve çevresel değişikliklere karşı kırılgan ve savunmasız bırakılmaktadır (Dahl ve diğ. 2004).

Nehirleri etkileyen başlıca etkilerden biri de suların hem evsel hem de endüstriyel atıklar tarafından kirlenmesidir. Akarsular üzerindeki bir diğer önemli etki, havzaların ekolojik özelliklerini değiştiren barajlar ve rezervuarlar inşa ederek akarsuların su yollarının ve doğal yapısının değiştirilmesidir.

Nehirlerin faunası arasında biyoindikatör olarak çalışılması gereken grup bentik omurgasızlardır. Ekolojik ve çeşitlilik önemi olan bu grup, makroskopik boyuttaki omurgasızlardan oluşur; normalde 1 mm'den fazla, kalıcı olarak ya da yaşam döngüsünün belli bir döneminde su ortamıyla bağlantılı bentik omurgasız grupları insan etkilerinin, özellikle kontaminasyonun mükemmel göstergeleridir. Çoğunun oldukça dar ekolojik gereksinimleri vardır ve organik girdilerin kendi saflaştırılmasının işlendiği kirlenmiş bir nehir bölümlerini tanımlamak için su ortamlarının özelliklerini belirlemede biyoindikatör olarak çok yararlıdır.

Çalışmamızda öncelikle, Bursa İli sınırları içinde kalan Mustafa Kemal Paşa çayı ve Kütahya İli sınırlarında kalan Emet ve Orhaneli çayları için bentik omurgasız faunasının her istasyon için ayrı ayrı belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu canlıların fiziko-kimyasal değerler ile olan korelasyonları belirlenip bu çalışmaya uygun olan BMWP (Spain V.) ve Shannon-Wiener biyotik indeksleri ve EPT Takson %'si kullanılarak su kalitesi hakkında yorumlar yapılmaya çalışılmıştır.

Ayrıca, bu çalışmadaki fiziko-kimyasal verilerin referans aralıkları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2012 de yayınladığı 2016 da revize ettiği Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nden alınmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Araştırma Alanı

Bu çalışma, Bursa şehrinde yer alan Mustafa Kemal Paşa çayı üzerinde yapılmıştır. Mustafa Kemal Paşa Çayı coğrafi konumu 39°56' Kuzey, 28°32' Doğu ile 40°08' Kuzey 28°32' Doğu koordinatları arasında bulunur. Uzunluğu 155 km'dir. Mustafa Kemal Paşa çayının iki büyük kolu olan Orhaneli ve Emet çayları Uluabat gölünü besleyen ana su kaynaklarıdır. Bu akarsular tarımsal su kaynakları olarak kullanılmaktadır. Orhaneli ve Emet çaylarının Camander mah. yakınında birleşmesinden oluşan Kocadere mah., Döllük mah. ve Mustafa Kemal Paşa arasındaki vadi ovasını drene ederek Mustafa Kemal Paşa ilçe merkezinden geçer. Daha sonra kuzeydoğuya yönelerek Karaoğlan köyünün kuzeyinde Uluabat gölüne karışan çayın toplam uzunluğu yaklaşık olarak 43 km'dir. Mustafa Kemal Paşa çayının başında bulunan Döllük akım rasat istasyonunun yağış alanı 9624 km<sup>2</sup>, yıllık ortalama akım ise 2190x10 m<sup>3</sup>'tür. Döllük mah., Güllü mah. ve Mustafa Kemal Paşa ovasının güney bölgesini drene eden çayın en düşük debisi 8 m<sup>3</sup>/sn olmakla beraber aylık ortalama debisi 12 m<sup>3</sup>/sn'nin altına inmez.

### 2.2 Çalışma Alanlarının Belirlenmesi ve Tanıtımı

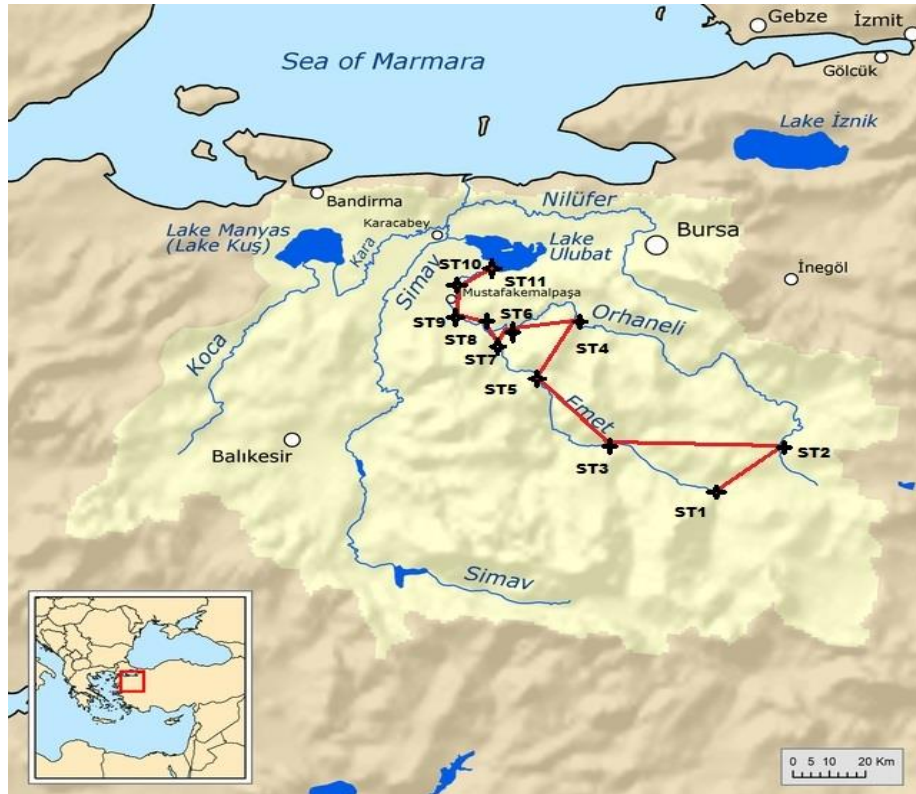
Bursa İli sınırlarında, Mustafa Kemal Paşa çayında yapılan çalışmada toplam 11 örnekleme istasyonu belirlenmiştir (Şekil 2.1). Fakat yoğun kirliliğe maruz kalması ve Mustafa Kemal Paşa çayını beslemesi sebebi ile Orhaneli ve Emet çayları çalışma alanına eklenmiştir.

11 örnekleme istasyonundan Mustafa Kemal Paşa çayı üzerinde bulunan 4 tanesi, rakım sıralamasına göre en yüksekten en alçağa doğru sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre, MKP1 mevki, Hamidiye Merkez mah. mevki, MKP2 mevki ve Karaoğlan mah. mevki, Mustafa Kemal Paşa Çayı üzerindeki sıralamadır. Diğer 7 istasyondan 4 tanesi, Değirmen Köyü mevki, Hamam mah. mevki, Küçükakçaalan

mah. mevkii ve Camander mah. mevkii, Emet çayı üzerinde bulunmaktadır. Esatlar Köyü mevkii, Yağcık mah. mevkii ve Kestelek mah. mevkii ise Orhaneli çayı üzerinde bulunmaktadır. Orhaneli çayı ve Emet çayı, Kestelek mah. mevkii ile Camander mah. mevkii birleşerek Mustafa Kemal Paşa çayını oluşturmaktadır.

İstasyonlar belirlenirken biyolojik ve fiziko-kimyasal verileri doğru olarak belirlememizi sağlayacak lokaliteler seçilmiştir. Örneklemeye istasyonlarımızın kesin lokaliteleri daha sonraki çalışmalara da kaynak sağlamak amacı ile Global Konumlandırma Sistemi (GPS) ile noktasal olarak belirlenmiştir. Bu konuda Google haritalar kullanılmış ve kaydedilmiştir.

Seçilen lokaliteler Kuzey Ege havzasının coğrafi konumu gereği Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve İç Batı Anadolu arasında bir geçiş özelliği sergiler ve karasal iklim özellikleri göstermektedir. Yağışlar daha çok kış aylarında bazen kar bazen yağmur olarak görülmektedir. Bütün bir yıl su akışı çok değişiklik göstermeden kesintisiz olarak devam eder.



**Şekil 2.1:** Bursa İli sınırları içerisinde yer alan Mustafa Kemal Paşa Çayı üzerinde belirlenen 11 tane örnekleme alanı. (1.İst.: Değirmenköy EMET Kaynak, 2.İst.: Esatlar köyü ORHANELİ Kaynak, 3.İst.:Hamam mah., 4.İst.:Yağcık mah., 5.İst.: Küçükakçaalan mah., 6.İst.: Kestelek mah., 7.İst.:Camander mah., 8.İst.:MKP1, 9.İst.:Hamidiye mah., 10.İst.:MKP2, 11.İst.: Karaoğlan mah..)

### 2.2.1 Değirmen Köy Mevkii (Emet Çayı Kaynak)

Bu istasyon 39°07' N 29°20' E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 996 m'dir. Gediz-Hisarcık Karayolunun 23. kilometresinden batıya ayrılan 2 kilometrelik bir yolla ulaşılan Gediz'e bağlı bir köydür. Köy Şaphane Dağı'nın su zengini kuzeydoğu eteklerinde bulunmaktadır.

Köyün hemen doğusundan akan Seyrek Deresi, Batıdan gelen Yaran ve Bakıroluk dereleri ile birleştikten sonra, daha kuzeyde Emet çayına karışır.

Bu kaynak köyün 500 metre kadar uzaklığındaki bir kayalıktan akmaktadır. Burası, Gediz coğrafyasının Ilıca ve Murat dağından sonraki üçüncü termal alanıdır. Suyun sıcaklığı diğer istasyonlara nazaran daha yüksektir.

İstasyonun bulunduğu yerde kaynak suyunun kullanılması için yapılmış bir kapalı havuz bulunmaktadır. Burada köylüler suyu; çamaşır yıkamak, halı yıkamak gibi işler için kullanmaktadır. Bu istasyon Emet çayının kaynağı olması açısından seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Değirmen Köy İstasyonu

### 2.2.2 Esatlar Köyü Mevkii (Orhaneli Çayı Kaynak)

Bu istasyon, 39°19' N 29°37' E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 932 m'dir. Akarsuyun kenarında alabalık tesisleri ve bir su fabrikası bulunmaktadır. Alabalık tesislerinde kullanılan Gammaridae familyasına ait canlı yemlerden dolayı burada yoğun miktarda bu familyaya ait canlı bulunmaktadır. Bu istasyon Orhaneli çayının kaynağı olması sebebi ile seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Esatlar Köyü İstasyonu

### 2.2.3 Hamam mah. Mevkii (Emet çayı üzerinde 2. İst.)

Bu istasyon 39°20'N 29°13'E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 693 m'dir. Akarsu zemininde siyah bir kum örtüsü bulunmaktadır. Mevkiye ait resimler Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'de gösterilmiştir.

İstasyondan ve Emet ilçesinden önce Emet Etibor, ETİ Maden fabrikası bulunmaktadır. Bu istasyon Emet çayındaki İlçe merkezinden kaynaklanan ve bor madeni fabrikasından kaynaklanan kirliliği ölçmek amacı ile seçilmiştir.



Şekil 2.4: Hamam mah. İstasyonu

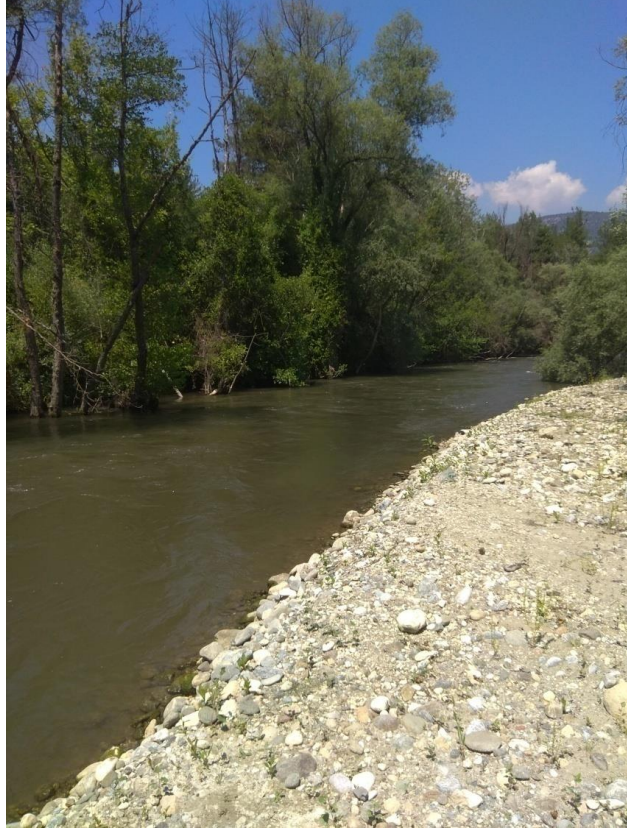


Şekil 2.5: Hamam mah. İstasyonu

#### 2.2.4 Yağcık Mah. (Orhaneli Çayı Üzerindeki 2. İst.)

Bu istasyon, 39°53' N 29°05' E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 418 m'dir. Akarsu yatağı zemini genel olarak taşlık, çakıllık ve çamurludur. Bu istasyon Tavşanlı ve Tunçbilek ilçe merkezlerinden kaynaklanan kirliliğin tespit edilebilmesi açısından seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.6'da gösterilmiştir.





**Şekil 2.6:** Yağcık Mah. İstasyonu

### **2.2.5 Küçükakçaalan Mah. Mevkii (Emet Çayı Üzerinde 3. İst.)**

Balıkesir Dursunbey ilçesinde bulunan bu istasyon  $39^{\circ}36'$  N  $28^{\circ}50'$  E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 327 m'dir. Zemin kumluk, taşlık ve çakıllıktır. Bu istasyon Emet ilçesi ve Dursunbey ilçesi arasında kalan tarım arazilerinin ve sanayi işletmelerine ait kirliliğin tespit edilebilmesi açısından seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.7:** Küçükakçaalan Mah. İstasyonu

### **2.2.6 Kestelek Mah. Mevkii (Orhaneli Çayı Üzerinde 3. İst.)**

39°57' N 28°34' E koordinatları üzerinde yer alan bu istasyon Orhaneli çayı için son istasyondur. Rakım 61 m'dir. Zemin oldukça taşlık ve çakıllıdır. İstasyon bölgesi, suyun sığ olmasından dolayı bölge halkı tarafından piknik bölgesi olarak kullanılmaktadır ve zaman zaman da halı vb. eşyaların yıkanması amaçlı kullanılmaktadır. Bu istasyon Orhaneli çayının Mustafa Kemal Paşa çayına olan son birleşme noktası olması açısından ve bölgedeki Kestelek bor madeni işletmelerinin

oluşturduğu kirliliğin tespit edilmesi seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Kestelek Mah. İstasyonu

### 2.2.7 Camander Mah. Mevkii (Emet Çayı Üzerinde 4. İst.)

Bu istasyon  $39^{\circ}54'$  N  $28^{\circ}33'$  E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 55 m'dir. Akarsu zemini oldukça çamurlu ve çakıllıdır. Bu istasyon Emet çayının Mustafa Kemal Paşa çayına olan son birleşme noktası olması açısından ve bölgedeki yoğun insan yerleşimlerinin oluşturduğu kirliliğe ait verilerinin tespiti açısından seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



Şekil 2.9: Camander Köyü İstasyonu

### 2.2.8 MKP1 İstasyonu (MKP Çayı Üzerinde 1. İst.)

Bu istasyon 39°57' N 28°30' E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 52 m'dir. Akarsu zemini çamurlu ve taşlıktır. Bu istasyon, Mustafa Kemal Paşa çayındaki ilk istasyondur. Bu istasyon, Kestelek mah. istasyonu ve MKP1 istasyonu arasında kalan kum ve çakıl ocaklarının bölgedeki etkilerinin tespit edilebilmesi açısından seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10: MKP1 İstasyonu

### 2.2.9 Hamidiye Mah. Mevkii (MKP Çayı Üzerinde 2. İst.)

Bu istasyon 39°59' N 28°25' E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 30 m'dir. Bu istasyon Mustafa Kemal Paşa ilçe merkezinden önce bulunmaktadır. Bu istasyon, bölgede bulunan yoğun insan yerleşimleri ve Mustafa Kemal Paşa ilçe merkezinden kaynaklı kirliliğin tespit edilmesi amaçlı seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.11'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.11:** Hamidiye Merkez Mah. İstasyonu.

### **2.2.10 MKP2 Mevkii (MKP Çayı Üzerinde 3. İst.)**

Bu istasyon  $40^{\circ}05'$  N  $28^{\circ}27'$  E koordinatları üzerinde yer almaktadır. Rakım 20 m'dir. Akarsu zemini kumlu ve çamurludur. Bu istasyon, Mustafa Kemal Paşa ilçe merkezinden sonraki istasyondur. Mustafa Kemal Paşa ilçe merkezinin ve çevresindeki tarım alanlarının insan kaynaklı kirliliğinin tespiti için seçilmiştir. Mevkiye ait resimler Şekil 2.12'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.12:** MKP2 İstasyonu.

### 2.2.11 Karaoğlan Mah. Mevkii (MKP ayı zerinde 4. İst.)

Bu istasyon 40°07' N 28°31' E koordinatları üzerinde yer alır. Rakım 9 m'dir. Mustafa Kemal Paşa ayı'nın Uluabat gölüne dökülmeden önceki son istasyonudur. Mevkiye ait resimler Şekil 2.13'de gösterilmiştir.



Şekil 2.13: Karaoğlan Mah. İstasyonu

## 2.3 Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Verilerin Toplanması

Biyolojik ve fiziko-kimyasal veriler, Kuzey Ege havzası sınırları içerisinde yer alan Mustafa Kemal Paşa ayı zerinde, Orhaneli ve Emet ayları üzerlerinde belirlenen istasyonlardan Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında 3 arazi yapılmış ve örnekler toplanmıŐtir. Elde edilen veriler, su kalitesini belirlemek için, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (30.11.2012-Resmi Gazete Sayısı: 28483)'ne göre değerlendirilmiştir.

### 2.3.1 Su Örneklerinin Alınması

Akarsu boyunca belirlenen her istasyondan, polietilen su alma kaplarına inorganik madde analizleri için 0,5'er litre su numunesi alınmıştır. Su örneklerinin akarsu özelliklerini en iyi şekilde gösterecek noktalardan alınmasına dikkat edilmiştir. Alınan su örnekleri en kısa sürede soğuk saklama dolabında laboratuvar ortamına getirilmiştir.

### 2.3.2 Su Örneklerinde İnorganik Madde Analizleri

İstasyonlardan sezonluk olarak alınan su örneklerinde Nitrat Azotu ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrite Azotu ( $\text{NO}_2^-$ ), Orto Fosfat Fosforu ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), Demir ( $\text{Fe}^{+2}$ ), Amonyum Azotu ( $\text{NH}_4^+$ ), Klor ( $\text{Cl}^-$ ), Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ ) maddelerinin tayini Filterphotometer DR2800 (Hach-LANGE GmbH&G) ile fotometrik olarak laboratuvar ortamında örneklerin alındığı gün tayin edilmiştir. Elde edilen veriler, su kalitesini belirlemek için, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (30.11.2012-Resmi Gazete Sayısı:28483)'ne göre değerlendirilmiştir.

### 2.3.3 Su Örneklerinde Fiziko-Kimyasal Analizler

Belirlenen her istasyondan sezonluk olarak su sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH değeri, oksijen indirgeme potansiyeli (mV) değeri, elektrik iletkenliği ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ), çözülmüş oksijen ( $\text{dO}_2$  mg/l), oksijen doygunluğu ( $\text{sO}_2$  %) ve toplam çözülmüş katı madde (TDS mg/l), tuzluluk (‰) değerleri arazi sırasında ölçülmüştür. Fiziko-kimyasal analizler için kullanılan cihazlar Tablo 2.1'de verilmiştir.

**Tablo 2.1:** Su örneklerinde fiziksel analizler için kullanılan cihazlar

| Cihazın Özelliği              | Cihazın Marka ve Modeli                 |
|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Sıcaklık                      | WTW® pH 330i, WTW® Cond 330i, YSI® 550A |
| pH                            | YSI® Ecosense pH 100A                   |
| $\text{dO}_2/\text{sO}_2$     | YSI® 550A                               |
| TÇKM                          | Cond WTW® 330i                          |
| Tuzluluk                      | Cond WTW® 330i                          |
| İletkenlik                    | Cond WTW® 330i                          |
| Oksijen İndirgeme Potansiyeli | pH WTW 330i                             |

## 2.4 İnorganik Madde ve Fiziko-Kimyasal Su Kalitesi Tayin Yöntemleri

### 2.4.1 Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne Göre Su Kalitesi Değerlendirilmesi

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne göre, kıta içi su kaynakları fiziko-kimyasal veriler kullanılarak dört kalite basamağında belirlenmektedir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012) kalite kriterleri ve sınıfları Tablo 2.2'de gösterilmektedir.

**Tablo 2.2:** Yerüstü su kaynaklarının Fiziko-kimyasal ve kimyasal verilere göre su kalite sınıfları

| Su Kalite Parametreleri                                                   | Su Kalite Sınıfları                                                            |                                                         |                                                           |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                                           | I (çok iyi)                                                                    | II (iyi)                                                | III (orta)                                                | IV (zayıf)                                                      |
| pH                                                                        | 6,5-8                                                                          | 6-8,5                                                   | 6-9                                                       | 6< - >9                                                         |
| İletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )                                    | < 400                                                                          | 1000                                                    | 3000                                                      | > 3000                                                          |
| Yağ ve Gres ( $\text{mg}/\text{L}$ )                                      | < 0,2                                                                          | 0,3                                                     | 0,5                                                       | > 0,5                                                           |
| Çözülmüş oksijen ( $\text{mg}/\text{L}$ )                                 | > 8                                                                            | 6                                                       | 3                                                         | < 3                                                             |
| Kimyasal oksijen ihtiyacı ( $\text{KOİ}$ ) ( $\text{mg}/\text{L}$ )       | < 25                                                                           | 50                                                      | 70                                                        | > 70                                                            |
| Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ( $\text{BOİ}_5$ ) ( $\text{mg}/\text{L}$ ) | < 4                                                                            | 8                                                       | 20                                                        | > 20                                                            |
| Amonyum azotu ( $\text{mg NH}_4\text{-N}/\text{L}$ )                      | < 0,2                                                                          | 1                                                       | 2                                                         | > 2                                                             |
| Nitrat azotu ( $\text{mg NO}_3\text{-N}/\text{L}$ )                       | < 3                                                                            | 10                                                      | 20                                                        | > 20                                                            |
| Toplam kjeldahl-azotu ( $\text{mg N}/\text{L}$ )                          | < 0,5                                                                          | 1,5                                                     | 5                                                         | > 5                                                             |
| Toplam azot ( $\text{mg N}/\text{L}$ )                                    | < 3,5                                                                          | 11,5                                                    | 25                                                        | > 25                                                            |
| Orto fosfat fosforu ( $\text{mg o-PO}_4\text{-P}/\text{L}$ )              | < 0,05                                                                         | 0,16                                                    | 0,65                                                      | > 0,65                                                          |
| Toplam fosfor ( $\text{mg P}/\text{L}$ )                                  | < 0,08                                                                         | 0,2                                                     | 0,8                                                       | > 0,8                                                           |
| Florür ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )                                         | $\leq 1000$                                                                    | 1500                                                    | 2000                                                      | > 2000                                                          |
| Mangan ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )                                         | $\leq 100$                                                                     | 500                                                     | 3000                                                      | > 3000                                                          |
| Selenyum ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )                                       | $\leq 10$                                                                      | 15                                                      | 20                                                        | > 20                                                            |
| Sülfür ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )                                         | $\leq 2$                                                                       | 5                                                       | 10                                                        | > 10                                                            |
| Renk (m-1)                                                                | RES 436 nm: $\leq 1,5$<br>RES 525 nm: $\leq 1,2$<br><br>RES 620 nm: $\leq 0,8$ | RES 436 nm: 3<br>RES 525 nm: 2,4<br><br>RES 620 nm: 1,7 | RES 436 nm: 4,3<br>RES 525 nm: 3,7<br><br>RES 620 nm: 2,5 | RES 436 nm: > 4,3<br>RES 525 nm: > 3,7<br><br>RES 620 nm: > 2,5 |



Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

**I. Sınıf** -Yüksek kaliteli su (I. sınıf su kalitesinde olması “Çok İyi” su durumunu ifade etmektedir.);

1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,

2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,

3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,

4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su, olarak ifade edilebilir.

**II. Sınıf** -Az kirlenmiş su (II. sınıf su kalitesinde olması “İyi” su durumunu ifade etmektedir.);

1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,

2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,

3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,

4) Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu, olarak ifade edilebilir.

**III. Sınıf** -Kirlenmiş su (III. sınıf su kalitesinde olması “Orta” su durumunu ifade etmektedir.);

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

**IV. Sınıf** -Çok kirlenmiş su (IV. sınıf su kalitesinde olması “Zayıf” su durumunu ifade etmektedir.)

Kimyasal verilerin değerlendirilmesinde, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde belirtilen belirli kirleticiler ve çevresel kalite standartlarına ait yıllık olarak ölçülen ortalama demir miktarının referansının en yüksek 36 ( $\mu\text{g/L}$ ) olması gerektiği belirtilmiştir. Demir kirleticisi değerlendirilirken bu verilerden yararlanılmıştır.

## 2.5 Bentik Omurgasızların Toplanması ve Teşhisi

Kuzey Ege havzası sınırları içerisinde yer alan Mustafa Kemal Paşa çayı, Emet ve Orhaneli çayları üzerinde belirlenen istasyonlardan Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında her sezon düzenli olarak BO örnekleri alınmıştır. BO örneklerimizin toplanmasında akarsu yatağının kıyı kesimlerinden taşların altından ve bitkilerin arasından elle toplama ve yine kıyı ve orta kesimlerden dip net tarama ve sediment eleme yöntemleri kullanılarak hayvanlar toplanmıştır.

Bitkiler arasından gözle kolayca görülebilen canlılar arazi ortamında toplanmış ve gözden kaçabilecek canlıların da toplanabilmesi için bitki ve çamur örnekleri saklama kaplarında incelenmek üzere laboratuvar ortamına getirilmiştir. Dip net tarama, 500 $\mu\text{m}$  göz açıklığına sahip dip kepçesi ile kıyı ve orta kesimlerin akıntıya ters yönde taranması şeklinde yapılmıştır. El kepçesi ve ince uçlu penset yardımı ile rodajlı kapaklı tüplere de örnekler alınmıştır. Dip kepçesi kullanılırken arazideki çakıl taşlık alan, ince çakıllı alan, kumlu çamurlu alan, iri organik parçacıkların bulunduğu alan ve su bitkilerinin bulunduğu alanlar göz ile tespit edilip oranlanmıştır. Bu oranlara göre dip kepçesi ve el kepçesi kullanılmıştır. Örneğin; 100 m<sup>2</sup> lik arazi alanında bu arazinin m<sup>2</sup> olarak en çok yer kaplayan mikrohabitatı kumlu çamurlu alan olsun. 20 kere dip kepçesi ya da el kepçesi kullanılacak ise, bu arazinin m<sup>2</sup> olarak en çok olan kısmı kumlu çamurlu alan kısmına daha çok dip kepçesi ile örnekleme çalışması yapılmıştır. Bu homojenite her arazi için kullanılmaya çalışılmıştır.

Arazide toplanan örnekler %70'lik alkole alınarak en az 0,5 litrelik saklama kaplarında laboratuvar ortamında incelenene kadar muhafaza edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler Stereo mikroskop (Olympus SZ51) kullanarak en fazla familya seviyesine kadar tespit edilmeye çalışılmıştır. BO'ların tayinleri takımlara veya

familyalara ait çeşitli tayin anahtarlarından faydalanılarak yapılmıştır. Tespit edilen familyaların sayıları ve sistematik bilgileri kayıt defterine ve bilgisayar ortamında veri tabanına kaydedilmiştir. Daha sonra teşhisi yapılan türler etiketlenerek %70'lik alkol içeren saklama kaplarına veya falkon tüplere alınarak ileride inceleme ve kullanma amaçlı muhafaza edilmiştir.

Kuzey Ege havzası sınırları içerisinde yer alan Mustafa Kemal Paşa çayı, Orhaneli ve Emet çayları üzerinde belirlenen istasyonlardan toplanan bentik omurgasız örneklerinin teşhisinde; Ephemeroptera takımına ait türlerin teşhisinde özellikle (Elliott ve diğ. 2010), Trichoptera türlerinin teşhisinde özellikle (Edington ve diğ. 1981), Odonata takımına ait türlerin teşhisinde özellikle (Norling ve diğ. 1997), diğer takımlara ait türlerin teşhisinde (Bouchard 2004) ve (Tachet 2003) kaynakları tüm sucul fauna öğelerinin teşhisi için başvurulan kaynaklardır.

## 2.6 Kullanılan Biyotik İndeksler

Oldukça fazla sayıdaki biyotik indeksler arasından Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012) gereği 3 tanesi çalışmamız için uygun görülmüştür. Yönetmelikte çeşitli havzalara ait çalışmalarda hangi biyotik indekslerin kullanılacağı belirtilmektedir. Bu çalışmada, Kuzey Ege Havzası için uygun görülen Biyolojik İzleme Çalışma Partisi indeksi (Biological Monitoring Working Party, BMWP Spain V.), Shannon-Wiener indeksi ve EPT Takson %'si kullanılmıştır. Hesaplamalar yapıldıktan sonra değerler 0-1 arasında metrik değerlere dönüştürülür. Bu işlemler standardizasyon için önemlidir. Metrik değerlere göre su kalite sınıfları Tablo 2.3'de verilmiştir.

**Tablo 2.3:** Metrik değerlere göre su kalite sınıfları

| Metrik değerler | Su Kalite Sınıfları |
|-----------------|---------------------|
| 0,99 ve üzeri   | YÜKSEK              |
| 0,95 – 0,98     | İYİ                 |
| 0,57 – 0,94     | ORTA                |
| 0,53 – 0,56     | ZAYIF               |
| 0,52 ve aşağısı | KÖTÜ                |

### **3. BULGULAR**

Çalışma kapsamında Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında İlkbahar, Yaz ve Sonbahar olmak üzere 3 sezon araziye gidilmiştir. Belirlenen istasyonlardan sezonluk olarak biyolojik, fiziksel ve kimyasal veriler toplanmıştır.

#### **3.1 Teşhis Edilen Bentik Omurgasızlar**

Çalışma sonucunda elde edilen 8454 bentik omurgasızdan; İlkbahar döneminde, 2780 BO tespit edilmiş ve taksonomik olarak familya düzeyine kadar ayrılmışlardır. Son istasyon olan Karaoğlan mah. (MKP çayı)'de Corixidae familyasına ait tür sayısı 1000'in üzerinde tespit edilmiştir. Yaz döneminde, 2890 BO tespit edilmiş ve familya düzeyine kadar ayrılmışlardır. Sonbahar döneminde, 2784 BO tespit edilmiş ve familya düzeyine kadar ayrılmışlardır. Orhaneli Çayı'nın kaynağı olan Esatlar köyü istasyonunda Gammaridae familyasına ait tür sayısı 3 sezon boyunca 1000'in üzerinde tespit edilmiştir.

İlkbahar döneminde yapılan çalışmalarda, 11 takım içerisinde 29 farklı familya tespit edilmiştir. Yaz döneminde yapılan çalışmalarda, 11 takım içerisinde 31 farklı familya tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde yapılan çalışmalarda, 11 takım içerisinde 30 farklı familya tespit edilmiştir. Tüm sezonları tek bir başlık altında topladığımızda 11 Takım içerisinde 37 farklı familya tespit edilmiştir. Tüm sezonlara ait bentik omurgasızlar, Takım/Familya/İstasyon olarak listelenmiş ve Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1:** Teşhis edilen bentik omurgasızların Takım/Familya/İstasyon göre listelenmesi

| Takım         | Familya                                         | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 | St 5 | St 6 | St 7 | St 8 | St 9 | St 10 | St 11 |
|---------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Ephemeroptera | Baetidae                                        | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +     | +     |
|               | Caenidae                                        | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +     | +     |
|               | Ephemeridae                                     |      |      |      | +    |      |      |      |      |      |       |       |
|               | Isonychiidae                                    |      |      | +    |      | +    |      |      |      |      |       |       |
|               | Leptophlebiidae                                 |      |      |      | +    |      |      |      | +    |      |       |       |
|               | Heptageniidae                                   |      |      | +    | +    | +    | +    | +    | +    |      |       |       |
|               | Potamanthidae                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | +     |       |
| Plecoptera    | Perlidae/Perlodidae                             |      | +    |      | +    | +    |      |      |      |      |       |       |
| Trichoptera   | Hydropsychidae                                  | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    |       | +     |
|               | Polycentropodidae                               |      | +    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|               | Rhyacophilidae (incl. Glossosomatidae)          |      | +    |      | +    |      |      |      |      |      |       |       |
| Odonata       | Calopterygidae                                  | +    |      | +    |      | +    | +    |      |      |      | +     | +     |
|               | Coenagrionidae                                  | +    | +    | +    |      |      | +    |      |      | +    | +     | +     |
|               | Euphaeidae                                      |      |      |      | +    | +    |      |      |      |      |       |       |
|               | Gomphidae                                       | +    |      | +    | +    | +    | +    |      |      |      |       |       |
|               | Corduliidae/Libellulidae                        | +    |      | +    |      | +    |      |      |      | +    |       |       |
| Hemiptera     | Corixidae                                       |      |      |      | +    |      |      |      |      | +    | +     | +     |
|               | Gerridae                                        | +    |      | +    |      |      |      |      | +    | +    |       |       |
|               | Nepidae                                         |      | +    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Coleoptera    | Hydrophilidae (incl. Hydraenidae)               | +    | +    |      | +    | +    | +    | +    |      |      |       |       |
|               | Dytiscidae (incl. Noteridae)                    |      | +    |      |      |      |      |      |      |      | +     | +     |
|               | Elmidae                                         |      | +    |      |      | +    | +    | +    | +    | +    |       |       |
|               | Gyrinidae                                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      | +     |       |
|               | Psephenidae                                     |      | +    |      | +    | +    | +    | +    |      |      |       |       |
| Amphipoda     | Gammaridae (incl. Crangonyctidae & Niphargidae) |      | +    |      | +    | +    |      |      |      |      |       | +     |
| Mollusca      | Physidae                                        |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    | +    | +     | +     |
|               | Planorbidae                                     |      | +    | +    | +    |      | +    |      |      |      | +     |       |
|               | Unionidae                                       |      | +    | +    |      |      |      |      |      | +    |       |       |
|               | Amnicolidae                                     |      |      | +    |      |      |      | +    |      |      | +     | +     |
| Diptera       | Chironomidae                                    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +     | +     |
|               | Ephydriidae                                     |      |      |      |      | +    |      |      |      |      |       |       |
|               | Simuliidae                                      | +    | +    | +    | +    | +    | +    |      | +    |      |       |       |
|               | Tabanidae                                       |      | +    | +    | +    | +    | +    |      |      |      |       |       |
|               | Tipulidae                                       |      |      |      | +    |      | +    | +    |      |      | +     |       |

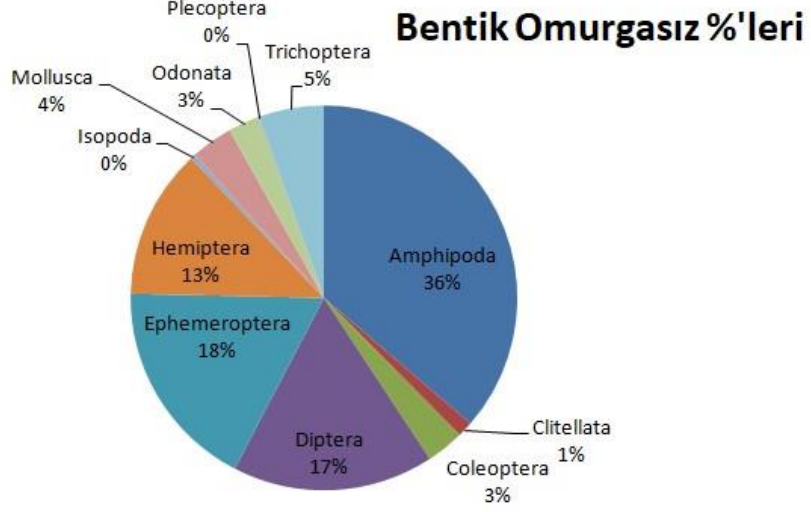
Tablo 3.1'in devamı

| Takım      | Familya              | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 | St 5 | St 6 | St 7 | St 8 | St 9 | St 10 | St 11 |
|------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Isopoda    | Asellidae            |      |      |      | +    |      |      |      |      |      | +     | +     |
| Clitellata | Hirudinea            |      | +    | +    |      |      |      | +    |      |      | +     |       |
|            | Naididae/Tubificidae | +    | +    | +    | +    |      | +    |      | +    | +    | +     | +     |

### 3.1.1 Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarında Tespit Edilen Bentik Omurgasızların %'lik Oranları

Arazi çalışmalarında tespit edilen bentik omurgasızların yüzdelik oranları Şekil 3.1'de verilmiştir.

Arazi çalışmaları süresince, belirlenen örnekleme noktalarından alınan bentik omurgasızların arasında en fazla %36 ile Amphipoda takımındaki, Gammaridae familyasına ait üyeler, ikinci olarak %18 ile Ephemeroptera takımına ait üyeler, üçüncü olarak %17 ile Diptera takımına ait üyeler, dördüncü olarak Hemiptera takımına ait üyeler bulunmaktadır. Mollusca şubesine ait takımların, sayısal bakımdan yüzdelik oranları düşük olmasından dolayı tek bir başlık altında değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1: Tespit edilen bentik omurgasızların yüzdeleri oranları

## 3.2 Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

### 3.2.1 Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarında Belirlenen Örnekleme Noktalarına Ait Su Örneklerinin İnorganik Madde Analiz Sonuçları

Kuzey Ege (Susurluk) Havzası içerisinde bulunan Mustafa Kemal Paşa çayı ve kaynakları olan Orhaneli ve Emet çayları üzerinde belirlenen noktalardan Mayıs 2019 – Kasım 2019 Tarihleri arasında sezonluk olarak alınan su örneklerinde ölçülen inorganik madde konsantrasyonları (mg/L) sezonluk ortalamaları Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'de verilmiştir. Su kalite sınıfları renklendirilmiş olup; I sınıf (yüksek) su kalitesinde olan grup mavi, II sınıf (iyi) su kalitesinde olan grup yeşil, III sınıf (orta) su kalitesinde olan grup sarı ve IV sınıf (zayıf) su kalitesinde olan turuncu olarak renklendirilmiştir.

Demir için sınıflandırma İyi ve Kötü Olarak belirtilmiş olup İyi durumda olan değerler yeşil renkte, kötü durumda olan değerler kırmızı renkte verilmiştir.

Magnezyum ve Kalsiyum parametreleri, bu maddelere bağlı kirlilik faktörlerinin değerlendirilmesi amaçlı çalışılmıştır. Sezonların ortalama değerleri Tablo 3.3’de verilmiştir.

Sonuçlar, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004)’ne (bkz: Ekler 6.1) göre de değerlendirildiğinde; İlkbahar, Yaz ve Sonbahar sezonlarına ait değerlerin, ortalama değerleri alınmıştır. Su kalite sınıfları renklendirilmiş olup; I sınıf (yüksek) su kalitesinde olan grup mavi, II sınıf (iyi) su kalitesinde olan grup yeşil, III sınıf (orta) su kalitesinde olan grup sarı ve IV sınıf (zayıf) su kalitesinde olan turuncu olarak renklendirilmiştir. Su kalite sınıflarının kullanım alanları ve kalite isimlendirmeleri yeni yönetmelik ile değişmemiştir.



**Tablo 3.2:** Su örneklerinde ölçülen inorganik madde konsantrasyonlarının sezonlara göre değerleri (mg/l)\*

| Lokasyonlar               | Sezon/Ort.      | Amonyum Azotu NH <sub>4</sub> (mg/L) | Nitrat Azotu NO <sub>3</sub> (mg/L) | O. Fosfat Fosforu PO <sub>4</sub> (mg/L) | Demir Fe <sup>+2</sup> (µg/L) |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Değirmenköy ST.1</b>   | İlkbahar        | 0,07                                 | 0,9                                 | 3,10                                     | 10,0                          |
|                           | Yaz             | 0,05                                 | 0,8                                 | 2,01                                     | 10,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,04                                 | 0,5                                 | 0,30                                     | 10,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,05</b>                          | <b>0,7</b>                          | <b>1,80</b>                              | <b>10,0</b>                   |
| <b>Esatlar ST.2</b>       | İlkbahar        | 0,05                                 | 0,5                                 | 0,02                                     | 30,0                          |
|                           | Yaz             | 0,07                                 | 0,7                                 | 0,29                                     | 40,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,04                                 | 1,3                                 | 0,45                                     | 20,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,05</b>                          | <b>0,8</b>                          | <b>0,25</b>                              | <b>30,0</b>                   |
| <b>Hamam ST.3</b>         | İlkbahar        | 0,05                                 | 0,9                                 | 1,40                                     | 10,0                          |
|                           | Yaz             | 0,05                                 | 1,2                                 | 2,09                                     | 0,0                           |
|                           | Sonbahar        | 0,21                                 | 0,9                                 | 0,56                                     | 30,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,10</b>                          | <b>1,0</b>                          | <b>1,35</b>                              | <b>13,3</b>                   |
| <b>Yağcık ST.4</b>        | İlkbahar        | 0,15                                 | 0,7                                 | 0,45                                     | 40,0                          |
|                           | Yaz             | 0,12                                 | 0,8                                 | 0,52                                     | 40,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,20                                 | 1,9                                 | 0,66                                     | 110,0                         |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,16</b>                          | <b>1,1</b>                          | <b>0,54</b>                              | <b>63,3</b>                   |
| <b>Küçükakçaalan ST.5</b> | İlkbahar        | 0,14                                 | 0,6                                 | 0,32                                     | 20,0                          |
|                           | Yaz             | 0,10                                 | 0,8                                 | 0,40                                     | 20,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,03                                 | 1,1                                 | 1,45                                     | 50,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,09</b>                          | <b>0,8</b>                          | <b>0,72</b>                              | <b>30,0</b>                   |
| <b>Kestelek ST.6</b>      | İlkbahar        | 0,09                                 | 1,0                                 | 0,52                                     | 20,0                          |
|                           | Yaz             | 0,08                                 | 1,1                                 | 0,36                                     | 30,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,07                                 | 1,1                                 | 0,10                                     | 50,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,08</b>                          | <b>1,1</b>                          | <b>0,33</b>                              | <b>33,3</b>                   |
| <b>Camander ST.7</b>      | İlkbahar        | 0,03                                 | 1,3                                 | 1,7                                      | 30,0                          |
|                           | Yaz             | 0,04                                 | 1,1                                 | 5,42                                     | 20,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,05                                 | 1,0                                 | 3,98                                     | 20,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,04</b>                          | <b>1,1</b>                          | <b>3,70</b>                              | <b>23,3</b>                   |
| <b>MKP1 ST.8</b>          | İlkbahar        | 0,10                                 | 1,0                                 | 0,24                                     | 20,0                          |
|                           | Yaz             | 0,12                                 | 0,8                                 | 0,25                                     | 30,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,06                                 | 0,7                                 | 0,18                                     | 30,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,09</b>                          | <b>0,8</b>                          | <b>0,22</b>                              | <b>26,67</b>                  |
| <b>Hamidiye ST.9</b>      | İlkbahar        | 0,04                                 | 0,9                                 | 0,61                                     | 20,0                          |
|                           | Yaz             | 0,05                                 | 0,6                                 | 0,53                                     | 10,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,10                                 | 1,0                                 | 0,28                                     | 30,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,06</b>                          | <b>0,8</b>                          | <b>0,47</b>                              | <b>20,0</b>                   |
| <b>MKP2 ST.10</b>         | İlkbahar        | 0,17                                 | 0,5                                 | 0,81                                     | 10,0                          |
|                           | Yaz             | 0,21                                 | 0,1                                 | 0,61                                     | 10,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,49                                 | 1,3                                 | 0,64                                     | 30,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,29</b>                          | <b>0,6</b>                          | <b>0,69</b>                              | <b>16,67</b>                  |
| <b>Karaoğlan ST.11</b>    | İlkbahar        | 0,07                                 | 0,8                                 | 0,73                                     | 0,0                           |
|                           | Yaz             | 0,09                                 | 0,9                                 | 0,47                                     | 10,0                          |
|                           | Sonbahar        | 0,3                                  | 0,9                                 | 0,83                                     | 70,0                          |
|                           | <b>Ortalama</b> | <b>0,15</b>                          | <b>0,9</b>                          | <b>0,68</b>                              | <b>26,67</b>                  |

\*Sonicular Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne göre değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.3:** Su örneklerinde ölçülen diğer kimyasal parametrelerin ortalama değerleri (mg/l)\*\*

| İstasyon      | Nitrit | Klor | Magnezyum | Kalsiyum |
|---------------|--------|------|-----------|----------|
| Değirmenköy   | 0,006  | 3,7  | 1,31      | 0,57     |
| Esatlar       | 0,018  | 4,4  | 1,77      | 0,27     |
| Hamam         | 0,008  | 11,5 | 1,19      | 0,07     |
| Yağcık        | 0,006  | 14,5 | 1,82      | 0,12     |
| Küçükakçaalan | 0,028  | 14,4 | 0,24      | 0,59     |
| Kestelek      | 0,053  | 7,3  | 0,90      | 0,03     |
| Camander      | 0,025  | 9,6  | 1,38      | 0,22     |
| MKP1          | 0,029  | 7,5  | 1,14      | 0,80     |
| Hamidiye      | 0,006  | 10,2 | 1,40      | 0,34     |
| MKP2          | 0,081  | 14,5 | 0,75      | 0,43     |
| Karaoğlan     | 0,038  | 13,3 | 1,34      | 0,41     |

\*\* Sonuçlar, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)'ne (bkz: Ekler 6.1) göre değerlendirilmiştir.

### 3.2.2 Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarında Belirlenen Örnekleme Noktalarına Ait Su Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuzey Ege Havzasında bulunan Mustafa Kemal Paşa çayı ve kaynakları olan Orhaneli ve Emet çayları üzerinde belirlenen noktalardan Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında sezonluk olarak alınan su örneklerinde ölçülen fiziko-kimyasal veriler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'nde geçen referans değerlere göre değerlendirilmesi Tablo 3.4'de verilmiştir. Su kalite sınıfları renklendirilmiş olup; I sınıf (yüksek) su kalitesinde olan grup mavi, II sınıf (iyi) su kalitesinde olan grup yeşil, III sınıf (orta) su kalitesinde olan grup sarı ve IV sınıf (zayıf) su kalitesinde olan turuncu olarak renklendirilmiştir.

Sonuçlar, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)'ne (bkz: Ekler 6.1) göre değerlendirildiğinde; İlkbahar, Yaz ve Sonbahar sezonlarına ait değerlerin, ortalama değerleri alınmıştır (Şekil 3.2). Su kalite sınıfları renklendirilmiş olup; I sınıf (yüksek) su kalitesinde olan grup mavi, II sınıf (iyi) su kalitesinde olan grup yeşil, III sınıf (orta) su kalitesinde olan grup sarı ve IV sınıf (zayıf) su kalitesinde

olan turuncu olarak renklendirilmiştir. Su kalite sınıflarının kullanım alanları ve kalite isimlendirmeleri yeni yönetmelik ile değişmemiştir.

Yükseklik değerleri istasyonların oksijen değerleri açısından önemlidir. Yükseklik değerleri bu sebepten verilmiştir. İstasyon numaraları membadan mansaba doğru sıralanmıştır.

Tuzluluk ve oksijen indirgeme potansiyeli parametreleri bu değerlere bağlı kirlilik faktörlerinin değerlendirilmesi amaçlı çalışılmıştır. Sezonların ortalama değerleri Şekil 3.2’de verilmiştir.

| Lokasyon Numarası | Lokasyon      | Sıcaklık (°C) | O2 (%) | TÇKM (mg/l) | Salinity (%) | OIP    | Yükseklik metre |
|-------------------|---------------|---------------|--------|-------------|--------------|--------|-----------------|
| ST.1              | Değirmenköy   | 24,5          | 77,0   | 728,0       | 0,1          | -85,3  | 996             |
| ST.2              | Esatlar       | 16,0          | 83,8   | 521,0       | 0,0          | -105,3 | 932             |
| ST.3              | Hamam         | 18,6          | 78,4   | 878,7       | 0,2          | -98,0  | 693             |
| ST.4              | Yağcık        | 18,9          | 82,2   | 902,0       | 0,2          | -117,7 | 418             |
| ST.5              | Küçükakçaalan | 17,9          | 79,9   | 796,7       | 0,2          | -118,7 | 327             |
| ST.6              | Kestelek      | 18,8          | 99,6   | 699,7       | 0,1          | -134,7 | 61              |
| ST.7              | Camander      | 22,4          | 78,3   | 628,0       | 0,1          | -130,3 | 55              |
| ST.8              | MKP1          | 19,0          | 83,3   | 648,7       | 0,1          | -122,7 | 52              |
| ST.9              | Hamidiye      | 20,3          | 75,8   | 652,7       | 0,1          | -126,3 | 30              |
| ST.10             | MKP2          | 22,1          | 67,0   | 725,0       | 0,1          | -118,3 | 20              |
| ST.11             | Karaoğlan     | 23,9          | 79,1   | 718,0       | 0,1          | -122,3 | 9               |

Şekil 3.2: Arazi çalışmalarında ölçülen diğer fiziko-kimyasal parametrelerin ortalama değerleri\*\*

\*\* Sonuçlar, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004) 'ne (bkz: Ekler 6.1) göre değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.4:** Arazi çalışmalarında ölçülen fiziko-kimyasal verilerin sezonlara göre değerleri\*

| Lokasyonlar        | Sezon/Ort.      | pH          | İletkenlik (µS/cm) | Çözünmüş Oksijen (mg/L) |
|--------------------|-----------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Değirmenköy ST.1   | İlkbahar        | 8,26        | 642                | 6,65                    |
|                    | Yaz             | 8,19        | 772                | 5,94                    |
|                    | Sonbahar        | 8,53        | 793                | 7,11                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,33</b> | <b>736</b>         | <b>6,57</b>             |
| Esatlar ST.2       | İlkbahar        | 8,52        | 529                | 6,29                    |
|                    | Yaz             | 8,89        | 512                | 8,73                    |
|                    | Sonbahar        | 8,40        | 536                | 8,97                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,60</b> | <b>526</b>         | <b>8,00</b>             |
| Hamam ST.3         | İlkbahar        | 8,47        | 849                | 6,43                    |
|                    | Yaz             | 8,51        | 920                | 7,07                    |
|                    | Sonbahar        | 8,47        | 894                | 7,86                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,48</b> | <b>888</b>         | <b>7,12</b>             |
| Yağcık ST.4        | İlkbahar        | 8,51        | 699                | 7,13                    |
|                    | Yaz             | 8,77        | 891                | 6,26                    |
|                    | Sonbahar        | 9,32        | 880                | 8,53                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,87</b> | <b>823</b>         | <b>7,31</b>             |
| Küçükakçaalan ST.5 | İlkbahar        | 8,76        | 840                | 6,91                    |
|                    | Yaz             | 8,89        | 941                | 7,07                    |
|                    | Sonbahar        | 8,80        | 952                | 7,9                     |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,82</b> | <b>911</b>         | <b>7,29</b>             |
| Kestelek ST.6      | İlkbahar        | 9,06        | 701                | 8,57                    |
|                    | Yaz             | 9,22        | 670                | 9,31                    |
|                    | Sonbahar        | 9,04        | 732                | 8,21                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>9,11</b> | <b>701</b>         | <b>8,70</b>             |
| Camander ST.7      | İlkbahar        | 9,01        | 461                | 6,32                    |
|                    | Yaz             | 9,18        | 677                | 6,86                    |
|                    | Sonbahar        | 8,90        | 785                | 6,76                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>9,03</b> | <b>641</b>         | <b>6,65</b>             |
| MKP1 ST.8          | İlkbahar        | 8,70        | 465                | 6,27                    |
|                    | Yaz             | 9,14        | 675                | 9,88                    |
|                    | Sonbahar        | 8,91        | 812                | 6,41                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,92</b> | <b>651</b>         | <b>7,52</b>             |
| Hamidiye ST.9      | İlkbahar        | 8,63        | 476                | 5,78                    |
|                    | Yaz             | 9,02        | 676                | 8,26                    |
|                    | Sonbahar        | 8,85        | 813                | 5,68                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,83</b> | <b>655</b>         | <b>6,57</b>             |
| MKP2 ST.10         | İlkbahar        | 8,58        | 544                | 5,65                    |
|                    | Yaz             | 8,97        | 780                | 6,03                    |
|                    | Sonbahar        | 8,77        | 878                | 5,55                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,86</b> | <b>734</b>         | <b>5,74</b>             |
| Karaoğlan ST.11    | İlkbahar        | 8,60        | 579                | 6,00                    |
|                    | Yaz             | 9,06        | 754                | 8,41                    |
|                    | Sonbahar        | 8,75        | 852                | 5,10                    |
|                    | <b>Ortalama</b> | <b>8,80</b> | <b>728</b>         | <b>6,50</b>             |

\*Soruçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne göre değerlendirilmiştir.

### 3.2.3 Mustafa Kemal Paşa, Orhaneli ve Emet Çaylarından Elde Edilen Fiziksel ve Kimyasal Bulguların Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne Göre Değerlendirilmesi

Kuzey Ege Havzası sınırlar içerisinde bulunan Mustafa Kemal Paşa, Orhaneli ve Emet çayları üzerinde belirlenen istasyonlardan Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında alınan örneklerden elde edilen fiziksel ve kimyasal verilerin, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne göre hazırlanan istasyonlara göre su kalitesi sınıfları ve çevresel faktörlere göre su durumları Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilmiştir.

**Tablo 3.5:** İstasyonlara göre hazırlanan su kalitesi sınıfları

| İstasyon      | pH        | iletkenlik | dO <sub>2</sub> (mg/L) | Amonyum (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) | Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | Fosfat (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) | Sonuç     |
|---------------|-----------|------------|------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| Değirmenköy   | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | IV(zayıf)                               | IV(zayıf) |
| Esatlar       | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | III(orta)                               | III(orta) |
| Hamam         | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | IV(zayıf)                               | IV(zayıf) |
| Küçükakçaalan | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | IV(zayıf)                               | IV(zayıf) |
| Yağcık        | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | III(orta)                               | III(orta) |
| Kestelek      | IV(zayıf) | II(iyi)    | I(çok iyi)             | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | III(orta)                               | IV(zayıf) |
| Camander      | IV(zayıf) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | IV(zayıf)                               | IV(zayıf) |
| MKP1          | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | III(orta)                               | III(orta) |
| Hamidiye      | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | III(orta)                               | III(orta) |
| MKP2          | III(orta) | II(iyi)    | III(orta)              | II(iyi)                                 | I(çok iyi)                             | IV(zayıf)                               | IV(zayıf) |
| Karaoğlan     | III(orta) | II(iyi)    | II(iyi)                | I(çok iyi)                              | I(çok iyi)                             | IV(zayıf)                               | IV(zayıf) |

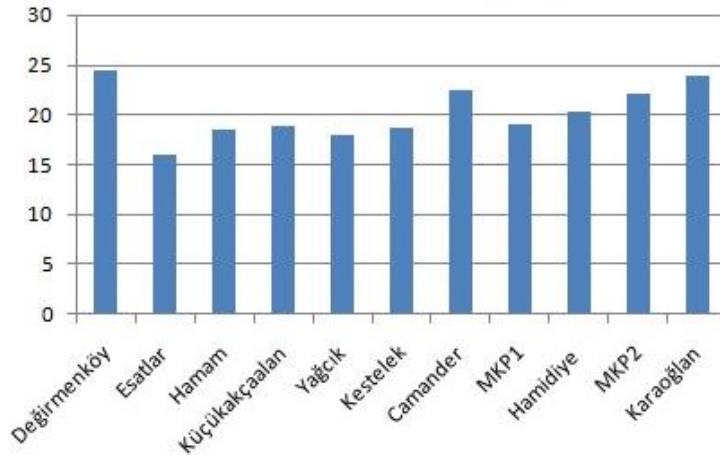
**Tablo 3.6:** İstasyonlara göre hazırlanan su kalitesi durumları

| İstasyon      | Demir (Fe <sup>+2</sup> ) |
|---------------|---------------------------|
| Değirmenköy   | İyi                       |
| Esatlar       | İyi                       |
| Hamam         | İyi                       |
| Küçükakçaalan | İyi                       |
| Yağcık        | Kötü                      |
| Kestelek      | İyi                       |
| Camander      | İyi                       |
| MKP1          | İyi                       |
| Hamidiye      | İyi                       |
| MKP2          | İyi                       |
| Karaoğlan     | İyi                       |

### 3.2.4 Su sıcaklığı (°C)

Yapılan çalışmalar sonucu, elde edilen sıcaklıklar anlık olarak ölçülmüştür. Bu sebeple günün belirli saatlerinde ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedirler. Elde edilen veriler istasyonlara göre ortalama değerleri Şekil 3.3'de verilmiştir.

Su sıcaklıkları mevsimlere göre değişiklik gösterse de genel anlamda su sıcaklığında çok fazla bir değişim görülmemiştir. Belirlenen 11 farklı örnekleme noktasında en yüksek ortalama su sıcaklığı Emet çayının kaynağı olan ve yapısı gereği ST.1'dir. Burada su sıcaklığı ortalaması 24,5 °C dir. En düşük ortalama su sıcaklığı ise Orhaneli çayının kaynağı olan ST.2'de ölçülmüştür. Burada ise su sıcaklığı 16 °C dir.

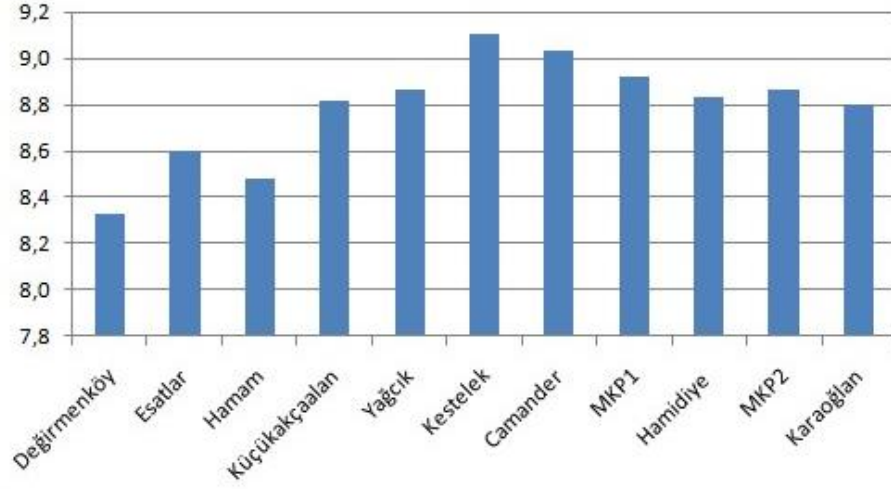


Şekil 3.3: İstasyonlara göre ortalama Sıcaklık (°C) değerleri

### 3.2.5 pH

Yapılan arazi çalışmaları sonucu, elde edilen pH ortalama değerleri Şekil 3.4'de verilmiştir.

Mustafa Kemal Paşa çayı, Orhaneli çayı ve Emet çayında belirlenen örnekleme noktalarına göre en yüksek ortalama pH değeri 9,1 olarak ST.6'da ölçülmüştür. En düşük ortalama pH değeri ise 8,3 olarak ST.1'dedir.

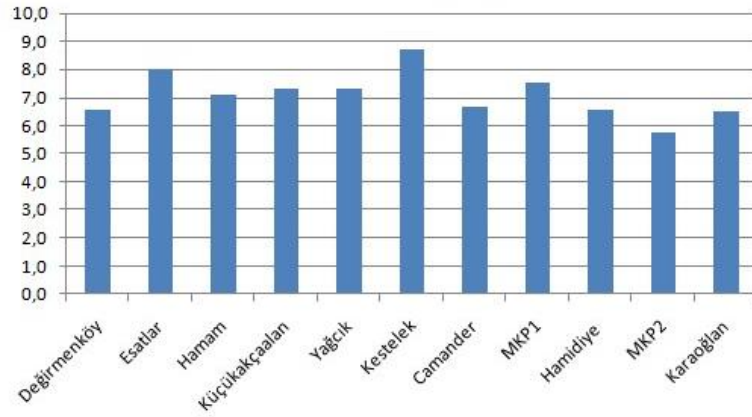


Şekil 3.4: İstasyonlara göre ortalama pH değerleri

### 3.2.6 Çözünmüş Oksijen (dO<sub>2</sub> mg/L)

Yapılan arazi çalışmaları sonucu, elde edilen çözünmüş oksijen verileri ortalama değerler olarak Şekil 3.5'de verilmiştir.

Mustafa Kemal Paşa Çayı, Orhaneli Çayı ve Emet Çayı'nda belirlenen örnekleme noktalarına göre en yüksek ortalama çözünmüş oksijen değeri ST.6'da 8,7 mg/l olarak ölçülmüştür. En düşük ortalama çözünmüş oksijen değeri ise ST.10'da 5,7 mg/l olarak ölçülmüştür.

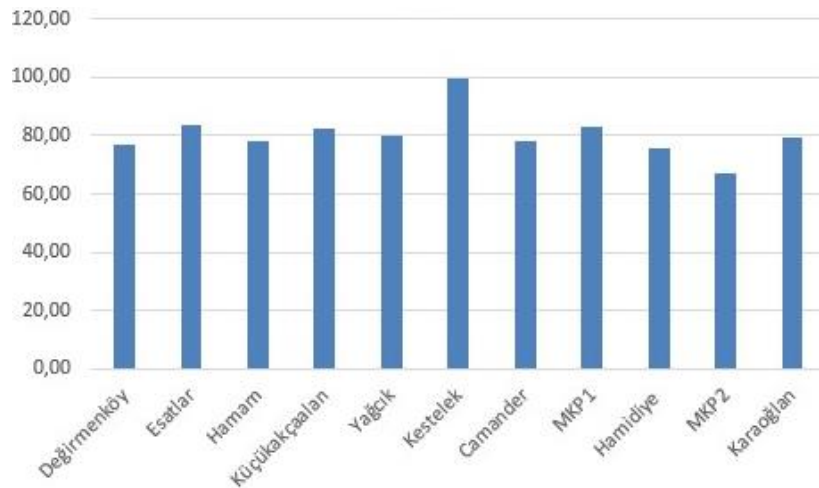


Şekil 3.5: İstasyonlara göre ortalama Çözünmüş Oksijen (dO<sub>2</sub> mg/l) değerleri

### 3.2.7 Oksijen doygunluğu (sO<sub>2</sub> %)

Yapılan arazi çalışmaları sonucu, elde edilen doymuş oksijen verileri ortalama değerler olarak Şekil 3.6'da verilmiştir.

Mustafa Kemal Paşa çayı, Orhaneli çayı ve Emet çayında belirlenen örnekleme noktalarına göre en yüksek oksijen doygunluğu değeri ST.6'da 99,6 % olarak ölçülmüştür. En düşük oksijen doygunluğu ise ST.10 istasyonunda 67 % olarak ölçülmüştür.



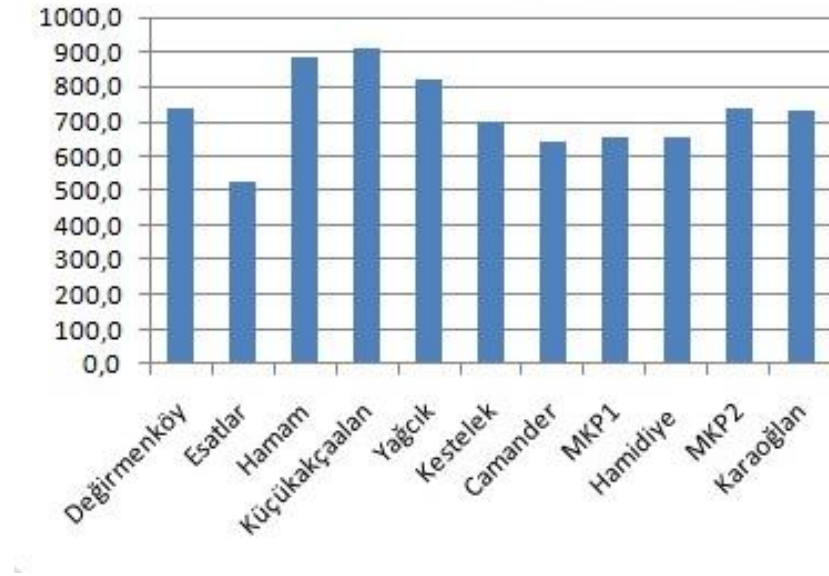
Şekil 3.6: İstasyonlara göre ortalama Oksijen Doygunluğu (sO<sub>2</sub> %) değerleri



### 3.2.8 Elektrik İletkenliği ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ )

Arazi çalışmalarında elde edilen elektrik iletkenliği verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.7’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama elektrik iletkenliği  $911 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  olarak ST.5’de ölçülmüştür. En düşük ortalama elektrik iletkenliği ise  $525,7 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  olarak ST.2’de ölçülmüştür.

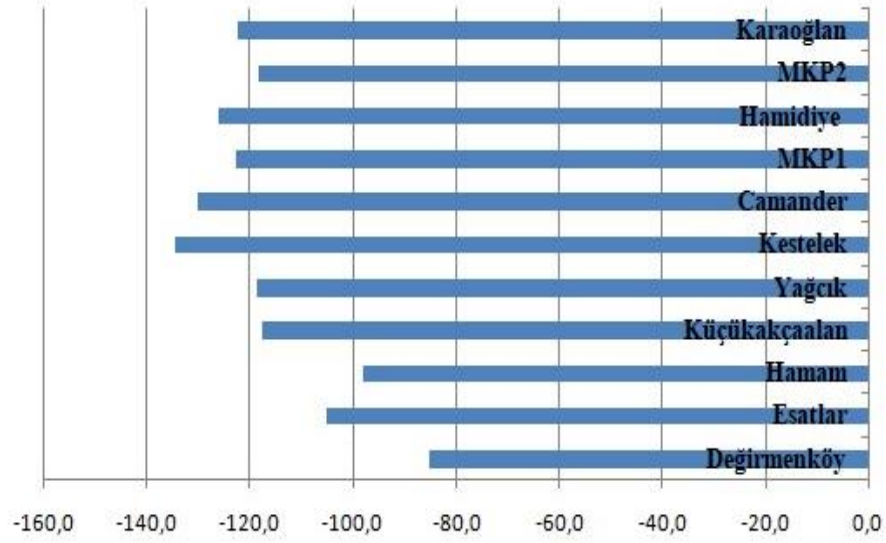


Şekil 3.7: İstasyonlara göre ortalama Elektrik İletkenliği ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ) değerleri

### 3.2.9 Oksijen İndirgeme Potansiyeli (mV)

Arazi çalışmalarında elde edilen oksijen indirgeme potansiyeli verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.8’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama oksijen indirgeme potansiyel değeri  $-85,3 \text{ mV}$  olarak ST.1’de ölçülmüştür. En düşük ortalama oksijen indirgeme potansiyel değeri ise  $-134,7 \text{ mV}$  olarak ST.6’da ölçülmüştür.

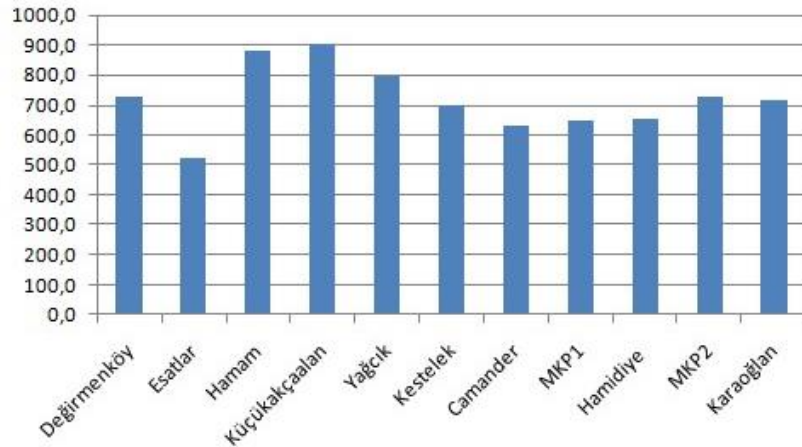


Şekil 3.8: İstasyonlara göre ortalama Oksijen İndirgeme Potansiyeli (mV) değerleri

### 3.2.10 Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L)

Arazi çalışmalarında elde edilen toplam çözünmüş madde verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.9’da verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değgerlere göre, en yüksek ortalama toplam çözünmüş madde değerleri 902 mg/l olarak ST.5’de ölçülmüştür. En düşük ortalama toplam çözünmüş madde değerleri ise 521 mg/l olarak ST.2’de ölçülmüştür.

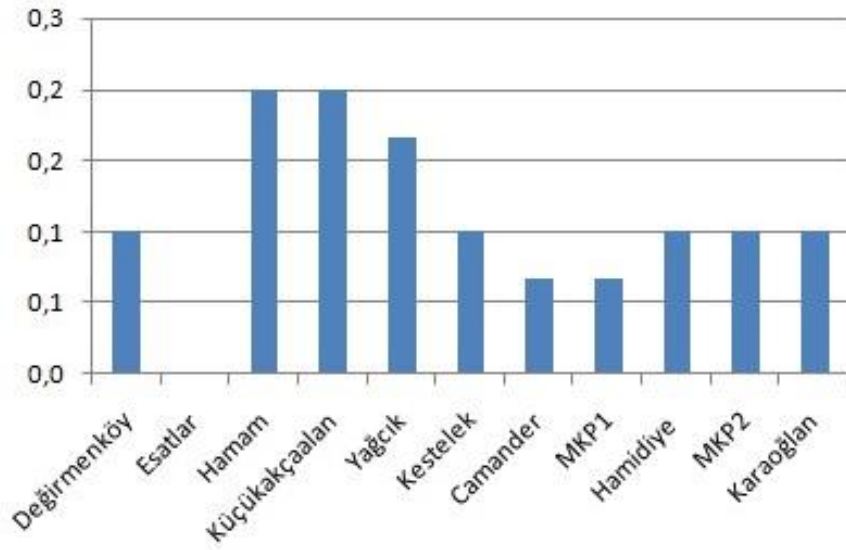


Şekil 3.9: İstasyonlara göre ortalama Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L) değerleri

### 3.2.11 Tuzluluk (%)

Arazi çalışmalarında elde edilen tuzluluk verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.10'da verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama tuzluluk değeri 0,2 % olarak ST.3 ve ST.5'de ölçülmüştür. İki istasyonda da her mevsim veriler 0,2 olarak ölçülmüştür. En düşük ortalama tuzluluk değeri ise 0,0 % olarak ST.2'de ölçülmüştür.

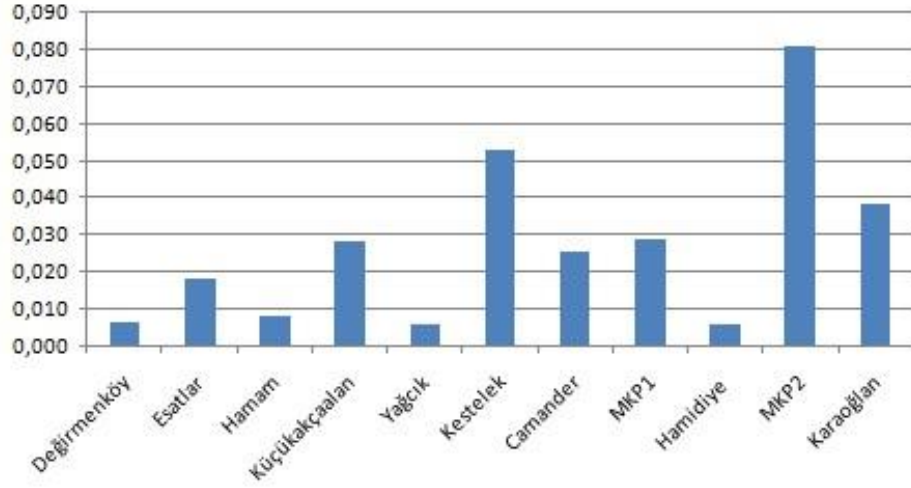


Şekil 3.10: İstasyonlara göre ortalama Tuzluluk (%) değerleri

### 3.2.12 Nitrit Azotu (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen nitrit azotu verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.11'de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama nitrit azotu değeri 0,081 mg/l olarak ST.10'da ölçülmüştür. En düşük ortalama nitrit azotu değeri ise 0,006 mg/l olarak ST.4 ve ST.9'da ölçülmüştür.

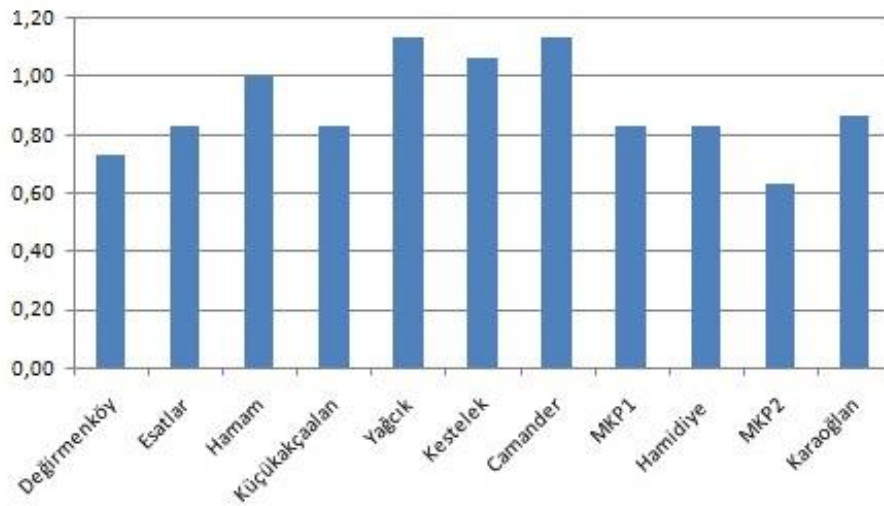


Şekil 3.11: İstasyonlara göre ortalama Nitrit Azotu (mg/L) değerleri

### 3.2.13 Nitrat Azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen nitrat azotu verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.12’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama nitrat azotu değeri 1,13 mg/l olarak ST.7 ve ST.4’de ölçülmüştür. En düşük ortalama nitrat azotu değeri ise 0,63 mg/l olarak ST.10’da ölçülmüştür.

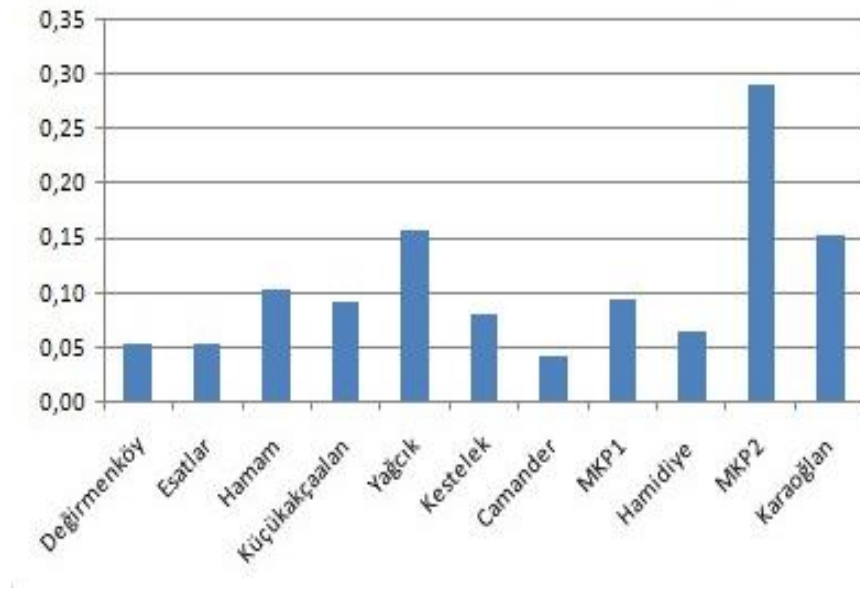


Şekil 3.12: İstasyonlara göre ortalama Nitrat Azotu (mg/L) değerleri

### 3.2.14 Amonyum Azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen amonyum azotu verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.13’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama amonyum azotu değeri 0,29 mg/l olarak ST.10’da ölçülmüştür. En düşük ortalama amonyum azotu değeri ise 0,04 mg/l olarak ST.7’de ölçülmüştür.

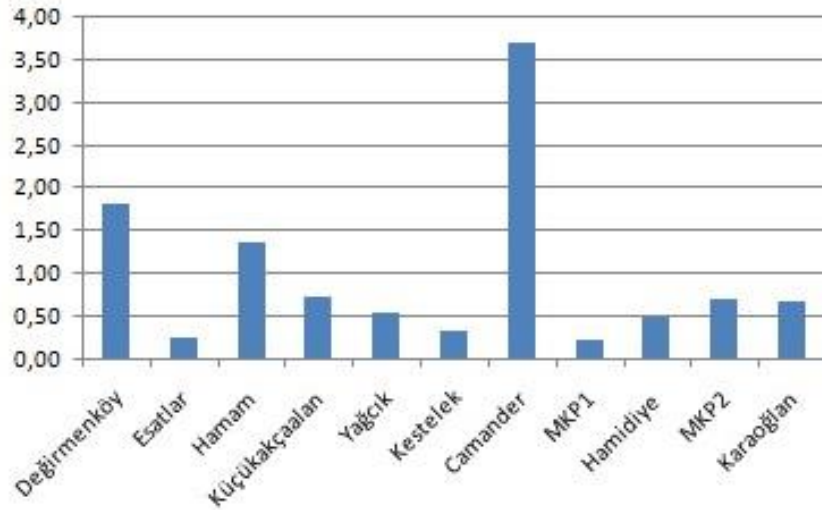


Şekil 3.13: İstasyonlara göre ortalama Amonyum azotu (mg/L) değerleri

### 3.2.15 Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen fosfat verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.14’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama fosfat değeri 3,70 mg/l olarak ST.7’de ölçülmüştür. En düşük ortalama fosfat değeri ise 0,22 mg/l olarak ST.8’de ölçülmüştür. Ayrıca yaz ve sonbahar sezonunda yapılan fosfat ölçümlerinde, yaz sezonunda 5,42 mg/l sonbahar sezonunda 3,98 mg/l fosfat ölçümü ile ST.7 en yüksek fosfat değerine sahip istasyondur.

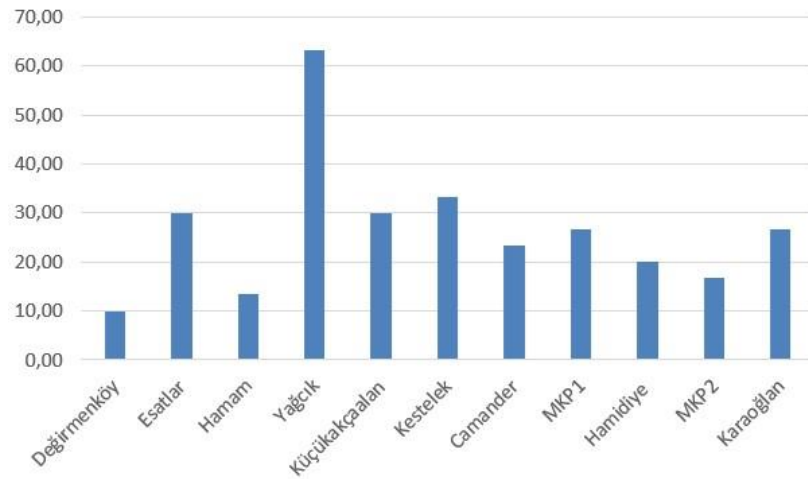


Şekil 3.14: İstasyonlara göre ortalama Fosfat (mg/L) değerleri

### 3.2.16 Demir (Fe<sup>+2</sup>) µg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen demir verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.15’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama demir değeri 63,33 µg/L olarak ST.4’de ölçülmüştür. En düşük ortalama demir değeri ise 10,01 µg/L olarak ST.1’de ölçülmüştür.

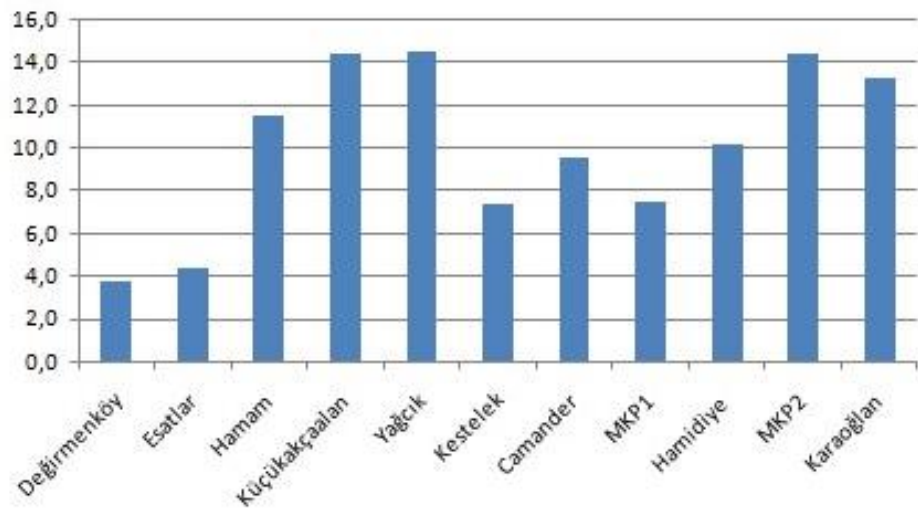


Şekil 3.15: İstasyonlara göre ortalama Demir (µg /L) değerleri

### 3.2.17 Klor (Cl<sup>-</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen klor verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.16'da verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama klor değeri 14,5 mg/l olarak ST.4'de ölçülmüştür. En düşük ortalama klor değeri ise 3,7 mg/l olarak ST.1'de ölçülmüştür. Ayrıca ST.4, yaz sezonunda yapılan ölçümlerde 31,7 mg/l klor değeri ölçülmüştür. Bu değer ölçülen en yüksek değerdir.

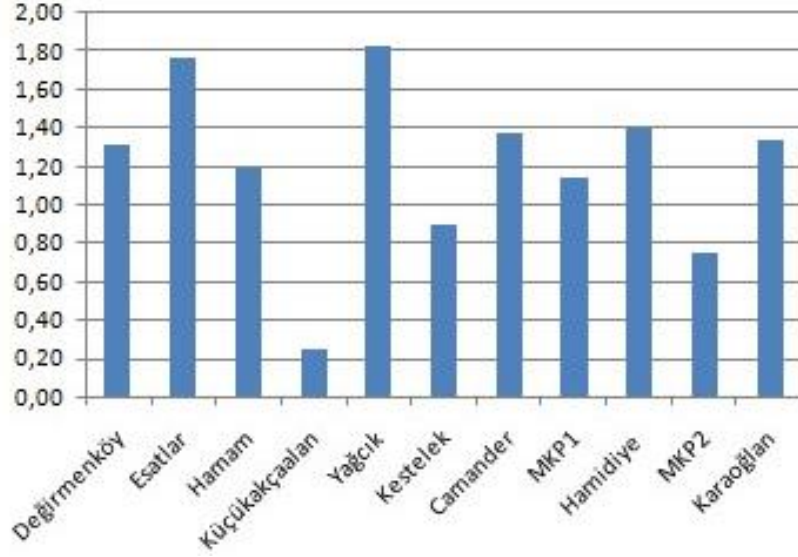


Şekil 3.16: İstasyonlara göre ortalama Klor (mg/L) değerleri

### 3.2.18 Magnezyum (Mg<sup>+2</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen magnezyum verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.17'de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama magnezyum değeri 1,82 mg/l olarak ST.4'de ölçülmüştür. En düşük ortalama magnezyum değeri ise 0,24 mg/l olarak ST.5'de ölçülmüştür.

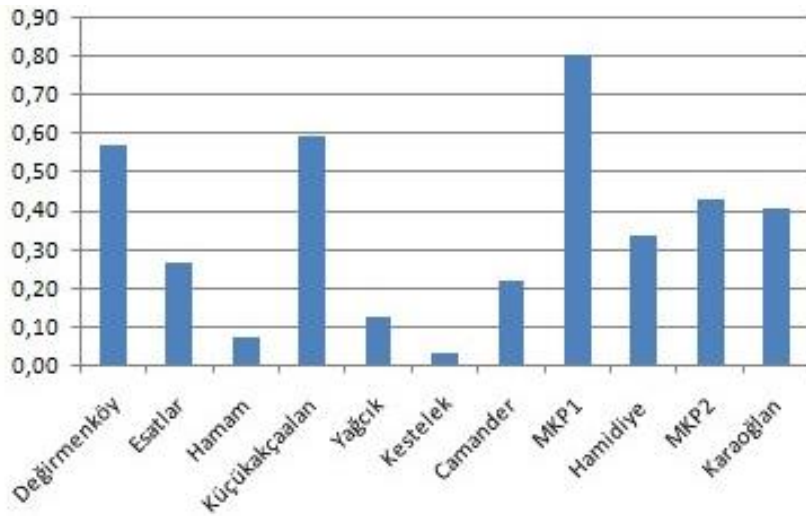


Şekil 3.17: İstasyonlara göre ortalama Magnezyum (mg/L) değerleri

### 3.2.19 Kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>) mg/L

Arazi çalışmalarında elde edilen kalsiyum verileri, her istasyon için ortalama değerler olarak Şekil 3.18’de verilmiştir.

Belirlenen 11 istasyondan alınan değerlere göre, en yüksek ortalama kalsiyum değeri 0,80 mg/l olarak ST.8’de ölçülmüştür. En düşük ortalama kalsiyum değeri ise 0,03 mg/l olarak ST.6’da ölçülmüştür.



Şekil 3.18: İstasyonlara göre ortalama Kalsiyum (mg/L) değerleri



### 3.3 Uygulanan Biyotik İndekslerin Sonuçları ve Metrik Değerleri

2017 yılında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Makroomurgasız İndeksleri Kılavuz Dökümanı'nda Kuzey Ege Havası sınırlarına alınan, eski Susurluk Havzası sınırları içerisinde yapılan, Mustafa Kemal Paşa, Orhaneli ve Emet çaylarında Mayıs 2019 – Kasım 2019 tarihleri arasında toplanan ve teşhis edilen türlerin BMWP (Spain V.), Shannon-Wiener İndeksleri ve EPT Takson % değerleri Tablo 3.7'de verilmiştir.

**Tablo 3.7:** Teşhis edilen türlerin BMWP (Spain V.), Shannon-Wiener İndeksleri ve EPT Takson % değerleri

| <i>İstasyonlar</i>   | <i>BMWP (Spain V.)</i> | <i>Shannon-Wiener</i> | <i>EPT Takson %</i> |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| <i>Değirmenköy</i>   | 46                     | 2,14                  | 43,2                |
| <i>Esatlar</i>       | 58                     | 0,625                 | 5,299               |
| <i>Hamam</i>         | 75                     | 2,219                 | 61,404              |
| <i>Yağcık</i>        | 80                     | 1,879                 | 58                  |
| <i>Küçükakçaalan</i> | 57                     | 1,939                 | 58,32               |
| <i>Kestelek</i>      | 73                     | 1,97                  | 15,613              |
| <i>Camander</i>      | 41                     | 1,661                 | 16,076              |
| <i>MKP1</i>          | 52                     | 1,396                 | 54,112              |
| <i>Hamidiye</i>      | 42                     | 1,985                 | 55,495              |
| <i>MKP2</i>          | 58                     | 2,247                 | 7,979               |
| <i>Karaoğlan</i>     | 42                     | 0,522                 | 2,888               |

Bu değerler metrik değerlere dönüştürülmek için Makroomurgasız İndeksleri Klavuz Dökümanı (2017)'nda verilen değerlere bölünmüştür. BMWP (Spain V.) değerleri “97” ye, Shannon-Wiener indeks değerleri “2,91” e EPT Takson % değerleri ise “49,25” e bölünmüştür. Ayrıca istasyonda hesaplanan sonuçlar içerisinde en düşük kalite değeri o istasyon için genel kalite durumu olarak kabul edilmiştir. Burada amaç istasyonların operasyonel izleme takvimine alınmasını hedeflemektedir. Çıkan sonuçlar neticesinde, istasyonlara ait kalite sınıfları Tablo 3.8'de verilmiştir. Renklendirmeler ve belirtilen metrik değerlere göre su kalitesi sınıfları; I sınıf (yüksek) su kalitesinde olan grup mavi, II sınıf (iyi) su kalitesinde olan grup yeşil, III sınıf (orta) su kalitesinde olan grup sarı, IV sınıf (zayıf) su kalitesinde olan turuncu ve V sınıf (kötü) su kalitesinde olan kırmızı olarak renklendirilmiştir.

**Tablo 3.8:** İstasyonlara ait su kalite sınıfları

| <b>İstasyonlar</b>   | <b>BMWP (Spain V.)</b> | <b>Shannon-Wiener</b> | <b>EPT Takson %</b> | <b>SONUÇ</b> |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| <b>Değirmenköy</b>   | KÖTÜ                   | ORTA                  | ORTA                | KÖTÜ         |
| <b>Esatlar</b>       | ORTA                   | KÖTÜ                  | KÖTÜ                | KÖTÜ         |
| <b>Hamam</b>         | ORTA                   | ORTA                  | YÜKSEK              | ORTA         |
| <b>Yağcık</b>        | ORTA                   | ORTA                  | YÜKSEK              | ORTA         |
| <b>Küçükakçaalan</b> | ORTA                   | ORTA                  | YÜKSEK              | ORTA         |
| <b>Kestelek</b>      | ORTA                   | ORTA                  | KÖTÜ                | KÖTÜ         |
| <b>Camander</b>      | KÖTÜ                   | ORTA                  | KÖTÜ                | KÖTÜ         |
| <b>MKP1</b>          | ZAYIF                  | KÖTÜ                  | YÜKSEK              | KÖTÜ         |
| <b>Hamidiye</b>      | KÖTÜ                   | ORTA                  | YÜKSEK              | KÖTÜ         |
| <b>MKP2</b>          | ORTA                   | ORTA                  | KÖTÜ                | KÖTÜ         |
| <b>Karaoğlan</b>     | KÖTÜ                   | KÖTÜ                  | KÖTÜ                | KÖTÜ         |

#### 4. TARTIŞMA SONUÇ

Kuzey Ege havzasında bulunan Mustafa Kemal Paşa, Orhaneli ve Emet çayları, Bursa, Kütahya ve Balıkesir illeri içerisinde bulunmaktadır. Bu bölgeler, tarım ve sanayi açısından birçok işletme barındırmaktadır. Mustafa Kemal Paşa çayına ait verilerin toplanması ve yorumlanması amacıyla oluşturulan bu çalışma, Mustafa Kemal Paşa çayının kaynakları olan Orhaneli ve Emet çaylarını da içine almıştır. Daha önce Orhaneli ve Emet çaylarına ait, bazı su kalitesini kimyasal olarak belirleme çalışmaları bulunmaktadır. 2006 yılında, Orhaneli çayının 28 fiziksel ve kimyasal parametre ile akarsuyun özelliklerini belirlemek adına bir PCA çalışması yapılmıştır. PCA çalışması, açılım olarak Temel Bileşen Analizi anlamına gelmektedir. Bu analiz çalışmasındaki amaç; çok değişkenli olan bir veriseti içerisindeki bilgiyi, daha az değişkenle ve minimum veri kaybı ile açıklamaktır. Bu çalışmadaki PCA sonuçlarına göre Elektriksel İletkenlik, Toplam Çözünmüş Madde, Toplam Sertlik, Magnezyum, Klor, Silis ve Sülfat'ın akarsuyun karakteristik özelliklerini etkileyen en önemli faktör olduğu belirlenmiştir (Dalkıran 2006). Fakat Orhaneli, Emet ve Mustafa Kemal Paşa çayına ait, yani önemli bir Ramsar alanı olan Uluabat gölüne kadar olan bir çalışma, 2003 yılından sonra ilk defa yapılmıştır. 2003'te yapılan çalışmada, BMWP biyotik indeksine göre skor 38 – 163 arasında değişen sonuçlar tespit edilmiş, su kalite sınıfını BMWP indeksine göre çoğu istasyon için IA olarak tespit etmişlerdir (Şentürk 2003). Bu üç akarsu sadece bor içeriği açısından da değerlendirilmiştir. 2014'de yapılan bu çalışmada, Orhaneli çayının bor içeriğinin normal seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Fakat Emet çayındaki kirliliğin iki çayın birleşimi olan Mustafa Kemal Paşa çayını da kirlettiği ve su kalitesini düşürdüğü belirtilmiştir (Semiz 2014).

Bu çalışmanın amacı Kuzey Ege havzası sınırları içerisinde kalan Mustafa Kemal Paşa çayının ve kaynakları olan Orhaneli ve Emet çaylarının, biyolojik, fiziksel ve kimyasal olarak su kalitesinin belirlenmesi ve özellikle Avrupa Su Çerçeve Direktifi (SÇD 2000)'nin üzerinde durduğu bir biyolojik izleme çalışmalarına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2012'de yayınlamış olduğu 2016'da revize ettiği Yerüstü Su Kalite Yönetmeliği'nden yararlanılmıştır.

Orhaneli, Emet ve Mustafa Kemal Paşa çaylarını gerek fiziksel ve kimyasal verilerin arasındaki ilişki açısından incelediğimizde, gerekse fiziksel ve kimyasal verileri tek tek incelediğimizde kirlenmenin ne denli arttığını görebilmekteyiz.

Çalışma alanı pH bakımından incelendiğinde su içerisindeki canlıların 6-9 arasındaki pH seviyelerinde yaşadıkları bilinmektedir. pH ortalama değerlerine baktığımız zaman çalışma alanında 8 in altında pH değeri görmemekteyiz. Bu da çalışma alanının bazik olduğunu göstermektedir. Kestelek mah. (ST.6) ve Camander mah. (ST.7) istasyonlarında yani Orhaneli ve Emet çaylarının Mustafa Kemal Paşa ile birleştiği noktalarda, ortalama pH değerlerinin 9 üzeri olduğu görülmektedir. Bu da bölgedeki canlı yaşamının etkilendiğini göstermektedir. 2003 de yapılan çalışmaya göre pH açısından su kalitesi I sınıf olarak kaydedilmiştir (Şentürk 2003). Evsel atıkların yani el sabunu, çamaşır suyu gibi ürünlerin pH düzeyini arttırdığı bilinmektedir. Çalışma noktalarının bazı bölümlerinde özellikle Değirmenköy istasyonunda (ST.1) yerel halkın nehir suyunu çamaşır, halı yıkamak gibi faaliyetler için kullandığı bilinmektedir.

Çalışma alanı elektrik iletkenliği bakımından incelendiğinde suyun durumun iyi olduğu görülmektedir. Menfi iyonların yoğunlukta bulunduğu çalışma alanında elektrik iletkenliğinin tüm istasyonlarda 400 – 1000 arasında olduğu görülmüştür.

Çözünmüş oksijen bentik omurgasız yaşamı için çok önemli bir faktördür. Aerobik solunumu kullanan canlılar ile su kirliliği hakkında fikir edinmekteyiz. Çalışma alanı çözünmüş oksijen bakımından incelendiğinde Kestelek mah. istasyonu (ST.6) yüksek kalitede su sınıfındadır. Akışın yoğun olarak görüldüğü bu istasyon çalışma alanının ortasında bulunmaktadır. Akışın yoğun olması sudaki oksijen oranını arttırmaktadır. Mustafa Kemal Paşa çayında ise akışın azaldığı ve Uluabat gölüne ulaştığı noktalarda çayın genişliğinin arttığını oksijenlenmenin azaldığını görmekteyiz. MKP2 istasyonu (ST.10) çözünmüş oksijen bakımından değerlendirildiğinde, su sınıfının III (orta) sınıfta bulunduğu tespit edilmiştir.

Amonyum ve Nitrat bakımından incelendiğinde tüm istasyonlarda durumun iyi ve çok iyi sınıflarında olduğu görülmüştür. Sudaki nitrifikasyonda Amonyum, nitrobakter ve oksijen yardımı ile Nitrat azotuna dönüşür. 12°C sıcaklıkta çalışan bakteriler yeterli miktarda oksijene ihtiyaç duyarlar. Organik azotun zamanla

oksijenlenerek nitrata dönüşme süreci azot döngüsü için çok önemlidir. Fakat iki değer bakımından incelendiğinde, sudaki Amonyum ve Nitrat değerlerin yüksek seviyelerde olmadığı görülmektedir. Bu durum havzadaki kirlilik sebebinin azot bazlı gübreler ve diğer azot kaynakları olmadığını düşündürebilir. Fakat organik azotun nitrat azotuna dönüşümüne kadar geçen nitrifikasyon basamaklarında bakterilerin oksijen tükettiği bilinmektedir. Buna göre kirlilik, ölçülen azotlu bileşikler ve çözülmüş oksijen arasında yapılacak olan ilişkilendirme ve değerlendirme ile netlik kazanabilir.

Çalışma alanı fosfat bakımından incelendiğinde tüm istasyonların durumunun zayıf ve orta seviyede olduğu tespit edilmiştir. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosfatlı gübreler çalışma alanındaki fosfat miktarının artmasına sebep olur. Tarım ilacı olarak kullanılan pestisitlerin birinci olarak hidrokarbonlardan ve ikinci olarak organofosfatlardan oluştuğu bilinmektedir. İstasyonlardan örnek aldığımız birçok noktada pestisit şişelerine ait atıklar ve inorganik gübre çuvaları görülmüştür. Gözlemler ve çıkan sonuçlar neticesinde buradaki kirlenmenin insan kaynaklı olduğu görülmektedir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'ne göre suyun sınıfı belirlenirken en düşük sınıf seçilerek havza ya da istasyon konusunda yorum yapılması gerektiği bildirilmektedir. Bu çalışmanın en düşük sınıfları fosfat verileri değerlendirildiğinde çıkmıştır. Fosfat verilerinin düşük olması çalışmanın su sınıfı için belirleyici olmuştur.

Çalışma alanı demir açısından değerlendirildiğinde, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2012)'de belirtilen yıllık ortalama çevresel kalite standardı (YO-ÇKS) dikkate alınmıştır. Bu referanslar ışığında demir bakımından Yağcık mah. istasyonunun (ST.4) kötü durumda olduğu diğer istasyonların iyi durumda olduğu saptanmıştır. Demir miktarının artması sudaki sediment ve askıda katı madde miktarını arttırmaktadır. Bu da sudaki ışık geçirgenliğini ve canlılığı olumsuz etkilemektedir. Ayrıca ağır metal olarak serbest demir elementi oksijeni bağlamaktadır. Yağcık mah. istasyonu (ST.4) çeşitlilik bakımından en iyi istasyondur. Burada demir seviyesinin artması canlı çeşitliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Mustafa Kemal Paşa, Orhaneli ve Emet çaylarında belirlenen örneklem alanlarında 3 sezon boyunca inceleme yapılmıştır. Sıcaklık açısından incelendiğinde

en yüksek su sıcaklığı yaz sezonunda görülmektedir. Suyun debisinin azalması, akış hızının yavaşlamasına sebep olan durumlar suyun sıcaklığını arttırmaktadır. Ayrıca suyun kaynağının yer altından çıkması ya da dağlardan süzülerek gelmesi suyun sıcaklığını belirlemektedir. Değirmenköy istasyonunda (ST.1) kaynağı bulunan Emet çayı bir yeraltı su kaynağından çıkmakta ve yerüstü sularına karışarak Emet çayını oluşturmaktadır. Bu sebepten en yüksek ortalama su sıcaklığı 24,5 °C Değirmenköy istasyonunda (ST.1) ölçülmüştür. Akarsu yatağının genişlemesi gibi faktörler de su sıcaklığını arttırmaktadır. Bu sebepten en yüksek su sıcaklığı ise 29,6 C ile Camander mah. istasyonunda (ST.7) ölçülmüştür. Su sıcaklığının artışı kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların hızlanması, çözülmüş mineral yoğunluğunun artması gibi bazı olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı su sıcaklığı canlı çeşitliliği için önemli bir referanstır.

Çalışma alanı tuzluluk açısından değerlendirildiğinde tüm istasyonlarda ortalama %0,1 lik tuzluluk olduğu ölçülmüştür. Tuzluluk karasal bitki türlerine ve suyun içindeki canlılara zarar vermektedir. Acı su olarak tabir edilen tuzluluk oranı suyun tatlı suya nazaran bir miktar daha tuzlu olması durumudur. 0,05 – 3,0 % arası tuzluluk acı su referans değeri olarak bilinmektedir. Acı suyu; yerüstü su havzasının deniz suyu ile birleştiği noktalar, haliçler veya hafif tuzlu akiferler doğal yollarla oluşturabilir. Fakat insan etkisi ile de oluşabilir.

Çalışma sonunda elde edilen 8454 bentik omurgasızdan; 11 farklı takım ve bu takımlara ait 37 farklı familya tespit edilmiştir. Çalışmanın değerlendirilmesi kirlilik değerlendirme mevzuatı için yeterli olan familya seviyesinde yapılmış, cins ve tür seviyesine kadar ayrılmamıştır. Bu metod çayın durum tespiti için uygun bulunmakla birlikte, kirliliği hakkında da yeterli bilgi vermektedir. Daha sonraki çalışmalarda cins ve tür seviyesine kadar teşhis yapılabilmesi için örnekler, Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Laboratuvarı'nda muhafaza altında tutulmaktadır.

Bentik omurgasızların istasyonlara göre takson sayılarına (çeşitlilik) ve bentik omurgasız sayılarına (yoğunluk) bakıldığında; en yüksek bentik omurgasız yoğunluğu Esatlar köyü istasyonunda (ST.2) yapılmıştır. 22 takson ile en çok takson sayısı Yağcık mah. istasyonunda (ST.4) elde edilmiştir. Ayrıca çeşitlilik zenginliği bakımından yine Esatlar köyü istasyonu (ST.2) 21 takson ile ikinci sırada

gelmektedir. Esatlar köyü istasyonu (ST.2) Orhaneli çayının kaynak noktasıdır. Bu noktada çok miktarda alabalık çiftliklerinin suyun kirliliğini artırma olasılığı vardır. Ayrıca bir adet kaynak suyu tesisin bulunması da su miktarının düşmesine sebep olabilir. Mustafa Kemal Paşa çayına doğru yaklaştıkça bu bölgede insan yerleşimlerinin artması, evsel atıkların ve bölgedeki tarımsal faaliyetlerin artması görülmüştür. Mustafa Kemal Paşa çayını da bu faktörlerin kirlettiği gözlemlenmiştir. Bu ve bunun gibi sebepler göz önüne alındığında, Orhaneli ve Emet çaylarında başlayan biyolojik çeşitliliğin Mustafa Kemal Paşa çayına doğru yaklaştıkça ve Mustafa Kemal Paşa çayında azaldığı görülmüştür.

Orhaneli çayındaki istasyonları bentik omurgasız açısından değerlendirdiğimizde; Orhaneli çayında tüm istasyonlarda Baetidae ve Caenidae familyaları bulunmaktadır. Ayrıca su kirliliğine dayanıklı olan Chironomidae familyası da bulunmaktadır. Caenidae familyasına ait taksonlar kirliliğe hassas bentik omurgasızlardır. Baetidae familyasına ait taksonlar ise su kirliliğine az duyarlı bentik omurgasızlardır. 2003’de yapılan çalışmada Orhaneli çayında, 5 istasyonda çalışma yapılmıştır (Şentürk 2003). Çalışılan bu 5 istasyonda da çoğu Ephemeroptera taksonlarına rastlanmıştır. Fakat 2019’da yapılan çalışmada Baetidae ve *Caenidae* familyaları haricinde diğer Ephemeroptera familyalarının çeşitliliğinin azaldığı görülmüştür.

Emet çayındaki tüm istasyonları bentik omurgasız faunası bakımından incelediğimizde; Emet çayında Diptera takımına ait taksonların ve su kirliliğine dirençli olarak bildiğimiz Tubificidae familyasına ait taksonların her istasyonda bulunmadığını, sayılarının ve çeşitliliğinin azaldığını görmekteyiz. Ephemeroptera taksonlarının, hatta Orhaneli çayında her istasyonda bulduğumuz Baetidae ve Caenidae familyalarının yoğunluğunun ve çeşitliliğinin azaldığı görülmüştür. Coleoptera takımına ait taksonların ve Hemiptera takımına ait taksonların çeşitliliğinin azaldığını ve her istasyonda bulunmadığını görmekteyiz. 2003’de yapılan çalışmada Ephemeroptera takımına ait taksonların çoğunun hem çeşitlilik açısından hem de bentik omurgasız yoğunluğu bakımından çok olduğu görülmektedir. 2003’de yapılan çalışmada, Emet çayında Coleoptera, Hemiptera, Odonata, Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera takımlarına ait taksonlardan her istasyonda bulunduğu, çeşitlilik ve yoğunluklarının yüksek olduğu

görülmüştür (Şentürk 2003). 2003’de yapılan çalışmadan farklı olarak 2019 yılında, Emet çayında Isonychiidae familyası Hamam mah. (ST.3) istasyonunda teşhis edilmiştir.

Mustafa Kemal Paşa çayında 2003 yılında 2 istasyon 2019 yılında 4 istasyon çalışılmıştır. Bu istasyonlar bentik omurgasızlar açısından değerlendirildiğinde; 2019’da yaptığımız çalışmada 2003 yılına nazaran tüm familyalara ait bentik omurgasızlarının hem yoğunluğunun hem çeşitliliğinin azaldığı ayrıca Orhaneli ve Emet çaylarında görülen bazı familyaların bu çayda tespit edilemediği görülmüştür. 2003’de yapılan çalışmada Mustafa Kemal Paşa çayında sadece Ephemeridae familyasına ait taksonların ve Plecoptera takımına ait taksonların yoğunluğu azalmıştır (Şentürk 2003). 2019’da yapılan çalışmada ise Ephemeridae familyasına ait taksonlar ve Plecoptera takımına ait taksonlar tespit edilememiştir. Orhaneli ve Emet çaylarında yoğunluğu ve çeşitliliği bulunan Baetidae familyası taksonlarının ve Caenidae familyası taksonlarının Mustafa Kemal Paşa çayında yoğunluğu ve çeşitliliğin azaldığı görülmektedir. Tubificidae familyasına ait taksonlar ve Diptera takımına ait kirliliğe dirençli taksonlar bile ilkbahar sezonunda yapılan çalışmada, MKP2 istasyonunda teşhis edilememiştir. Bu familyalara ve takımlara ait taksonların yoğunlukları ve çeşitlilikleri göz önünde bulundurulduğunda, 2003’de olan çeşitlilik ve bentik omurgasız yoğunluğunun 2019 yılında azaldığını, Orhaneli ve Emet çaylarında başlayan bentik omurgasız çeşitliliği ve yoğunluğunun, Mustafa Kemal Paşa çayı içerisinde bulunmadığı görülmüştür. Bu da kimyasal ve biyolojik kirliliğin artarak bu çaya ulaştığını göstermektedir.

Yerüstü su kalitesi değerlendirirken biyolojik unsur olan bentik omurgasızlarla BMWP (Spain V.) indeksi, Shannon-Wiener indeksi ve EPT Takson %’si kullanılmış Hamam mah. istasyonu (ST.3), Yağcık mah. istasyonu (ST.4) ve Küçükakçaalan mah. (ST.5) istasyonları (III)orta sınıfta, diğer istasyonlar ise kötü sınıfta çıkmıştır. Genel kimyasal ve fiziko-kimyasal kalite unsurları değerlendirildiğinde Esatlar köyü istasyonu, Yağcık mah. istasyonu (ST.4), MKP1 istasyonu (ST.8) ve Hamidiye mah. istasyonu (ST.9) (III)orta sınıftadır. Diğer istasyonlar (IV)zayıf sınıftadır. Biyolojik unsurları değerlendirdiğimizde Yağcık mah. (ST.4), Hamam mah. (ST.3) ve Küçükakçaalan mah. (ST.5) istasyonları (III)orta sınıfta, diğer tüm istasyonlar (V)kötü sınıftadır. Fakat yerüstü su durumu



değerlendirildiğinde kimyasal duruma dahil olan öncelikli maddeler ve tehlikeli maddeler açısından Yağcık mah. istasyonu (ST.4) demir içeriği bakımından kötü sınıftadır. Hamam mah. (ST.3) ve Küçükakçaalan mah. (ST.5) istasyonları ise Fiziko-Kimyasal su kalitesi kriterleri içerisinde bulunan orto fosfat fosforu içeriği bakımından IV(zayıf) sınıftadır. Bu sebepten tüm istasyonlar için en düşük su kalite ve su durumu değerlerini aldığımızda, Orhaneli, Emet ve Mustafa Kemal Paşa çaylarındaki tüm istasyonlar IV (kötü) sınıfta diyebiliriz. 2003 de ölçülen verilere göre; Orhaneli çayı BMWP indeksine göre tüm istasyonlarda ölçülen yıllık ortalama değeri: 98,64'dür. Bu da 2017 de yayınlanan Makroomurgasız İndeksleri Klavuz Dokümanına göre düzenlendiğinde metrik değer olarak 1.01'e denk gelmektedir. Bu da Orhaneli çayı için su kalitesinin I(yüksek) sınıfta olduğunu göstermektedir. Emet çayı için metrik değer 1,07'dir. Emet çayı da I(yüksek) sınıfındadır. Mustafa Kemal Paşa çayında ise metrik değer 0,75'dir Mustafa Kemal Paşa çayı için ise III (orta) sınıftadır (Şentürk 2003). Fakat bu çalışmayla 2003 yılından günümüze kadar kirliliğin ne boyutlara ulaştığını görülmektedir.

Orhaneli ve Emet çaylarında kirletici odaklar olarak Bor madenlerinin olduğu bilinmektedir. Orhaneli çayında, Mustafa Kemal Paşa İlçesi'nin Kestelek Mah. mevkiinde bulunan Etibank Kestelek Bor işletmeleri Türkiye'nin dört önemli bor madenlerinden biridir. İşletmenin dinlenme havuzlarından ve topraktan Orhaneli çayına bor madeni karışmaktadır. Kütahya'nın Hisarcık İlçesi'nde Etibank Emet Bor işletmesi bulunmaktadır. Camander Mah. ve Mustafa Kemal Paşa İlçe merkezi arasında kalan, Mustafa Kemal Paşa çayının Orhaneli ve Emet ile birleştiği MKP1 istasyonuna kadar olan kısımda kum ve çakıl ocaklarının olması, askıda katı madde miktarını tüm Mustafa Kemal Paşa çayında arttırmasına sebep olabilir.

Sonuç olarak; fiziko-kimyasal parametreler, kirletici kimyasallar ve bentik omurgasızlar açısından değerlendirdiğimizde Mustafa Kemal Paşa çayının IV sınıf su kalitesinde olduğunu söylenebilir. Buna ek olarak, çalışılan biyotik indekslerin sonucu kirliliği vurgulayacak biçimdedir. Sadece çevresel parametreler kullanılarak akuatik sistemlerdeki durumun değerlendirilmesi mümkün değildir. Tatlısu yaşamının genel durumu hakkında bilgi sahibi olmak için bentik omurgasızları kullanmak bunu mümkün kılacaktır. Bu sebeplerden, biyotik indeksler su kalitesi ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'ne göre

Türkiye’de birçok biyotik indeks çalışması yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.  
Bu indekslerin Türkiye için düzenlenmesi de oldukça önem arz etmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Akın, C., *AB Su Çerçeve Direktifi ve Nehir Havza Yönetim Planları*. İzmir: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, (2015).
- Bouchard, R. J., *Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest*. Minnesota: University of Minnesota, (2004).
- Dahl, J., & Johnson, R. K., A multimetric macroinvertebrate index for detecting organic pollution of streams in southern Sweden. *E. Schweizerbart Science Publishers. Archiv für Hydrobiologie*, 487-513, (2004).
- Dalkıran, N., "Orhaneli Çayının Epilitik Diyatomeleleri ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması" Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa, (2006).
- De Pauw, N., & Hawkes, A. H., *Biological Monitoring of Water Quality in J. & S. Judd (eds.)*. River Water Quality Monitoring and Control. Aston Uni, (1993).
- Duran, M., Tüzen, M., & Kayım, M., "Exploration of biological richness and water quality of stream Kelkit", *Fresenius Envir. Bull.*, 368-375, (2003).
- Edington, J. M., & Hildrew, A. G., *Caseless Caddis Larvae of the British Isles*. London: Freshwater Biological Association, (1981).
- Egemen, Ö. *Su Kalitesi*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları Su Ürünleri Fakültesi, (2006).
- Ellenberg, H., Weber, H., Düll, R., Wirth, V., Werner, V., & Paulißen, D., "Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa", *Scripta Geobotanica*, XVII, 248, (1991).
- Elliott, J. M., & Humpesch, U. H. *Mayfly Larvae (Ephemeroptera) of Britain and Ireland*. Southampton: Freshwater Biological Association, (2010).
- Hellawell, J. M. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. London: Elsevier Publishers, (1986).
- Miserendino, M. L. "Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian river and streams: environmental relationship", *Hydrobiologia*, 444, 147 - 158, (2001).
- Norling, U., Sahlen, G., Nilsson, N., & Anders, E., *Aquatic Insects of North Europe - A Taxonomic Handbook Volume 2*. Denmark, Stenstrup: Apollo Books, (1997).

- Semiz, G., "Sulama Suyu Açısından Bor İçeriğinin Değerlendirilmesi: Uluabat Gölünü Besleyen Orhaneli, Emet ve Mustafa Kemal Paşa Çayları", *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11, 90-101, (2014).
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, T.O.B., *Su Yönetimi Mevzuat.*, Aralık 9 2019 tarihinde Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Resmî Gazete Tarihi: 31.12.2004 Resmî Gazete Sayısı: 25687: <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.7221&MevzuatIlski=0&sourceXmlSearch=#> adresinden alındı, (2004).
- Şentürk, E., "*Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa çaylarının su kalitesinin belirlenmesi*" Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa, (2003).
- Tachet, H., *Invertebres D'eau Douce Systematique, Biologie, Ecologie*. Paris: CNRS Editions, (2003).
- Tarım ve Orman Bakanlığı, S.Y.G.M., *Yerüstü Su kalitesi Yönetmeliği*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2012).
- Tarım ve Orman Bakanlığı, S.Y.G.M., *Makroomurgasız İndeksleri Kılavuz Dökümanı*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2017).
- TEMA VAKFI, S.T., *tema.org.tr*. Aralık 9 2019 tarihinde [sutema.org: https://sutema.org/kirilgan-dongu/suyun-sektorlere-gore-kullanim-oranlari.9.aspx](https://sutema.org/kirilgan-dongu/suyun-sektorlere-gore-kullanim-oranlari.9.aspx) adresinden alındı, (2019).

# **EKLER**

## **6. EKLER**

### **6.1 Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004)**

T.C. Çevre Bakanlığı'nın 2872 sayılı Çevre Kanunu'na ek olarak hazırladığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004) yerüstü su kaynaklarını fiziko-kimyasal ve kimyasal veriler ile dört kalite sınıfı belirlenmektedir. Su Kalite sınıfları Tablo 6.1'de gösterilmektedir. Bu referans değerler tablosu fiziko-kimyasal ve kimyasal verilerin nasıl revize edildiğini değerlendirmek amaçlı verilmiştir.

**Tablo 6.1:** Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004)'ne göre su kalite sınıfları

| SU KALİTE PARAMETRELERİ                                                   | SU KALİTE SINIFLARI   |                   |                   |                 |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
|                                                                           | I                     | II                | III               | IV              |
| <b>A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler</b>                    |                       |                   |                   |                 |
| 1) Sıcaklık (°C)                                                          | 25                    | 25                | 30                | > 30            |
| 2) pH                                                                     | 6.5 - 8.5             | 6.5-8.5           | 6.0-9.0           | 6.0-9.0 dışında |
| 3) Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) <sup>a</sup>                   | 8                     | 6                 | 3                 | < 3             |
| 4) Oksijen doygunluğu (%) <sup>a</sup>                                    | 90                    | 70                | 40                | < 40            |
| 5) Klorür iyonu (mg Cl/L)                                                 | 25                    | 200               | 400 <sup>b</sup>  | > 400           |
| 6) Sülfat iyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /L)                      | 200                   | 200               | 400               | > 400           |
| 7) Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)                   | 0.2 <sup>c</sup>      | 1 <sup>c</sup>    | 2 <sup>c</sup>    | > 2             |
| 8) Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> N/L)                     | 0.002                 | 0.01              | 0.05              | > 0.05          |
| 9) Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N/L)                     | 5                     | 10                | 20                | > 20            |
| 10) Toplam fosfor (mg P/L)                                                | 0.02                  | 0.16              | 0.65              | > 0.65          |
| 11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)                                          | 500                   | 1500              | 5000              | > 5000          |
| 12) Renk (Pt-Co birimi)                                                   | 5                     | 50                | 300               | > 300           |
| 13) Sodyum (mg Na <sup>+</sup> /L)                                        | 125                   | 125               | 250               | > 250           |
| <b>B) Organik parametreler</b>                                            | 25                    | 50                | 70                | > 70            |
| 1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)                                 | 4                     | 8                 | 20                | > 20            |
| 2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)                                | 5                     | 8                 | 12                | > 12            |
| 3) Toplam organik karbon (mg/L)                                           | 0.5                   | 1.5               | 5                 | > 5             |
| 4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)                                           | 0.02                  | 0.3               | 0.5               | > 0.5           |
| 5) Yağ ve gres (mg/L)                                                     | 0.05                  | 0.2               | 1                 | > 1.5           |
| 6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L) | 0.002                 | 0.01              | 0.1               | > 0.1           |
| 7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)                                        | 0.02                  | 0.1               | 0.5               | > 0.5           |
| 8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)                                     | 0.001                 | 0.01              | 0.1               | > 0.1           |
| 9) Toplam pestisid (mg/L)                                                 | 0.1                   | 0.5               | 2                 | > 2             |
| <b>C) İnorganik kirlenme parametreleri<sup>d</sup></b>                    |                       |                   |                   |                 |
| 1) Civa (µg Hg/L)                                                         | 3                     | 5                 | 10                | > 10            |
| 2) Kadmiyum (µg Cd/L)                                                     | 10                    | 20                | 50                | > 50            |
| 3) Kurşun (µg Pb/L)                                                       | 20                    | 50                | 100               | > 100           |
| 4) Arsenik (µg As/L)                                                      | 20                    | 50                | 200               | > 200           |
| 5) Bakır (µg Cu/L)                                                        | 20                    | 50                | 200               | > 200           |
| 6) Krom (toplam) (µg Cr/L)                                                | Ölçülmeyecek kadar az | 20                | 50                | > 50            |
| 7) Krom (µg Cr <sup>+6</sup> /L)                                          | 10                    | 20                | 200               | > 200           |
| 8) Kobalt (µg Co/L)                                                       | 20                    | 50                | 200               | > 200           |
| 9) Nikel (µg Ni/L)                                                        | 200                   | 500               | 2000              | > 2000          |
| 10) Çinko (µg Zn/L)                                                       | 10                    | 50                | 100               | > 100           |
| 11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)                                            | 1000                  | 1500              | 2000              | > 2000          |
| 12) Florür (µg F/L)                                                       | 10                    | 10                | 50                | > 50            |
| 13) Serbest klor (µg Cl <sub>2</sub> /L)                                  | 2                     | 2                 | 10                | > 10            |
| 14) Sülfür (µg S <sup>=</sup> /L)                                         | 300                   | 1000              | 5000              | > 5000          |
| 15) Demir (µg Fe/L)                                                       | 100                   | 500               | 3000              | > 3000          |
| 16) Mangan (µg Mn/L)                                                      | 1000 <sup>e</sup>     | 1000 <sup>e</sup> | 1000 <sup>e</sup> | > 1000          |
| 17) Bor (µg B/L)                                                          | 10                    | 10                | 20                | > 20            |
| 18) Selenyum (µg Se/L)                                                    | 1000                  | 2000              | 2000              | > 2000          |
| 19) Baryum (µg Ba/L)                                                      | 0.3                   | 0.3               | 1                 | > 1             |
| 20) Alüminyum (mg Al/L)                                                   | 1                     | 10                | 10                | > 10            |

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Samet ATIŞ

Doğum Yeri ve Tarihi : Keçiören/Ankara 23/08/1988

Lisans Üniversite : Kırıkkale Üniversitesi Biyoloji Bölümü

Elektronik posta : bio.sametatis@gmail.com

İletişim Adresi : Haydarçavuş mah. Sunnullah cad. No:7/3  
Balıkesir/Bandırma Tel: +90 5063352100

### **Yurtiçi ve Yurtdışı deneyimleri**

2011 – 2012 : Özel Ege Hastanesi Tıbbi Laboratuvar bölümü  
/ Biyolog

2012 – 2013 : Özel Ege Hastanesi Tıbbi Laboratuvar bölümü  
/ Lab. Sorumlusu

2013 – 2015 : Baku/Azərbaycan Grand Hospital // Baku  
Medikal Plaza VIP // Baku Medikal Plaza Babek / Lab. Müdürü

2015 – 2016 : İzmir Ege Lab. / Satın Alma Müdürü

2016 – 2017 : Özel Ege Hastanesi Tıbbi Laboratuvar bölümü  
/ Lab. Sorumlusu