T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İĞNEADA LONGOZ ORMANLARI SULAK ALANI HAVZA VE ALT HAVZALARININ MİKROBİYAL KİRLİLİK İNDİKATÖRLERİNİN BELİRLENMESİ VE BAZI İKLİM FAKTÖRLERİYLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

AHMET BURAK DUMLU

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: PROF. DR. UTKU GÜNER

EDİRNE-2023

Ahmet Burak DUMLU'nun hazırladığı "İĞNEADA LONGOZ ORMANLARI SULAK ALANI HAVZA VE ALT HAVZALARININ MİKROBİYAL KİRLİLİK İNDİKATÖRLERİNİN BELİRLENMESİ VE BAZI İKLİM FAKTÖRLERİYLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoloji Anabilim Dalında bir Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvan, Ad, Soyad):	İmza
Prof. Dr. Utku GÜNER	……
Doç. Dr. Burhan ŞEN	……
Prof. Dr. Suzan ÖKTEN	……
Prof. Dr. Bilal BALKAN	……
Doç. Dr. Seda BALKAN	……

Tez Savunma Tarihi: 22/06/2023

Bu tezin Doktora Tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Utku GÜNER ……

Tez Danışmanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

……

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

22/06/2023

Ahmet Burak DUMLU

Doktora Tezi

İğneada Longoz Ormanları Sulak Alanı Havza Ve Alt Havzalarının Mikrobiyal Kirlilik İndikatörlerinin Belirlenmesi Ve Bazı İklim Faktörleriyle İlişkilendirilmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların su kalitesi, bünyesindeki ekosistemlerin ve zengin biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşır. Bu nedenle, İğneada Longoz Ormanları'nın su kaynaklarına yönelik koruma ve yönetim çabaları büyük bir hassasiyetle yürütülmelidir. Bu çalışma kapsamında İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarda bölgesel anlamda belirlenmiş 18 kritik noktadan (istasyon) 2021-2022 yıllarında her mevsim olmak üzere toplamda 144 numune alınmıştır. Havza ve alt havzaların mikrobiyolojik kirliliklerinin saptanması amacıyla geleneksel kültür yöntemiyle ulusal ve uluslararası fekal kirlilik indikatörü olarak kabul edilen ve insan sağlığı açısından önemli fakat fekal olmayan toplam koliform bakteri, fekal koliform bakteri, fekal enterokok (streptokok), *Clostridium perfringens, Clostridia, Pseudomonas aeruginosa,* 37^{o}C ve 22 ^{o}C'de üreyen toplam canlı parametrelerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Su kaynaklarının fizikokimyasal durumu hem numune alımı esnasında hem de laboratuvarda gerçekleştirilen analizler ile saptanmıştır. Elde edilen verilere göre istasyonların, Türkiye'deki mevzuatlar doğrultusunda I ila IV. sınıf aralığında kalite sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen su kaynakları üç ana havzada dağılmakta olup, toplam koliform bakteri açısından kalitesi II-III. sınıf (5422-34675 kob/100ml), fekal koliform bakteri açısından ise II-IV. sınıf (173-11688 kob/100ml) aralığındadır. Havzalara ait numunelerin fizikokimyasal kalitesi genel olarak I. sınıf olmakla birlikte, sonbahar-yaz dönemlerinde yer yer suda çözünmüş oksijen ve renk parametreleri açısından kalitesi IV. sınıfa kadar düşmektedir. Geleneksel kültür metodunun yanı sıra,

konakçıya özgü *Bacteroidales* 16S rRNA genlerini tespit etmeye yönelik evrensel olarak BacUni, insan için HF183 ve Bachum, büyükbaş hayvan için ise BacR ve BacCow yöntemleri ile numunelerin moleküler analizleri gerçekleştirilerek fekal kirlilik kaynağının kirletici bazlı dağılımı kantitatif olarak hesaplanmış ve kültür analizi sonuçları ile istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen moleküler analiz sonuçlarına göre belirtilen yöntemlerin tespit frekansları tüm numunelerde BacUni için yüzde 100, HF183 ve Bachum için sırasıyla yüzde 96,5 ve 94,5; BacCow ve BacR için ise yüzde 92,3 ve 88,1'dir. Büyükbaş hayvan kaynaklı *Bacteroidales* 16S rRNA genlerinin takibinde kullanılan BacCow ve BacR yöntemleri verileri ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasındaki ilişki insan kaynaklı MKT yöntemleri olan HF183 ve Bachum verileri kadar güçlü değildir. Bu durum, İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarda tespit edilen fekal kirliliğin büyük ölçüde insan kaynaklı olduğunu göstermektedir. Araştırma sahasının iklim faktörleri ile mikrobiyolojik parametreler arasında ilişkilerin olduğu ancak bu ilişkilerin genellikle zayıf ila orta düzeyde olduğu görülmektedir. Mevsimsel ortalama sıcaklık ile *Clostridia* (vejetatif+spor) ve 37ºC'de üreyen toplam canlı sayısı arasında orta ila kuvvetli derecede pozitif bir ilişki belirlenmiştir (Spearman $r>0,6$; $p<0,001$). Bununla birlikte fekal grup bakteri verileri ile mevsimsel ortalama sıcaklık arasında zayıf dereceli pozitif bir ilişki tespit edilirken (Spearman $r=0,286$; $p=0,001$), mevsimsel toplam yağış miktarı arasında ise zayıf dereceli negatif bir ilişki gözlenmiştir (Spearman $r= -0,232$; $p=0,005$). Sonuç olarak her ne İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları kapsayan araştırma sahasının 2021-2022 yılları mevsimlere göre ortalama sıcaklık(ºC) ve toplam yağış(mm) verileri ile istasyonlardan elde edilen mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında %95 güven aralığında korelasyon ilişkisi bulunuyor olsa da fekal bakteri verilerinin dağılımında iklimsel faktörlerin etkisinin kuvvetli olmadığı gözlenmiştir.

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 2021/48.

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 232

Anahtar Kelimeler : İğneada, longoz, havza, fekal indikatör, mikrobiyal kaynak takibi, çevresel mikrobiyoloji, kPZR, iklim faktörleri, moleküler biyoloji

PhD Thesis

Determination of Microbial Pollution Indicators of Igneada Flooded Forest Wetland Basin and Sub-Basins and Their Relationship with Some Climate Factors

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Biology

ABSTRACT

The water quality of the basin and sub-basins feeding the Igneada Longoz Forests is of great importance for the sustainability of the ecosystems and rich biodiversity within it. Within the scope of this study, a total of 144 samples were taken in all seasons in 2021-2022 from 18 regionally determined stations. In order to determine the fecal and non-fecal microbiological contamination, analysis of total coliform, fecal coliform, fecal enterococci (streptococci), *Clostridium perfringens*, *Clostridia*, *Pseudomonas aeruginosa* and total bacteria grown at 37^{o}C and 22^{o}C were performed. The physicochemical status of water resources was determined both during sampling and by analyzes carried out in the laboratory. According to the data obtained, the station's water quality are classified between I and IV in line with the regulations in Turkey. The water resources that feed the Igneada Longoz Forests are distributed in three main basins and their quality is between II-III class (5422-34675 cfu/100ml) in terms of total coliform bacteria and II-IV class (173-11688 cfu/100ml) in terms of fecal coliform bacteria. Although the physicochemical quality of the samples belonging to the basins is class I in general, but their quality down class IV in terms of dissolved oxygen and color parameters in the autumn-summer periods. In addition to culture method, molecular analyzes of the samples were performed using the universal BacUni, HF183 and Bachum methods for humans, and BacR and BacCow methods for cattle to detect the host-specific *Bacteroidales* 16S rRNA genes, and the pollutant-based distribution of the fecal pollution source was quantitatively calculated and statistically compared with the results of the culture analysis results. According to the results of the molecular analysis performed, the

detection frequencies of methods were 100 percent for BacUni; 96,5 and 94,5 percent for HF183 and Bachum; 92,3 and 88,1 percent for BacCow and BacR. The relationship between the data of BacCow and BacR methods used in the tracking of *Bacteroidales* 16S rRNA genes from cattle and microbiological culture analysis results is not as strong as the data of HF183 and Bachum, which are human MST methods. This situation shows that the fecal pollution detected in the basins of Iğneada Longoz Forests is largely of human origin. It is seen that there are relations between the climatic factors of the research area and microbiological parameters, but these relations are generally weak to moderate. A moderate to strong positive correlation was determined between the seasonal mean temperature and *Clostridia* and the total bacteria grown at 37ºC (Spearman r>0,6; p<0,001). However, a weak positive correlation was found between fecal group bacteria data and seasonal mean temperature (Spearman r=0,286; p=0,001), while a weak negative correlation was observed between seasonal total precipitation (Spearman r= -0,232; p= 0,005). As a result, although there is a significant correlation between microbiological culture parameters and climatic factors, it was observed that the effect of climatic factors on the distribution of fecal bacteria data was not strong.

This study was funded by Scientific Research Projects Coordination Unit of Trakya University Project number: 2021/48.

Year : 2023
Number of Pages : 232
Keywords : Igneada, floodplain, basin, fecal indicator, microbial resource tracking, environmental microbiology, qPCR, climate factors, molecular biology

TEŞEKKÜR

Öncelikle bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren sevgili danışman hocam Prof. Dr. Utku GÜNER'e,

Doktora tez çalışmama bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan değerli Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri ve görevlilerine,

Arazi çalışmalarımda her türlü lojistik ve ekipman desteğini sağlayan Kırklareli Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğüne,

2021/48 nolu proje ile tez çalışmamı destekleyen Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine,

Bugünlere gelmemde büyük katkısı olan canım annem Gülay DEMİRÖZ'e ve çalışmalarım esnasında her an desteğini yanımda hissettiğim canım eşim Dr. Cansu DUMLU'ya,

Şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
İÇİNDEKİLER ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ xix
ÇİZELGELER DİZİNİ xxv
GİRİŞ 1
SULAK ALANLARA GENEL BAKIŞ 3
2.1. Sulak Alanın Tanımı ve Önemi 3
2.2. Sulak Alanların Sınıflandırılması 6
2.3. Longoz Ormanlarının Genel Özellikleri 9
2.3.1. Longoz Ormanlarının Sağladığı Ekosistem Hizmetleri ve Faydaları 11
2.4. Ramsar Sözleşmesi 12
2.4.1. Ramsar Sözleşmesinin Gelişimi 12
2.4.2. Ramsar Kriterleri 16
2.5. Türkiye'nin Önemli Sulak Alanları 17
SU KAYNAKLARININ MİKROBİYAL KİRLİLİK İNDİKATÖRLERİ VE ANALİZ YÖNTEMLERİ 21
3.1. Su Kaynaklarının Mikrobiyal Kirlilik İndikatörleri 21
3.1.1. Toplam ve Fekal Koliform Bakteriler 23
3.1.2. Bağırsak Enterokokları (Fekal Streptokok) 24
3.1.3. Sülfit İndirgeyen Anaerob Bakteri (*Clostridia*) 25
3.1.3.1. *Clostridium perfringens* 26
3.1.4. Heterotrofik Bakteri Sayımı 26
3.1.5. *Pseudomonas aeruginosa* 27
3.1.6. *Bacteroides* 28

3.2. Su Kaynaklarının Mikrobiyal Analiz Yöntemleri 28
3.2.1. Geleneksel Kültüre Dayalı Yöntemler 28
3.2.2. Moleküler Yöntemler 29
3.2.3. Mikrobiyal Kaynak Takibi 31
3.2.3.1. Kütüphaneye Dayalı Mikrobiyal Kaynak Takibi (KD-MKT) 31
3.2.3.2. Kütüphaneden Bağımsız Mikrobiyal Kaynak Takibi (KB-MKT) 32
İĞNEADA LONGOZ ORMANLARI VE BULUNDUĞU BÖLGENİN MEVCUT DURUMU 37
4.1. İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı 37
4.2. İğneada Longoz Ormanları Flora Özellikleri 39
4.3. İğneada Longoz Ormanları Fauna Özellikleri 42
4.4. Bölgenin Jeolojik, Hidrojeolojik ve Tektonik Yapısı 44
4.5. Bölgenin İklim Elemanlarına Ait Uzun Süreli Veriler 47
4.6. Bölgedeki Yerleşim Alanları ve Özellikleri 49
4.7. Bölgedeki Büyükbaş Hayvancılık 50
ARAŞTIRMANIN AMACI 51
ARAŞTIRMA SAHASI 53
6.1. Bulanık Deresi Havzası ve Yavuz Deresi Alt Havzası 54
6.1.1. Saka Gölü (1S) 56
6.1.2. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) 57
6.1.3. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) 58
6.1.4. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) 59
6.1.5. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) 60
6.1.6. Deniz Gölü (6D) 61
6.1.7. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) 62
6.1.8. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) 63
6.1.9. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) 64
6.1.10. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) 65
6.1.11. Bulanık Deresi – Alt Kol (18B) 66
6.2. Çavuşköprü Deresi Havzası 67
6.2.1. Mert Gölü (11M) 69
6.2.2. Çavuşköprü Deresi (12Ç) 70
6.2.3. İğneada Deresi (13İ) 71

6.2.4. Altın Dere (14A) 72
6.3. Efendi Deresi Havzası 73
6.3.1. Erikli Gölü (15E) 75
6.3.2. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) 76
6.3.3. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E) 77
MATERYAL VE METOT 79
7.1. Numunelerin Alınması ve Laboratuvara Sevki 79
7.2. Fizikokimyasal Analizlerin Gerçekleştirilmesi 80
7.3. Mikrobiyolojik Kültür Analizlerinin Gerçekleştirilmesi 81
7.3.1. Toplam Koliform Bakterilerinin Tespiti 84
7.3.2. Fekal Koliform Bakterilerinin Tespiti 85
7.3.3. Enterokok (Fekal Streptokok) Bakterilerinin Tespiti 86
7.3.4. Sülfit İndirgeyen Anaerob Bakterilerin *(Clostridia)* Tespiti 87
7.3.4.1. *Clostridium perfringens* Bakterisinin Tespiti 88
7.3.5. *Pseudomonas aeruginosa* Bakterisinin Tespiti 89
7.3.6. 22ºC ve 37ºC'de Üreyen Toplam Kolonilerin Tespiti 91
7.4. kPZR Yöntemi ile Moleküler Analizlerin Gerçekleştirilmesi 91
7.5. İklim ve Coğrafi Parametre Verilerinin Elde Edilmesi 93
7.6. Verilerin Görselleştirilmesi, Hesaplamalar ve İstatistiki Analizlerin Gerçekleştirilmesi 93
7.6.1. Temel Bileşenler Analizi (TBA) İle Verilerin İndirgenmesi 94
7.7. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Baz Alınan Referanslar 95
SONUÇLAR VE TARTIŞMA 97
8.1. İğneada Longoz Ormanlarını Besleyen Havza ve Alt Havzalarına Ait Su Numunelerinin Fizikokimyasal ile Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 97
8.1.1. Yavuz Deresi Alt Havzası 97
8.1.1.1. Saka Gölü (1S) 99
8.1.1.2. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) 100
8.1.1.3. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) 102
8.1.1.4. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) 103
8.1.1.5. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) 104
8.1.2. Bulanık Deresi Havzası 106
8.1.2.1. Deniz Gölü (6D) 107

8.1.2.2. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) 109
8.1.2.3. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) 110
8.1.2.4. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) 111
8.1.2.5. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) 112
8.1.2.6. Bulanık Deresi – Alt Kol (18B) 114
8.1.3. Çavuşköprü Deresi Havzası 115
8.1.3.1. Mert Gölü (11M) 117
8.1.3.2. Çavuşköprü Deresi (12Ç) 118
8.1.3.3. İğneada Deresi (13İ) 120
8.1.3.4. Altın Dere (14A) 121
8.1.4. Efendi Deresi Havzası 123
8.1.4.1. Erikli Gölü (15E) 125
8.1.4.2. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) 126
8.1.4.3. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E) 128
8.2. İğneada Longoz Ormanları Havza ve Alt Havzalarına Ait Su Numunelerinin Mikrobiyolojik Kültür ile Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Genel İstatistkiki Değerlendirmesi 129
8.2.1. Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarına Göre Numunelerde Benzerlik ve Aykırılıkların Saptanması 129
8.2.2. Mikrobiyolojik Kültür ile Fizikokimyasal Analiz Sonuçları Arasındaki İlişkinin İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi 131
8.3. İğneada Longoz Ormanları Havza ve Alt Havzalarına Ait Su Numunelerinin Moleküler Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 134
8.3.1. kPZR Analiz Sonuçları ile Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçları Arasındaki İlişkinin İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi 138
8.4. İğneada Longoz Ormanları Araştırma Sahasının 2021-2022 Yıllarındaki İklim Elemanlarına Ait Verilerin Değerlendirilmesi 139
8.4.1. İklim Elemanlarına Ait Veriler ile İstasyonlara Ait Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarının İlişkisinin İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi 141
8.4.2. İstasyonlara Ait Mikrobiyal Kültür ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Mevsimlere Göre Dağılımlarının İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi 143
8.5. Genel Değerlendirme, Tartışma ve Öneriler 145
KAYNAKLAR 155
EK-1: İstasyonlara Ait Dönemsel Analiz Takip Formu 168

EK-2: Saka Gölü (1S)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 169
EK-3: Saka Gölü (1S)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları. 170
EK-4: Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 171
EK-5: Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 172
EK-6: Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 173
EK-7: Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 174
EK-8: Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y)'a Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 175
EK-9: Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y)'a Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 176
EK-10: Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y)'a Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 177
EK-11: Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y)'a Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 178
EK-12: Deniz Gölü (6D)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 179
EK-13: Deniz Gölü (6D)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 180
EK-14: Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B)'na Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 181
EK-15: Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B)'na Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 182
EK-16: Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B)'ye Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 183
EK-17: Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B)'ye Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 184

EK-18: Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B)'na Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 185
EK-19: Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B)'na Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 186
EK-20: Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 187
EK-21: Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 188
EK-22: Bulanık Deresi – Alt Kol (18B)'a Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 189
EK-23: Bulanık Deresi – Alt Kol (18B)'a Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 190
EK-24: Mert Gölü (11M)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 191
EK-25: Mert Gölü (11M)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 192
EK-26: Çavuşköprü Deresi (12Ç)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 193
EK-27: Çavuşköprü Deresi (12Ç)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 194
EK-28: İğneada Deresi (13İ)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 195
EK-29: İğneada Deresi (13İ)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 196
EK-30: Altın Dere (14A)'ye Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 197
EK-31: Altın Dere (14A)'ye Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 198
EK-32: Erikli Gölü (15E)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 199
EK-33: Erikli Gölü (15E)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 200

EK-34: Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 201
EK-35: Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 202
EK-36: Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)'na Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri 203
EK-37: Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)'na Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları 204
EK-38: kPZR Çalışmalarında Referans Alınan Standart Eğriler 205
ÖZGEÇMİŞ 206

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit
&	ve
®	Ticari marka
%	Oran/yüzde
^{o}C	Santigrat
µ	Mikro
µg	Mikrogram
µS	Mikrosiemens
cm	Santimetre
dH_2O	Distile su
g	Gram
H	Hidrojen
kg	Kilogram
l	Litre
log	Logaritma
m	Metre
mg	Miligram
mm	Milimetre
mol	Moleküler ağırlık
mV	Milivolt
n	Sayı
O	Oksijen
p	Anlamlılık değeri
pH	Hidrojen gücü

ppm	Parts per million (Milyonda bir birim)
ppt	Parts per thousand (Binde bir birim)
r	Korelasyon değeri

Kısaltmalar

cfu	colony forming unit
DNA	Deoksiribonükleik asit
DSİ	Devlet Su İşleri (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı bağlı kuruluşu)
EC	Electrical Conductivity (Elektriksel İletkenlik)
FİB	Fekal İndikatör Bakteri
FK	Fekal Koliform
gks	Genom kopya sayısı
HPC	Heterotrophic Plate Count
IBM	International Business Machines®
IEC	International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği)
Kat.	Katalog
KB-MKT	Kütüphaneden Bağımsız Mikrobiyal Kaynak Takibi
KD-MKT	Kütüphaneye Dayalı Mikrobiyal Kaynak Takibi
kob	koloni bakteri
kPZR	Kantitatif Polimeraz Zincir Reaksiyonu (İngilizce qPCR)
LDO	Luminescent dissolved oxygen (Lüminesan çözünmüş oksijen)
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MKT	Mikrobiyal Kaynak Takibi
MST	Microbial Source Tracking

OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
ORP	Oksidasyon redüksiyon potansiyeli
parag.	Paragraf
PP	Polipropilen
PS	Polistren
qPCR	Quantitative polymerase chain reaction
Rep-PCR	Repetitive Palindromic PCR (Tekrarlayan Palindromlara Dayalı PZR)
RfD	Referans değer
SCBWA	State College Borough Water Authority
PCR	Polymerase chain reaction
PZR	Polimeraz zincir reaksiyonu
sp.	Cinse ait belirtilmemiş bir tür
spp.	Cinse ait belirtilmemiş birden fazla tür
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TDS	Total dissolved solids (Toplam çözünmüş katı)
TK	Toplam Koliform
TSA	Triptik Soy Agar
TSA	Tespit sınırın altında
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
UN	United Nations (Birleşmiş Milletler)
USEPA	United States Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)
UV	Ultraviyole
ÜKS	Üreyen Koloni Sayısı
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
YND	Yeni Nesil Dizileme (Next Generation Sequencing)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sulak alanların genel özellikleri [(Wetlands International)'den Türkçeleştirilmiştir.].....5
Şekil 2.2. Sulak alanlar ve derin su habitatlarının sistem, alt sistem ve sınıflarını gösterir hiyerarşik sınıflandırma cetveli. Bataklık sistemleri derin su habitatı içermezler. [(Cowardin, 1979)'den düzenlenmiştir.].....8
Şekil 2.3. Yıllara göre Dünya geneli Ramsar alanlarının sayısı ve büyüklüğünü gösterir grafik [(Ramsar Organisation)'dan Türkçeleştirilmiştir.].....15
Şekil 2.4. Ramsar kritelerine göre toplam Ramsar alanlarının yüzde olarak sınıflandırılması [(Ramsar Organisation)'dan Türkçeleştirilmiştir.] 17
Şekil 3.1. Su kirliliğinin noktasal ve noktasal olmayan kaynakları [SCBWA'dan Türkçeleştirilmiştir.].....22
Şekil 3.2. Bakteriyel kPZR yöntemiyle su kütlesinde fekal kaynağın belirlenmesinin diyagramı [(Nshimyimana, Cruz, Thompson & Wuertz, 2017)'den Türkçeleştirilmiştir.].....35
Şekil 4.1. Erikli Longozu ilkbahar dönemine ait görüntü.....38
Şekil 4.2. İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı sınırlarını gösterir uydu görüntüsü...39
Şekil 4.3. Hamam Gölü'nde yayılış gösteren *Nymphaea alba* (Nilüfer) görüntüsü.....40
Şekil 4.4. İğneada Longoz Ormanları florasına ait bazı önemli türler. *Pancratium maritimum*-Kum zambağı (üstte solda), *Verbascum bugulifolium*-Alaca sığırkuyruğu (üstte sağda), *Rhododendron ponticum*-Mor çiçekli orman gülü (altta) (Fotoğraflar: Cansu Dumlu). 41
Şekil 4.5. İğneada Longoz Ormanları faunasına ait bazı önemli türler. *Pelophylax ridibundus*-Ova kurbağası (üstte solda), *Ardeola ralloides*-Alaca balıkçıl (üstte sağda), *Felis silvestris*-Yaban kedisi (altta) (Fotoğraflar: A.B. Dumlu, Cansu Dumlu) 44
Şekil 4.6. Türkiye'nin tektonik yapısı (Parlak ve Sayılı, 2012) 45
Şekil 4.7. Bulanık Deresi havzası ve alt havzaları (Ege, 2022).....46

Şekil 4.8. Çavuşköprü Deresi havzası ve alt havzaları (Ege, 2022) 46
Şekil 4.9. Efendi Deresi havzası ve alt havzaları (Ege, 2022) 47
Şekil 4.10. Demirköy ve İğneada'ya ait aylara göre uzun süreli ortalama sıcaklık ve toplam yağış grafiği 49
Şekil 6.1. İğneada Longoz Ormanları besleyen havza ve alt havzaları üzerinde belirlenen numune alma noktalarının uydu görüntüsü üzerinde gösterimi 54
Şekil 6.2. Bulanık Deresi üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü 54
Şekil 6.3. Yavuz Deresi üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü 55
Şekil 6.4. Bulanık Deresi havzasındaki tüm istasyonları gösterir diyagram 56
Şekil 6.5. Saka Gölü (1S) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 57
Şekil 6.6. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 58
Şekil 6.7. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 59
Şekil 6.8. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 60
Şekil 6.9. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 61
Şekil 6.10. Deniz Gölü (6D) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 62
Şekil 6.11. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 63
Şekil 6.12. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 64
Şekil 6.13. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 65
Şekil 6.14. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 66
Şekil 6.15. Bulanık Deresi – Alt Kol (18B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 67

Şekil 6.16. Çavuşköprü Deresi havzası üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü 68
Şekil 6.17. Çavuşköprü Deresi havzasındaki tüm istasyonları gösterir diyagram..... 68
Şekil 6.18. Mert Gölü kuşbakışı görünümü (Granikos Travel) 69
Şekil 6.19. Mert Gölü (11M) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 70
Şekil 6.20. Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 71
Şekil 6.21. İğneada Deresi (13İ) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 72
Şekil 6.22. Altın Dere (14A) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 73
Şekil 6.23. Efendi Deresi havzası üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü 74
Şekil 6.24. Efendi Deresi havzasındaki tüm istasyonları gösterir diyagram 74
Şekil 6.25. Erikli Gölü kuşbakışı görünümü (Kırklareli İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü) 75
Şekil 6.26. Erikli Gölü (15E) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar 76
Şekil 6.27. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar..... 77
Şekil 6.28. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar..... 78
Şekil 7.1. Laboratuvarda gerçekleştirilen bulanıklık (üst-sol), renk (üst-sağ) ve toplam alkalinite (alt-orta) analizinden görüntüler 81
Şekil 7.2. Membran filtrasyon ekipmanı genel görünümü 82
Şekil 7.3. Orijinal örnekten desimal dilüsyon serilerinin hazırlanması (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2015)..... 83
Şekil 7.4. Seyreltmelerde membran filtrasyon işleminin gerçekleştirilmesi (Berberoğlu, 2013). 83
Şekil 7.5. Koliform şüphelisi (leylak koloni) ve *E.coli* bakterilerinin (lacivert koloni) kromojenik koliform besiyerinde genel görünümü 85

Şekil 7.6. Fekal koliform bakterilerinin (mavimsi koloni) mFC besiyerinde genel görünümü (solda). Aynı numunenin kromojenik koliform besiyerindeki *E.coli* üremeleri ile mFC besiyerinde fekal koliform üremelerinin karşılaştırmalı izlenmesi (sağda).....86
Şekil 7.7. Fekal streptokok şüpheli kolonilerin Slanetz ve Bartley besiyerinde (solda-kırmızımsı siyah koloni) ve fekal streptokok pozitif kolonilerin safra eskulin azid agar besiyerinde (sağda) genel görünümü.....87
Şekil 7.8. Sülfit indirgeyen anaerob bakterilerin TSC besiyerinde (siyah koloni) genel görünümü.....88
Şekil 7.9. *C.perfringens* (vejetatif+spor) şüphelilerinin m-CP agar besiyerinde (solda-opak sarı koloni) ve doğrulanmış bakterilerin (sağda-pembemsi koloni) genel görünümü 89
Şekil 7.10. *P.aeruginosa* bakterisinin şüpheli ve doğrulanmış çeşitli besiyerlerde gösterimi. Üstte solda CN Agar besiyerinde UV(+) *P.aeruginosa* şüphelisinin ve sağda aynı besiyerde piyosiyanin gözlemlenen kolonilerin (yeşil) doğrudan pozitif olarak tespit edilmesi. Altta ise şüpheli beyaz kolonilerin asetamit sıvı besiyerinde Nessler reajeni muamelesi sonucu amonyak çıkışı olduğunun tespiti.....90
Şekil 7.11. Maya ekstraklı agar besiyerinde plak dökme yöntemiyle üreyen kolonilerin genel görünümü.....91
Şekil 8.1. Yavuz Deresi alt havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü.....97
Şekil 8.2. Yavuz Deresi alt havzası mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 5Y> | 4Y>, 3Y>2Y>1S).....98
Şekil 8.3. Saka Gölü (1S) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi.....99
Şekil 8.4. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi.....101
Şekil 8.5. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi.....102
Şekil 8.6. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi.....103
Şekil 8.7. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi.....105

Şekil 8.8. Bulanık Deresi havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü 106
Şekil 8.9. Bulanık Deresi havzası mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarının genel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 18B> | 10B>9B>,8B>7B>6D) 106
Şekil 8.10. Deniz Gölü (6D) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 108
Şekil 8.11. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 109
Şekil 8.12. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 110
Şekil 8.13. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 111
Şekil 8.14. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 113
Şekil 8.15. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (18B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 114
Şekil 8.16. Çavuşköprü Deresi havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü 115
Şekil 8.17. Çavuşköprü Deresi havzası mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarının genel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 12Ç | 13İ | 14A > 11M) 116
Şekil 8.18. Mert Gölü (11M) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 117
Şekil 8.19. Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 119
Şekil 8.20. İğneada Deresi (13İ) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 120
Şekil 8.21. Altın Dere (14A) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 122
Şekil 8.22. Efendi Deresi havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü 123
Şekil 8.23. Efendi Deresi havzası mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarının genel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 17E > 16E > 15E) 124

Şekil 8.24. Erikli Gölü (15E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 125
Şekil 8.25. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 127
Şekil 8.26. Efendi Deresi - Kaynakların Birleşme Noktası (17E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi 128
Şekil 8.27. İstasyonlara ait 2021-2022 yılları genel log_{10} genom kopya sayısı (gks) ortalamalarına ait çizgi grafiği 135
Şekil 8.28. Mevsimlere göre istasyonlara ait ortalama kPZR analiz sonuçları 137
Şekil 8.29. Araştırma sahasının 2021-2022 yılları aylık ortalama sıcaklık (^oC) ve toplam yağış (mm) verilerinin görselleştirilmiş sunumu 140

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye'nin önemli sulak alanları (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü) 19
Çizelge 3.1. Yaygın olarak kullanılan MKT yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları [(Vadde, 2018)'den Türkçeleştirilmiştir.] 34
Çizelge 4.1. Demirköy ve İğneada'ya ait uzun süreli aylara göre ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri [MGM'den aktaran (Ege, 2022)] 48
Çizelge 4.2. İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların çevresinde bulunan yerleşim yerlerinin 2021-2022 nüfusları ve yüzdelik değişim oranları (Türkiye İstatistik Kurumu). 49
Çizelge 4.3. İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların çevresinde bulunan yerleşim yerlerindeki 2021-2022 büyükbaş hayvan verisi ve yüzdelik değişim oranları 50
Çizelge 6.1. Bulanık Deresi havzasındaki ve Yavuz Deresi alt havzasındaki tüm istasyonların bilgi ve koordinatları çizelgesi 56
Çizelge 6.2. Çavuşköprü Deresi havzasındaki tüm istasyonların bilgi ve koordinatları çizelgesi 69
Çizelge 6.3. Efendi Deresi havzasındaki tüm istasyonların bilgi ve koordinatları çizelgesi 75
Çizelge 7.1. 2021 ve 2022 yıllarında istasyonlardan mevsimlere göre numune alma zamanları 80
Çizelge 7.2. Mikrobiyolojik kültür çalışmasında analiz edilen parametreler 84
Çizelge 7.3. kPZR analizlerinde baz alınan yöntemler ve yöntemlere ait genel bilgilerin gösterimi 92
Çizelge 7.4. kPZR çalışmasına ait genel ısı döngü programı 93
Çizelge 7.5. TBA'ya ait KMO ve Bartlett's testi sonuçları 94
Çizelge 7.6. TBA sonucu elde edilen faktörler 94

Çizelge 7.7. Rotasyon sonucu oluşan değişkenlerin faktörlere dağılımı 95
Çizelge 7.8. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde referans alınan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nin ilgili kısmı 96
Çizelge 7.9. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde referans alınan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Ek Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nin ilgili kısmı ilgili kısmı 96
Çizelge 8.1. K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre kümelere ait genel bilgiler 130
Çizelge 8.2. K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre mikrobiyolojik parametrelerin küme ayırıcı özellikleri 130
Çizelge 8.3. K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre kümelere ait 100 ml'de ortalama koloni bakteri verileri. 131
Çizelge 8.4. Mikrobiyolojik Kültür ile Fizikokimyasal Analiz Sonucu Korealasyon Tablosu 132
Çizelge 8.5. kPZR çalışmalarında referans olarak kullanılan standart eğrilere ait sayısal veriler 134
Çizelge 8.6. İğneada Longoz Ormanları havza ve alt havzalarının su örneklerinde MKT yöntemlerinin mevsimsel olarak tespit frekansları 135
Çizelge 8.7. kPZR ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında gerçekleştirilen Spearman sıra korelasyonu analizine ait veriler 138
Çizelge 8.8. Araştırma sahasının 2021-2022 yılları aylık ortalama sıcaklık (ºC) ve toplam yağış (mm) verileri 139
Çizelge 8.9. Araştırma sahasının 2021-2022 yılları mevsimlere göre ortalama sıcaklık (ºC) ve toplam yağış (mm) verileri (2020 Aralık dahil) 141
Çizelge 8.10. İklim verileri ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında gerçekleştirilen Spearman sıra korelasyonu analizine ait veriler 142
Çizelge 8.11. İstasyonlara ait mikrobiyolojik kültür ve fizikokimyasal parametrelerin analiz sonuçlarının mevsimlere göre dağılımını gösterir Kruskal-Wallis testi tablosu 144

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Belli bir bölgede yaşayan ve birbirleriyle sürekli etkileşim halinde olan canlılar ile çevreleriyle oluşturduğu bütüne ekosistem adı verilmektedir. Yeryüzü üzerinde oldukça fazla ve birbirinden farklı ekosistem mevcuttur ve her birinin kendi içerisinde bir dengesi ve işleyişi bulunmaktadır. Yeryüzündeki tüm canlıların yaşamı su, toprak ve havaya bağlı olmasının yanında suyun ise bunların içinde önemi çok daha fazladır. Çünkü dünyanın ve canlılarının yapısının büyük bir bölümünü su oluşturmaktadır. Dünyadaki mevcut suyun yaklaşık %3'ü kullanılabilir durumdadır. Bu durum, mevcut kullanılabilir suların kirlenmeye karşı korunmalarının önemini ortaya koymaktadır.

Su, insan ve doğal çevre için hayati bir kaynaktır (Oki ve Kanae, 2006). Su kirliliği; kimyasal, fiziksel, patojenik mikroplar veya radyoaktif maddeler gibi kirleticiler doğal su kütlelerine (Nehirler, Göller, yeraltı suları ve okyanuslar) girerek su kalitesinde değişikliklere yol açarak ve insan sağlığına ve çevreye zarar verdiğinde meydana gelir (Briggs, 2003). Kentsel, tarımsal ve endüstriyel kaynaklardan gelen atık suyun yetersiz iyileştirilmesi veya yönetimi, su kaynaklarında tehlikeli seviyelerde kimyasal ve biyolojik kirleticilerin birikmesine neden olabilir (Stevens, Mascarenhas & Mathers, 2009). Bundan dolayı sucul ekosistemlerde ekosistemin kendi aktiviteleri sonucu doğal olarak meydana gelen ya da çevreden ortama kontamine olarak ortaya çıkan pek çok zararlı madde bulunabilir. Bu zararlı maddelerin bir kısmı zararsız duruma getirilebilir ya da tamamı bertaraf edilebilir. Ancak zararlı maddenin yoğunluğu bertaraf edilemeyecek boyutlara ulaşırsa ekosistemin tüm elemanları için çok ciddi olumsuzluklara yol açabilir. Ekosistemde bozulmaların meydana gelmesi kirliliğin önemli göstergelerinden biridir.

Sucul ekosistemde yaşayan tüm elemanların üzerinde yapılacak inceleme doğrultusunda kirliliğin varlığı tespit edilebilir. Kaynağı ne olursa olsun kirleticinin ortama hangi düzeyde katıldığı ve mortalitesinin ne olduğu; kirleticinin türüne ve ekosistemin kimyasal, biyolojik ve fiziksel yapısıyla doğru orantılı olarak değişmektedir.

Memelilerin ve kuşların fekal atıkları dünya genelinde gerek insanlar için tüketime sunulan gerekse tarımsal faaliyetler için kullanılan suları kirletmektedir. İnsan yaşadığı çevre ile bir bütün oluşturması neticesinde yaşamsal faaliyetleri sonucu ekosistemler üzerinde etki bırakması oldukça olağandır. Ancak yaşamsal faaliyetlerinin yanı sıra doğadan faydalanması çıkara yönelik tek taraflı olduğunda ortaya sonuçları çözümsüz sorunlar çıkarmaktadır. Ekolojik sorunların kökenleri çok daha eskiye dayansa da özellikle sanayileşme ile birlikte hızlı kentleşme ve nüfus artışı, buna bağlı olarak doğal kaynakların gereğinden fazla tüketimi önemli çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ekolojik süreçler belli bir noktaya kadar kendisini dengeye getirebilmekte olup kirletici unsurların haddinden fazla ekosistemlere girmesi bu durumu imkansız hale getirmektedir.

Taşkın ormanları olarak da adlandırılan longoz ormanları, dünyadaki en kırılgan ve nadir ekosistemlerden biridir. Tüm dünyada bu alanlar sayıca sınırlı olup yerel, ulusal, bölgesel ve küresel düzeyde çok önemlidir. Avrupa Yaban Hayatı ve Doğal Habitatlarının Korunmasına İlişkin Bern Sözleşmesi'nde, longoz ormanları tehdit altındaki bir habitat olarak tanımlanmaktadır (Menteş, 2019). Longozun degredasyonu, tatlı su biyolojik çeşitliliğindeki hızlı bozulmayla bağlantılı olmakla birlikte bu sonucun başlıca nedenleri tür istilası, habitat değişikliği ve kirliliktir. Avrupa'da longoz ormanları, Avrupa Habitatlar Direktifi Ek I'de “öncelikli orman habitat türü” olarak listelenmekte olup yüksek tehdit altındaki doğal ekosistemler arasında kabul edilmektedir (Hughes, 2003). İğneada longoz ormanları, Türkiye'nin en büyük orman-bataklık ekosistemlerinden biridir. Trakya'da Istranca (Yıldız) Sıradağları'ndan (Bulgarca Istranca veya Istranca Dağları) Karadeniz'e doğru akan nehirler, bazı göl ve bataklıkları içeren longoz bölgesinde son bulur. Böylece bu alan birçok farklı ekosistemi içinde barındıran çok önemli sulak alanlar haline gelmiştir (Camur-Elipek, Kirgiz, Oterler & Tas, 2015). Bundan dolayı İğneada longoz ormanlarını besleyen havza ve alt havzalarının su kalitelerinin bozulmaması, longozun sahip olduğu ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğinin sürdürülebilir olması için hayati bir öneme sahiptir.

BÖLÜM 2

SULAK ALANLARA GENEL BAKIŞ

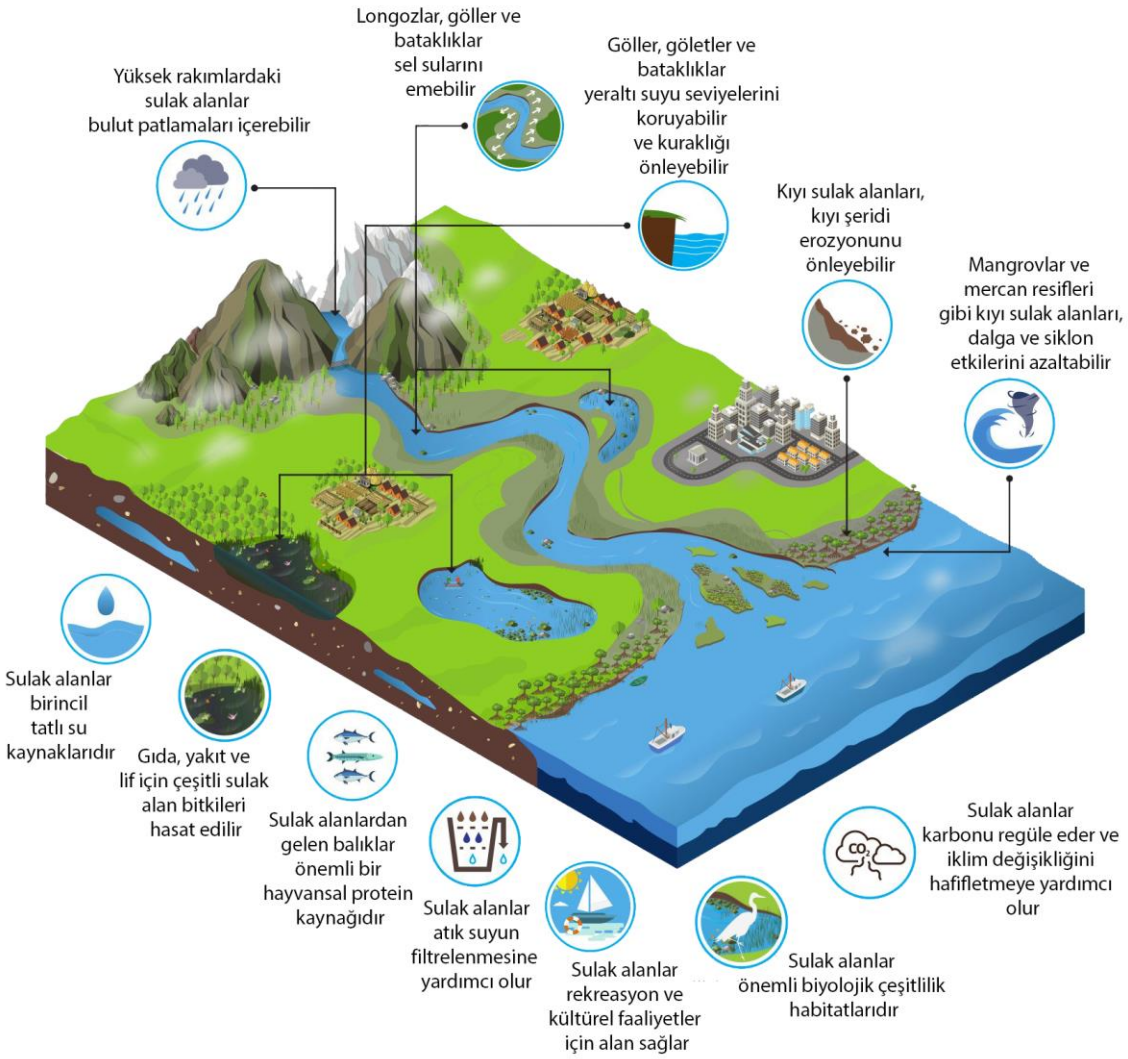
2.1. Sulak Alanın Tanımı ve Önemi

Sulak alanlar Ramsar'da tanımlandığı üzere bataklıklar, turbalıklar, longozlar, nehirler ve göller gibi çok çeşitli habitatları; tuzlu bataklıklar, mangrovlar ve deniz otu yatakları gibi kıyı alanlarını; ayrıca mercan resiflerini ve gelgitte altı metreden daha derin olmayan diğer deniz alanlarını içerir. Bununla birlikte insanlar tarafından yapılan barajlar, atık su arıtma havuzları ve rezervuarlar da sulak alan kapsamında değerlendirilmektedir (Horwitz, Finlayson & Weinstein, 2012). Maltby (2013) sulak alanı, oluşumları ve süreçleri özellikle suyun yönlendirdiği ve egemen olduğu bir ekosistem olarak tanımlamış olup sulak alanların suya adapte olmuş bitki örtüsü ve diğer organizmaları üretecek kadar uzun süre ıslak olan bir yer olarak tanımlamıştır. Bu tanımlara paralel olarak Türkiye Cumhuriyeti mevzuatı kapsamında 04.04.2014 tarihli 28962 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nde ise sulak alan; tabii veya suni, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyeler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan sulak alan kalan yerler olarak tanımlanmıştır. Tüm sulak alanların ortak faktörü yılın en azından bir kısmı için yüzeyde veya yüzeye yakın su varlığının mevcudiyetidir. Sulak alanlarda yetişen bitkiler, ağaçlar, çalılar ve diğer bitki örtüsü, yağış düzenlerine ve diğer hidrolojik kontrollere dayalı olarak periyodik olarak ıslak olan toprakta yaşamalarına izin veren adaptasyonlara sahiptir (Mitsch ve Gosselink, 2015).

Sulak alanların dinamik doygunluğu azot, fosfor, karbon ve diğer elementlerin dönüşümlerini ve hareketliliğini etkileyen farklı türdeki mikropları ve diğer organizmaları destekler. Organik maddenin anaerobik bozunmasından kaynaklanan işlemler, genellikle deniz ortamlarında yaygın olarak tanınan kükürt ve tatlı su bataklıklarında metan kokularına yol açar. Önceki çalışmalar, doğal sulak alanların, haliç ve deniz kıyısı bölgelerindeki organik kirleticiler için yutak görevi gördüğünü göstermiştir (Sakari vd., 2014). Sulak alanlar, yüzey sularına girmeden önce tarım ve kentsel alanlar dahil olmak üzere akış kaynaklarından gelen kirleticileri filtreledikleri için "doğanın böbrekleri" olarak adlandırılır (Mitsch, Bernal & Hernandez, 2015). Ayrıca sulak alanlar biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmakla birlikte aynı zamanda birçok bitki ve nesli tükenmekte olan türler için yaşam alanı sağlamak gibi çevre için birçok olumlu işlev sağlamaktadır (H. Liu, Zhang, Li, Lu & Yang, 2004) (Şekil 2.1). Risk altındaki sulak alanlar, komşu yüzey sularına kirlilik yüklenmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca akıştaki yüksek konsantrasyonlarda bulunan toksik madde, metal veya organik kirleticiler ya da sulak alanın depolama kapasitesini etkileyecek ve işlevini azaltacak kadar bozan aşırı girişler sucul ekosistem için risk oluşturan etmenlerdir (Haddaji, Ghrabi-Gammar, Hamed & Bousselmi, 2019; US Environmental Protection Agency (USEPA), 2001).

Topografik konumları nedeniyle sulak alanlar doğal olarak besin yutağıdır. Diğer bir deyişle sulak alanlar besinleri absorbe/adsorbe ederler. Son araştırmalar, sulak alanların besin maddelerinin absorbsiyonu ve adsorpsiyonu bakımından genellikle çeşitli olduğunu göstermiştir (Braddock ve Hennessey, 2018; Kent, 1994; Mitsch ve Gosselink, 2015). Besinlerin absorbe/adsorbe edilmesi hidrolojiye, mevsime, topografik konuma, toprak yapılarına ve sıcaklığa bağlıdır (Braddock ve Hennessey, 2018). Bazı sulak alanlar net olarak besin biriktiricisiyken, diğer sulak alanlar ise besin üreticisi durumundadır (Hengel, 2018). Bu durum yıldan yıla değişebilir, bir yıl bir sulak alan besinler için bir yuva görevi görürken sonraki yıl aynı sulak alan besinleri serbest bırakabilir. Sulak alanlar, fırtına/sel olayları sırasında akışı büyük miktarda emdiği ve olayın tamamlanmasının ardından yavaşça suyu saldığı için ekosistemler için regüle edicidir (Braddock ve Hennessey, 2018). Sulak alanlar 14 milyon litre/hektar su tutma kapasitesine sahiptir (Braddock ve Hennessey, 2018; US Environmental Protection Agency (USEPA), 1988). Bununla birlikte bir sulak alanın topografik konumu taşkının

azaltılmasının itici gücüdür. Öyle ki izole sulak alanlar taşkının depolanmasından ziyade akışın depolanması görevini üstlenir (Hengel, 2018).



Şekil 2.1. Sulak alanların genel özellikleri [(Wetlands International)'den Türkçeleştirilmiştir.]

Bir sulak alanın hidrolojisi, yüzey suyuyla sınırlı değildir, aynı zamanda yeraltı suyuyla etkileşimi yoluyla da değer kazanır. Sulak alanlar ya yeraltı suyunu besler ya da yeraltı suyundan beslenir. Bu işlev, yeraltı suyu kaynağını yeniden besleyen sulak alanların sürdürülmesi ve korunması için değerlidir (Braddock ve Hennessey, 2018; Mitsch ve Gosselink, 2015). Sulak alan sınıflandırma sistemleri ve envanterleri, kısmen tartışılan işlev ve değerlere dayalı olarak sulak alanların değerlendirilmesi için yollar sağlar ve bu nedenle yönetim ve koruma planlarının uygulanmasına, araştırmaların

yürütülmesine ve vahşi yaşam habitatının korunmasına yardımcı olur (Braddock ve Hennessey, 2018; Schempf, 1992).

2.2. Sulak Alanların Sınıflandırılması

Sulak alanlar sahip oldukları zengin biyolojik çeşitlilikleri sebebiyle dünyanın en önemli ekosistemlerinden biridir. Sulak alanların su, toprak ve canlı olmak üzere üç adet temel bileşeni bulunmaktadır. Bu sebeple suyun olabildiği bütün ortamlarda bulunan sulak alanlar farklı coğrafik özelliklere sahip alanlarda farklı şekillerde karşımıza çıkabilmektedir. Yüzey akışı, yeraltı suyu, yağış, taşkınlar ve gel-git durumları gibi hidrolojik hareketler, besin maddeleri ve enerjiyi sulak alanlara ulaştırırken sulak alan da diğer alanları besler. Su kayıpları ise genellikle terleme, buharlaşma, yeraltına sızıntı ile dereler ve nehirler gibi su kolları tarafından dışarı akış ile ve gel-git durumlarındaki su çıkışı ile gerçekleşmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2013).

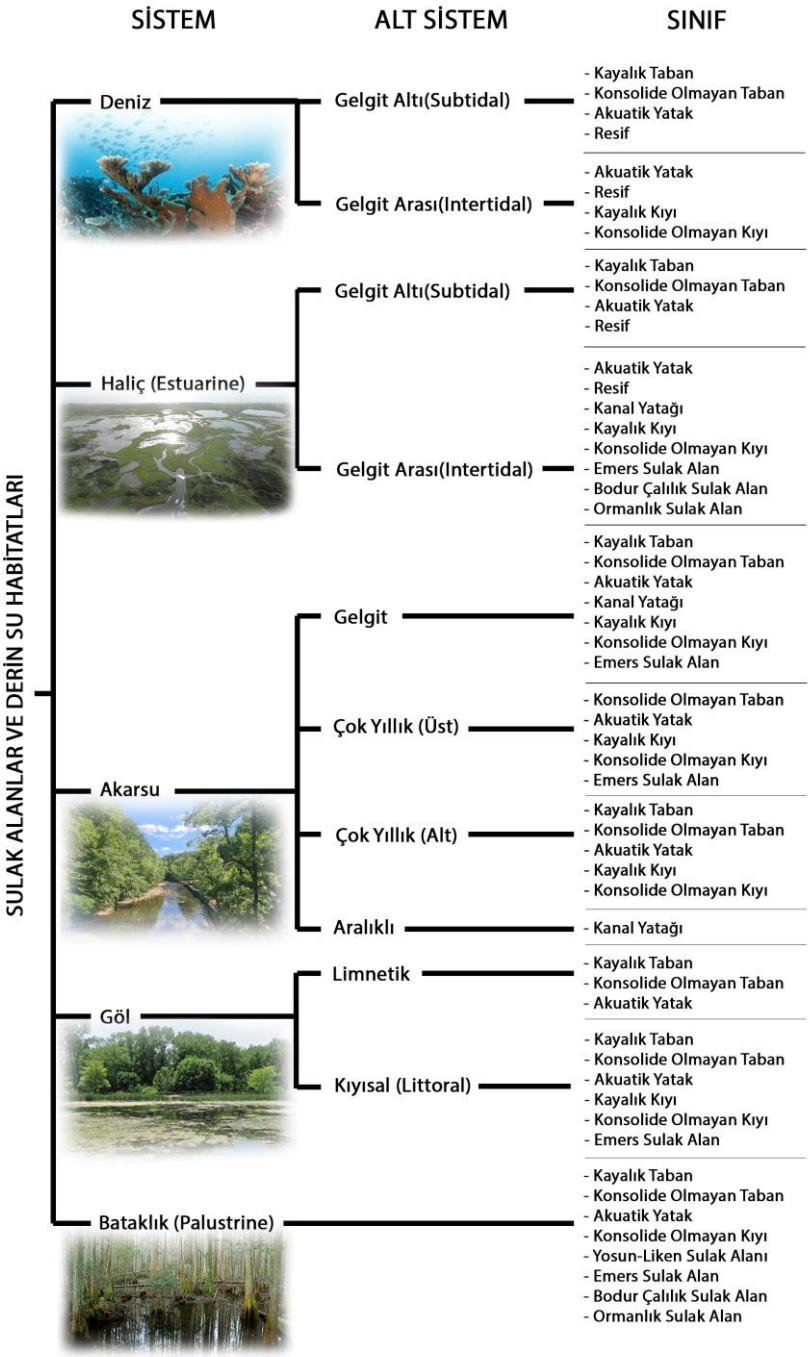
Sulak alan sınıflandırmalarının ve envanterlerinin rolü, sulak alanları sınıflandırmak için gerekli araçları ve çerçeveyi sağlamaktır (Braddock ve Hennessey, 2018; Finlayson ve Van der Valk, 1995; Mitsch ve Gosselink, 2015; Schempf, 1992). Sınıflandırmalar sulak alanları ulusal düzeyde (Brinson, 1993; Cowardin, 1979; Smith, Ammann, Bartoldus & Brinson, 1995) veya bölgesel düzeyde (Euliss vd., 2004; Stewart ve Kantrud, 1971) kategorize edebilir. Her iki sınıflandırma düzeyi de sulak alanların korunmasını, sulak alan araştırmalarını ve sulak alan yönetimini yönlendiren önemli araçlar sağlar. Bu sınıflandırmalar, alanın konumu, hidrolojik rejimler, habitat, arazi kullanımı, bitki örtüsü yapıları, hidrodinamik, hidrolojik akış ve iklimsel değişiklikler gibi farklı sulak alan niteliklerini kullanarak sulak alanları kategorize eder (Brinson, 1993; Cowardin, 1979; Euliss vd., 2004; Smith vd., 1995; Stewart ve Kantrud, 1971). Her sınıflandırmadaki farklılıklar birbiriyle çelişmez, bunun yerine her sınıflandırma sisteminin bileşenlerini dahil etmek, sulak alanların sınıflandırılmasının ayrıntılarını ve doğruluğunu önemli ölçüde artırabilir (Hengel, 2018). Ülkemizdeki sulak alanların karakterlerine çok uyan bir sınıflama Europian Community (1993) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, sulak alanlar 7 ana grupta toplanmıştır: 1. Haliç ve deltalar, 2. Tatlı su bataklıkları, 3. Göller, 4. Nehir ve taşkın ovaları, 5. Turbalıklar, 6. Kıyısal sulak

alanlar, 7. İnsan yapısı sulak alanlardır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2013).

Global ölçekte kıtaların coğrafik ve iklimsel özelliklerine göre birçok sulak alan sınıflandırılması yapılmıştır. Bunlar arasında Amerika'nın sulak alanlarına uygun olarak tasarlanmış Circular 39 (1956), bataklık alanların sınıflandırılmasında referans olarak alınan Stewart ve Kantrud Sınıflandırması (1971) ile genel olarak sulak alan sınıflandırılmasına rehberlik eden Cowardin Sınıflandırması (1979) en önemlileridir.

Cowardin sisteminde bir sulak alanı tanımlamaya yönelik üç temel nitelik mevcuttur. Bu nitelikler hidrofit varlığı ve baskınlığı, drenajsız hidrolik toprak baskınlığı ve doymuş toprak veya büyüme mevsimi boyunca yüzey suyuyla kaplı toprak durumudur (Cowardin, 1979; Cowardin ve Golet, 1995; Mitsch ve Gosselink, 2015; Schempf, 1992). Cowardin sistemi topografik konum, hidrolojik rejim ve habitatı içeren sistemlerin, alt sistemlerin, sınıfların, alt sınıfların ve dominans türlerin ayrımını sağlayan hiyerarşik bir sistemdir (Braddock ve Hennessey, 2018; Cowardin, 1979; Cowardin ve Golet, 1995; Detenbeck, 2001; Hengel, 2018; Mitsch ve Gosselink, 2015; Schempf, 1992). Sistem, bir sulak alanı tanımlamak için hidrolojik, jeomorfolojik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik göstergeleri kullanır (Cowardin ve Golet, 1995; Mitsch ve Gosselink, 2015). Sistem kategorileri deniz, nehir ağzı, nehir, göl ve palustrini (iç kesim bataklık) içerir (Cowardin, 1979; Hengel, 2018). İç kesim bataklık sistemi hariç her sistem alt sistemlere bölünmüştür. Bu alt sistemler, su derinliği ve su kalıcılığı gibi hidrolojik hususlara dayanmaktadır (Cowardin ve Golet, 1995). Denizel ve nehir ağzı ekosistemi (haliç/estuarine) gelgit altı ve gelgit arası olarak; göl ekosistemi (lacustrine) limnetik ve kıyısal (littoral) olarak; akarsu (riverine) ekosistemi ise gelgit, çok yıllık (üst ve alt) ve aralıklı olarak ayrılır (Cowardin, 1979). Sınıflandırma sisteminin daha ayrıntılı olarak ayrımı, mevcut bitkisel yapı ya da mevcut substrata göre sınıflar ve alt sınıflar olarak bilinir (Cowardin, 1979; Mitsch ve Gosselink, 2015). Yüzde 30 veya daha fazla bitkisel örtüye sahip sulak alanlar vejetatif sınıflara göre aksi takdirde substrat sınıflarına göre sınıflandırma detaylandırılır (Mitsch ve Gosselink, 2015). Bitkisel yapı için tanımlanan sınıflar arasında su yatağı, yeni ortaya çıkan sulak alan, bodur çalılık sulak alan, ormanlık sulak alan ve yosun-liken sulak alanı yer alır. Alt katman sınıfları arasında kayalık taban, konsolide olmayan kıyı, kayalık kıyı, akarsu yatağı ve resif bulunur. Alt sınıflar, sulak alanda bulunan bitki örtüsü türlerine (sürekli ortaya çıkan, yaprak döken, yaprak

dökmeyen) ve alt katman türlerine (ana kaya, organik, çamur, yuvarlak taş) göre derinleşir (Şekil 2.2) (Cowardin, 1979; Cowardin ve Golet, 1995). Dominans tip ise Cowardin sisteminin en düşük seviyesidir ve sulak alanda bulunan baskın türleri tanımlar (Hengel, 2018).



Şekil 2.2. Sulak alanlar ve derin su habitatlarının sistem, alt sistem ve sınıflarını gösterir hiyerarşik sınıflandırma cetveli. Bataklık sistemleri derin su habitatı içermezler. [(Cowardin, 1979)'den düzenlenmiştir.]

Cowardin sisteminin son bileşeni ve topografya üzerinde bir sulak alanı diğerinden ayıran en önemli bileşenlerden biri ise değiştiricilerdir (modifiers) (Mitsch ve Gosselink, 2015). Değiştiriciler, sulak alanın su rejimini, toprağını ve tuzluluğunu tanımlar. Su rejimi göstergeleri, taşkınların sıklığını ve süresini tanımlar (Cowardin ve Golet, 1995). Örneğin gelgit olmayan (non-tidal) değiştiriciler kalıcı taşkın, yarı kalıcı taşkın, aralıklı taşkın ve maruziyet, mevsimsel taşkın, geçici taşkın, ve yapay taşkını içerirler. Toprak değiştiriciler ise yalnızca ortaya çıkan bitki örtüsünü destekleyen konsolide olmayan alt tabaka içindir. Bu değiştiriciler mineral toprakları ve organik toprakları içerir. Son olarak, bozulan herhangi bir sulak alanı tanımlamak için özel değiştiriciler vardır. Bu özel göstergelerden bazıları kazılmış, su tutulmuş, dikilmiş, ekilmiş ve yapay değiştiricilerdir (Cowardin, 1979; Cowardin ve Golet, 1995).

Cowardin sisteminin güçlü yönlerinin yanı sıra bazı sınırlamaları da vardır. Cowardin sınıflandırma sisteminin geliştirilmesinde, Cowardin ve Golet karşılaşılan bazı sorunları ve aksaklıkları tanımlamıştır. Bu aksaklıklar, bir sulak alan tanımının geliştirilmesini, sınıflandırma taksonlarının tanımını, sınıflandırma sistemini destekleyecek veri eksikliğini ve sınırlamalarını içermektedir (Cowardin ve Golet, 1995). Shempf, sınıflandırmanın sınıflandırma kategorilerine ilişkin yeterli ayrıntı ve veriden yoksun olduğunu, ayrıca habitat ve topluluk yapılarının ayrımını kısıtlayan spesifik vejetasyon fazlalığında hiyerarşik ayrıntıların yetersizliğini belirtmiştir (Schempf, 1992). Sınıflandırma sistemindeki diğer sınırlamalar ise belirli bir sulak alanın nasıl işlediğine dair çeşitli göstergeleri içermektedir. Bunlar, sulak alan eğimleri, havza boyutu, su kaynağı ve transportu, açık suyun vejetasyon ile etkileşimi, arazi kullanımı ve komşu/bölgesel sulak alanlara kıyasla topografik konum ve koşullarıdır (Adamus, 1992; Dethier, 1990; Schempf, 1992). Cowardin sınıflandırma sisteminin güçlü yönleri ise birden fazla seviyede kullanılabilmesi ve verilerin kolayca gözlemlenebildiği alanlarda yüksek düzeyde doğruluk ve ayrıntıya izin vermesidir (Schempf, 1992).

2.3. Longoz Ormanlarının Genel Özellikleri

Longoz, subasar ya da taşkın alanları genellikle "nehir ve göllerin yanal taşması ve/veya doğrudan yağış veya yeraltı suyu ile periyodik olarak su altında kalan; bunun sonucunda ortaya çıkan fizikokimyasal çevre ile biyotanın morfolojik, anatomik, fizyolojik, fenolojik ve/veya etolojik adaptasyonlarla yanıt vermesine ve karakteristik

topluluk yapıları üretmesine neden olan alanlar" olarak tanımlanmaktadır (Junk, Bayley & Sparks, 1989). Bu nehir sistemlerindeki ağaç türlerinin dağılımını ve gelişimini birden fazla faktör kontrol eder. Nispeten küçük alana rağmen nehir kıyısı habitatları, bölgesel biyolojik çeşitliliğin büyük bir bölümünü oluşturur ve genellikle yukarı eğimli habitatlardan daha fazla sayıda tür içerir (Hunter ve Hunter Jr, 1999; Pielech, 2021). Yerel ölçekte orman üretkenliği, su akışı, toprak nemi, hidrolojik ve bozulma rejimleri dahil diğer fiziksel faktörlerdeki farklılıklar taşkın yatağı türlerinin mekansal dağılımını etkileyebilir (Brewin, Newman & Ormerod, 1995; Carcaillet, Bergman, Delorme, Hornberg & Zackrisson, 2007; Moggridge, Gurnell & Mountford, 2009; Pollock, Naiman & Hanley, 1998). Bölgesel ölçekte ise topografik ve peyzaj unsurları ile ilgili iklim faktörleri ve bitki örtüsü türleri bu çeşitliliği yönetir (Calcada, Closset-Kopp, Lenoir, Hermy & Decocq, 2015; Lite, Bagstad & Stromberg, 2005; Rodríguez-González, Ferreira, Albuquerque, Santo & Rego, 2008). Ek olarak, taşkın yatağı ormanları üzerindeki yerel ve bölgesel süreçlerin etkileri karmaşık yollarla bağlantılıdır, bu nedenle longoz ekolojisi, iklim değişikliğine ve yönetimine verilecek tepkileri tahmin etmek için yeterince anlaşılamamıştır (Kuglerová, Jansson, Sponseller, Laudon & Malm-Renöfält, 2015).

Longoz ormanlarının yapısını oluşturan unsurların dengede olması ekosistem açısından oldukça önemlidir. Çünkü sulak alanlar tropikal ormanlarla birlikte yeryüzünün en fazla biyolojik üretim yapan ekosistemleridir ve Dünya'daki karbonun %40'ı sulak alanlar tarafından depolanmaktadır (Pakalne, 2004). Longoz ormanları ise sulak alanların %60'ını oluşturduğundan ötürü bu yerler yeryüzündeki en önemli karbon depolama alanları olarak düşünülmektedir (Çiçek, 2004). Öyle ki longoz ormanları yeryüzünün %3'lük bölümünü oluşturmalarına rağmen, topraktaki karbonun yaklaşık %25'lik bölümünü depo ederler (Balkaya ve Çelikoba, 2005). Bu alanların tahrip edilmesi ise depolanan karbonun atmosfere karışmasına, bu da ekolojik dengenin bozulmasına ve sera gazı etkisinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Longoz ormanları, tarımsal uygulamalar, antropojenik faaliyetler, set ve baraj inşaatı ve kentsel gelişim nedeniyle önemli ölçüde azalmıştır. Bu ormanlar benzersiz bir habitatı temsil ettiğinden, habitat özelliklerindeki kayıplar ve değişiklikler, yaban hayatı, özellikle de bu habitatlara yaşamları büyük ölçüde bağlı kuşlar için ciddi problemler oluşturabilir. Longoz ormanlarının bozulmasının başlıca nedenleri habitat değişikliği, akış ve taşkın kontrolü, tür istilası ve kirlilik olan

tatlı su biyolojik çeşitliliğindeki düşüşle yakından bağlantılıdır. Longoz ormanlarını koruma, hidrolojik dinamikleri ve nehir kıyısındaki bitki örtüsü topluluklarını restore etme ihtiyacı kritik öneme sahiptir. Aksi takdirde, longoz ormanlarını besleyen havza ve alt havzalarda yaşamını sürdüren türler nesilleri tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalabilir. Longozlar tür açısından en zengin ortamlardandır ve bunların içinde oluşan su kütleleri farklı ardışık aşamalarda çok çeşitli türlere ev sahipliği yapar, böylece longoz ormanı boyunca habitat mozaikleri oluşturur (Perez Linde, 2016; Ward, Malard, Tockner & Uehlinger, 1999).

2.3.1. Longoz Ormanlarının Sağladığı Ekosistem Hizmetleri ve Faydaları

Islak ormanlık alanlar, genellikle kızılağaç *(Alnus sp.),* kavak *(Populus sp..)*, huş *(Betula sp.)* ve söğütlerin *(Salix sp.)* baskın ağaç türleri olduğu, ancak bazen daha kuru nehir kıyısındaki alanlarda dişbudak *(Fraxinus sp.)*, meşe *(Quercus sp.)*, çam *(Pinus sp.)* ve kayın *(Fagus sp.)* dahil olmak üzere, drenajı yetersiz veya mevsimsel olarak ıslak topraklardan oluşur; taşkın ovalarında, bataklıklar ve bataklıklar üzerinde, akarsular ve tepe kenarı akıntıları boyunca ve turbalı oyuklarda art arda yaşam alanı olarak bulunur (Perez Linde, 2016).

Genel olarak taşkın alanları, nehir kıyısı bölgeleri (riparian alan) içinde ve arasında su, organik madde ve organizmaları taşır. Carpenter ve arkadaşları (2009) tarafından tanımlanan Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi'ne göre longoz ormanlarının başlıca ekosistem hizmetleri tedarik, kültürel, düzenleyici ve destekleyici hizmetlerdir. Ana tedarik hizmetleri gıda, doğrudan su kullanımı, mahsuller, hayvancılık, süt, sığır ve koyun ürünleri yetiştiriciliği, lif, turba, denizcilik, biyoenerji ve sağlık ürünleridir. Longoz ormanlarında uygun şekilde yönetilen hayvan otlatma, otların ve diğer potansiyel yakıt kaynaklarının miktarını ve dağılımını kontrol ederek yangın tehlikelerini azaltmaya yardımcı olabilir. Hayvan otlatmanın ayrıca bitki yaşamı ve yaban hayatı için de faydaları vardır. Düzenleyici hizmetlerine örnek olarak iklim düzenlemesi, su düzenlemesi, su kalitesi düzenlemesi, taşkın düzenlemesi ve yangın tehlikesi düzenlemesi; kültürel hizmet olarak ise rekreasyon ve turizm, estetik değerler, kültürel miras, manevi değerler, eğitim ve sağlık yararlarıdır (Brown, Walpole, Simpson & Tierney, 2011). Sağlanan diğer önemli hizmetler arasında sel suyu depolaması, yeraltı suyu şarjı, kereste üretimi ve kirlilik kontrolü yer almaktadır (Hughes, 2003). Longozlar

tarafından sağlanan ekosistem hizmetleri ayrılmaz bir şekilde hidroloji ile bağlantılıdır (Morris, Posthumus, Hess, Gowing & Rouquette, 2009). Bir taşkın yatağının hidrolojik rejimi, orada neyin yetişeceğini ve nasıl kullanılabileceğini belirler (Posthumus, Rouquette, Morris, Gowing & Hess, 2010). Longoz ormanları, nerede olurlarsa olsunlar yaban hayatı için değer sağlar. Peterken ve Hughes (1995), taşkın oluşumunun çeşitli arazi formları meydana getirdiğini ve bunun da çeşitli ormanlık alan türlerinin bir açık bitki örtüsü mozaiği ile bir arada var olmasına izin verdiğini; taşkın oluşumunun kendisinin bir dizi ardışık aşamanın sağlanmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye'de longoz ormanlarının mevcut durumu incelendiğinde bu tezin de araştırma sahası içerisinde yer alan İğneada (Kırklareli), haricinde Acarlar (Sakarya), Sarıkum (Sinop) ve Karacabey (Bursa) olmak üzere dört adet tipik olarak longoz ormanlarını yansıtan örnek bulunmaktadır. Ayrıca Kızılırmak Deltası'nda da Yörükler Longozu gibi longoz niteliğine sahip küçük çaplı ormanların varlığı bilinmektedir. Bunların dışında önemli düzeyde yeterli büyüklükte ve kapalı sisteme sahip alüvyal longoz ormanı kalmamıştır. Bu sebeple longoz ormanlarının korunması önem arz etmektedir.

2.4. Ramsar Sözleşmesi

2.4.1. Ramsar Sözleşmesinin Gelişimi

1930'lardan bu yana, sulak alanların korunmasına yönelik kamuoyunun dikkatini çekmek için uluslararası çabalar sarf edilmiştir (Matthews, 1993). Politikacıları, idarecileri, mühendisleri, bilim adamlarını sulak alanların önemli olduğuna ve sulak alanların korunmasının çevrenin korunması ve canlıların refahı için gerekli olduğuna ikna etmeye yönelik çabalar da bunlar arasındadır. Aslında, yıllarca birçok insan yaşadıkları bölgelerdeki sulak alanlar ve korunma ihtiyaçları hakkında çok az bilgiye sahipti veya hiç bilgi sahibi değildi (Scodari, 1997). Yerel halk geleneksel olarak sulak alanları, kurutulmasının daha iyi olduğu ve sonuç olarak tarım gibi daha belirgin kullanımlara dönüştürüldüğü yerler olarak görmekteydi (Mitsch ve Gosselink, 2015). Sulak alanların kurutulma hızı küresel olarak ise farklılık göstermekteydi. Gelişmiş ülkelerde, modern teknoloji, sulak alanları verimli bir şekilde kurutan makinelerin icadına katkıda bulunduğundan, sulak alanlar hızlı bir oranda yok edildi. Ancak bu gelişmiş ülkelerde,

sulak alanların ortadan kalkması yeraltı suyu rezervlerinin kaybı ve bunun sonucunda sulama ihtiyacı, ani sel, kıyı şeridinin tahribi, kirleticilerin birikmesi gibi istenmeyen sonuçlara yol açtı. Ayrıca, sulak alanlara bağımlı birçok faydalı bitki ve hayvan da sulak alanlaela birlikte yok olmuştur. Kuruyan sulak alanların çevreye verdiği onarılamaz zararı göz önünde bulunduran çeşitli doğa alanı uzmanları, gelişmekte olan ülkelerin aynı hataları yapmaktan kaçınmalarına ve kaynaklarına daha akıllıca davranmalarına yardımcı olmanın gerekli olduğunu düşündüler. Aslında gelişmekte olan ülkelerdeki sulak alanları kurtarmak için ciddi eylemlere ihtiyaç vardı. Gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere sulak alanları kurtarmaları için yardım etmeleri istendi. Sonunda, uluslararası toplum, dünya çapındaki sulak alanları korumak için uluslararası bir anlaşma formüle etti. Burada sıralanacak nedenlerden dolayı, sulak alan varlıklarının korunması, ulusal ve yerel eylemlerin yanı sıra uluslararası eylemleri de gerektirmiştir: Bu nedenlerin birincisi birçok sulak alan; iki veya daha fazla devletin sınırlarının ötesinde yer almakta veya birden fazla devlet içeren nehir havzalarının bir parçası olup, bu nehirlerden, akarsulardan, göllerden veya yeraltı akiferlerinden sağlanan sınır ötesi su kaynağının kalitesine ve miktarına bağlıdır. İkinci olarak, bir ülkenin sulak alanlarından çıkan balıklar, başka bir ülkenin sulak alanlarında veya açık denizlerde yetişkin olarak yakalanabilir. Üçüncüsü ise yılda iki kez binlerce kilometreden fazla göç eden su kuşları dinlenmek, beslenmek ve üremek için çok sayıda ülkenin sulak alanlarına ihtiyaç duyar (Matthews, 1993). Son olarak, gelişmekte olan ülkelerin kaynaklarını akıllıca kullanmalarına yardımcı olmak için, teknik ve mali yardımın sağlanması için uluslararası anlaşmalar gerekliydi (Ramsar Organisation, 1996). Bu nedenle, sorun uluslararası bir sorun olarak görülmüş ve bunun sonucunda sulak alanların kurtarılmasına yönelik uluslararası çabalar artırılmıştır (Ostovar, 2021).

Sulak alanlar hakkında uluslararası bir sözleşme için ilk çağrı, 1962'de, geniş alanların hızla yayılmasıyla ilgili endişelerin ardından 1960 yılında kurulan bir program olan MAR Projesi'nin ('MARshes', 'MARécages', 'MARismas'tan) bir parçasını oluşturan bir konferans sırasında geldi. Avrupa'daki bataklıkların ve diğer sulak alanların geri kazanılması(!) veya başka bir şekilde yok edilmesi su kuşlarının sayısında bir düşüşle sonuçlanmıştır (Ramsar Regional Centre East Africa). MAR projesinin ana odak noktası, dünya çapında sulak alanların korunmasıydı ve uluslararası öneme sahip sulak alanların listelenmesi şiddetle tavsiye edildi, ayrıca sulak alanlar hakkında uluslararası bir

sözleşme formüle etmek için bir söylem başlattı (Department of Agriculture-Water and the Environment of Australia). MAR konferansı 12-16 Kasım 1962 tarihlerinde Fransız Camargue'deki Les Saintes Maries-de-la-Mer'de düzenlendi. Konferansa Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (şimdi IUCN-International Union for Conservation of Nature- Uluslararası Doğa Koruma Birliği), Uluslararası Su Kuşları ve Sulak Alanlar Araştırma Bürosu (IWRB- International Waterfowl and Wetlands Research Bureau) (şimdi Wetlands International) ve Uluslararası Kuş Koruma Konseyi, (ICBP-International Council for Bird Protection) (şimdi Bird Life International) kuruluşları katılım sağladı (Ramsar Regional Centre East Africa).

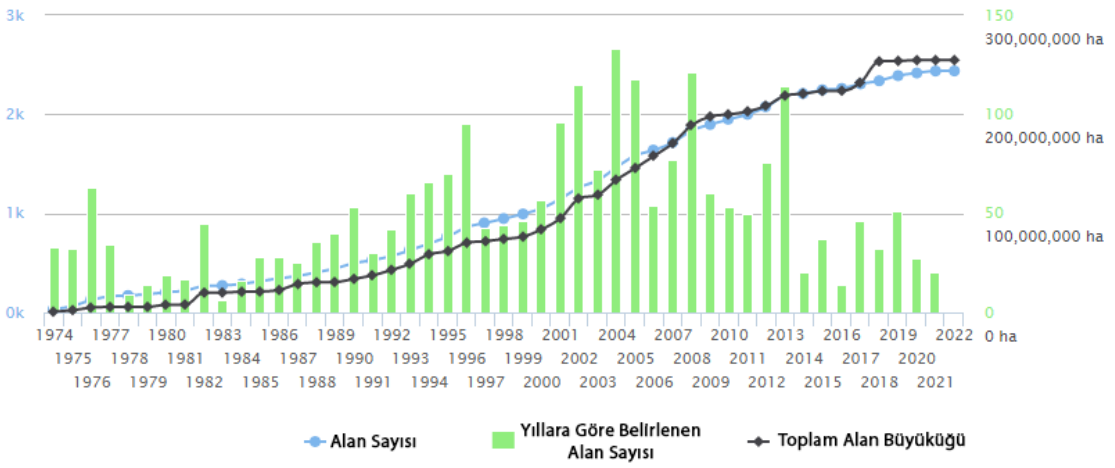
Sonraki sekiz yıl boyunca ağırlıklı olarak IWRB'nin himayesinde, Prof. Dr. G. Matthews'un rehberliğinde ve Hollanda hükümetinin liderliğinde bir dizi uluslararası toplantı aracılığıyla (St. Andrews, 1963; Noordwijk, 1966; Leningrad, 1968; Morges, 1968; Viyana, 1969; Moskova, 1969; Espoo, 1970) bir sözleşme metni müzakere edildi. Başlangıçta, bu yeni sözleşmenin odak noktası doğrudan su kuşlarının korunmasıydı, ancak konferanslar ve toplantılar devam ettikçe (türlerden ziyade) sulak alan habitatının korunması ön plana çıktı (Ostovar, 2021).

Nihayetinde 1971 yılında uluslararası çabalar, dünyadaki sulak alanları kurtarmak için uluslararası Ramsar Sözleşmesi'nin resmi olarak imzalanmasıyla yıllar süren tartışmaların ardından sonuca varmıştır (Maniruzzaman vd., 2010). Ramsar Sözleşmesi doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımına ilişkin modern küresel hükümetler arası anlaşmaların ilkidir ve daha yakın tarihli anlaşmalarla karşılaştırıldığında, hükümleri nispeten basit ve geneldir (David, 2005; Fitzmaurice, Ong & Merkouris, 2010). Çeşitli bilim insanları Ramsar Sözleşmesi'nin, ona katılan ülkeleri egemen doğal miraslarının düşüncesizce, bencilce sömürüsünden alıkoyan dünya çapındaki tek antlaşma olduğunu belirtmişlerdir (Ghosh, 2016; Matthews, 1993).

Ramsar Sözleşmesi'nin işlevleri, 1971 yılındaki Ramsar Konferansı'ndan önce kamuoyuna duyurulmuş ve sözleşmeye taraf olmakla ilgilendiklerini ifade eden ülkelere gönderilmiştir. Sözleşme tarafları için birincil ön koşul, kendi topraklarındaki uluslararası öneme sahip bir sulak alanı sözleşme listesine eklemelerinin gerekmesiydi. 1971 yılındaki Ramsar konferansına hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerden çeşitli temsilciler, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations- Birleşmiş

Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) ve UNESCO (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü) gibi uluslararası kuruluşlar ile IUCN, IWRB ve WWF (World Wide Fund for Nature-Dünya Doğayı Koruma Vakfı) gibi sivil toplum kuruluşlarından temsilciler katıldı (Carp, 1980). Konferansta, farklı tarafların nihai teklifleri ayrıntılı olarak tartışıldı ve sözleşme metni üzerinde anlaşmaya varılarak sözleşme imzalandı (Matthews, 1993). Sözleşmeye katılmak, akit taraflara bazı ayrıcalıklar sağlamaktadır. İlk olarak, sözleşme taraflarının ulusal düzeyde uygun politikaları uygulamalarına ve sonuç olarak sulak alanlarını makul bir şekilde kullanmalarına yardımcı olmaktadır. İkinci olarak, sözleşmeye katılmak, taraflara, sulak alanların akılcı kullanımı için akılcı kullanım konseptinin uygulanması, sulak alanlarda yönetim planlamasına ilişkin yönergeler gibi konularda uluslararası düzeyde seslerini duyurma ve uluslararası yardım alma fırsatı sunmaktadır. Ayrıca sözleşmeye katılmak, sulak alanların korunması ve yönetiminde ulusal ve sahayla ilgili sorunlar hakkında uluslararası uzman tavsiyesine erişim sağlamaktadır. Bununla birlikte sözleşmeye katılmak, sulak alan konularında uluslararası işbirliğini teşvik etmekte sözleşmenin kendi küçük hibe yardım programları aracılığıyla ya da sözleşmenin çok taraflı ve ikili dış destek ajansları ile temasları yoluyla sulak alan projelerine destek imkanı sunmaktadır (Ramsar Organisation, 2016).

Ramsar Sözleşmesi'ne taraf olan olan ülke sayısı 2022 yılı itibariyle 172 olmakla birlikte toplam tescilli alan sayısı 2438, alan miktarı ise 254.691.993 hektardır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yıllara göre Dünya geneli Ramsar alanlarının sayısı ve büyüklüğünü gösterir grafik [(Ramsar Organisation)'dan Türkçeleştirilmiştir.]

2.4.2. Ramsar Kriterleri

Ramsar'a göre uluslararası öneme sahip sulak alanları belirlemek için dokuz tane önemli kriter bulunmaktadır (Ramsar Organisation):

A Grubu Kriterler: Temsili, nadir veya benzersiz sulak alan türlerini içeren siteler:

Kriter 1: Bir sulak alan, uygun biyocoğrafik bölgede bulunan doğal veya doğala yakın sulak alan türünün temsili, nadir veya benzersiz bir örneğini içeriyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

B Grubu Kriterler: Biyolojik çeşitliliği korumak için uluslararası öneme sahip alanlar

Türlere ve ekolojik topluluklara özgü kriterler

Kriter 2: Bir sulak alan, hassas, tehlike veya kritik olarak tehlike altındaki türleri veya tehdit altındaki ekolojik toplulukları destekliyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

Kriter 3: Bir sulak alan, belirli bir biyocoğrafik bölgenin biyolojik çeşitliliğini korumak için önemli olan bitki ve/veya hayvan türlerinin popülasyonlarını destekliyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

Kriter 4: Bir sulak alan, yaşam döngülerinin kritik bir aşamasında bitki ve/veya hayvan türlerini destekliyorsa veya olumsuz koşullarda sığınak sağlıyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

Su kuşlarına özgü kriterler

Kriter 5: Bir sulak alan, düzenli olarak 20.000 veya daha fazla su kuşunu destekliyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

Kriter 6: Bir sulak alan, su kuşunun bir türü veya alt türü popülasyonundaki bireylerin %1'ini düzenli olarak destekliyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

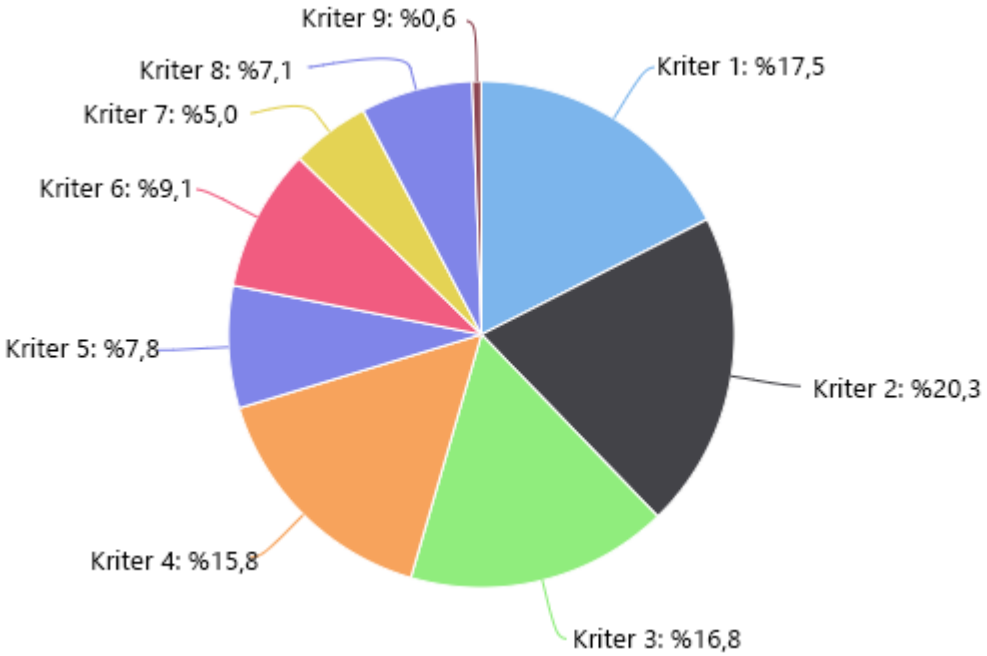
Balıklara özgü kriterler

Kriter 7: Bir sulak alan, sulak alan yararlarını ve/veya değerlerini temsil eden yerli balık türlerinin, alt türlerinin veya ailelerinin önemli bir bölümünü, yaşam döngüsü aşamalarını, tür etkileşimlerini ve/veya popülasyonlarını destekliyorsa ve böylece küresel biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunuyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

Kriter 8: Bir sulak alan, balıklar için önemli bir besin kaynağı, yumurtlama alanı, yuva alanı ve/veya sulak alan içinde veya başka bir yerde balık stoklarının bağlı olduğu göç yolu ise uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.

Diğer taksonlara özgü kriterler

Kural 9: Bir sulak alan, sulak alana bağımlı, kuş olmayan hayvan türlerinin bir türü veya alt türü popülasyonundaki bireylerin %1'ini düzenli olarak destekliyorsa, uluslararası öneme sahip olarak kabul edilmelidir.



Şekil 2.4. Ramsar kritelerine göre toplam Ramsar alanlarının yüzde olarak sınıflandırılması [(Ramsar Organisation)'dan Türkçeleştirilmiştir.]

2.5. Türkiye'nin Önemli Sulak Alanları

Türkiye sulak alanlar bakımından bulunduğu coğrafyanın zengin ülkelerinden birisidir. Bunun sebebi ülkemizdeki sulak alanların sayısından ziyade sulak alan çeşitliliğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizdeki sulak alanların

uluslararası seviyede önem taşımasının birincil nedeni; Batı Palearktik Bölgedeki dört ana kuş göç yolundan en önemli ikisinin ülkemiz üzerinden geçmesidir. Ayrıca ülkemizin farklı iklim tiplerine sahip olması ve coğrafik açıdan konumu ülkemizde farklı şekillerde sulak alanların oluşmasına izin vermektedir. Bu kapsamda ülkemiz nadir ve nesli tehlike altında olan kuş türleri açısından önemli bir cazibe noktası halini almaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2013).

Türkiye, Ramsar Sözleşmesi'ne 13 Kasım 1994 yılında taraf olmuştur. Türkiye'de 2022 yılı itibariyle 184.487 hektar yüzölçümüne sahip Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar (Ramsar Alanları) olarak belirlenmiş 14 alan bulunmaktadır (Ramsar Organisation). Ayrıca Türkiye'nin Ramsar alanları haricinde tescillenmiş ulusal öneme haiz 59, mahalli öneme haiz ise 20 tane alanı mevuttur. Tescillenmiş toplam alanların büyüklüğü ise 1.083.114 hektardır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Türkiye'nin önemli sulak alanları (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü)

Türkiye'nin Ramsar Alanları						
Sıra	**Sulak Alan Adı**	**Alan (ha)**	**Tampon Bölge**	**İli**	**Tescil Statüsü**	**Tescil Tarihi**
1	Akyatan Gölü	14700	52207	Adana	Ramsar	15.04.1998
2	Burdur Gölü	24800	50280	Burdur	Ramsar	28.05.1994
3	Gediz Deltası	14900	32357	İzmir	Ramsar	15.04.1998
4	Göksu Deltası	15000	25774	Mersin	Ramsar	28.05.1994
5	Kızılırmak Deltası	21700	21700	Samsun	Ramsar	15.04.1998
6	Kızören Obruğu	127	127	Konya	Ramsar	2.05.2006
7	Kuyucuk Gölü	416	9280	Kars	Ramsar	28.08.2009
8	Manyas (Kuş) Gölü	20400	42876	Balıkesir	Ramsar	28.05.1994
9	Meke Maarı	202	202	Konya	Ramsar	21.07.2005
10	Nemrut Gölü	4589	4589	Bitlis	Ramsar	17.04.2013
11	Seyfe Gölü	10700	49458	Kırşehir	Ramsar	28.05.1994
12	Sultansazlığı	17200	17200	Kayseri	Ramsar	28.05.1994
13	Uluabat Gölü	19900	48036	Bursa	Ramsar	15.04.1998
14	Yumurtalık Lagünü	19853	36908	Adana	Ramsar	21.07.2005
	Toplam	**184487**	**390994**			

Türkiye'nin Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanları					
Sıra	**Sulak Alan Adı**	**Alan (ha)**	**İli**	**Tescil Statüsü**	**Tescil Tarihi**
1	Karakuyu Sazlıkları	12625	Afyonkarahisar	Ulusal	7.02.2019
2	Akşehir ve Eber Gölleri	117779	Afyonkarahisar; Konya	Ulusal	19.04.2017
3	Acıgöl	55095	Afyonkarahisar-Denizli	Ulusal	8.04.2015
4	Doğubeyazıt Sazlıkları	22179	Ağrı	Ulusal	10.06.2016
5	Sarısu Ovası Sulak Alanları	10092	Ağrı	Ulusal	8.04.2015
6	Tol Gölü	1414	Ankara	Ulusal	19.04.2017
7	Avlan Gölü	10062	Antalya	Ulusal	10.06.2016
8	Aktaş Gölü	5847	Ardahan	Ulusal	8.04.2015
9	Çıldır Gölü	27058	Ardahan	Ulusal	8.04.2015
10	Putka Gölü	4181	Ardahan	Ulusal	8.04.2015
11	Azap Gölü	2183	Aydın	Ulusal	7.02.2019
12	Gönen Deltası	9770	Balıkesir	Ulusal	10.06.2016
13	Ahlat Sazlığı	243	Bitlis	Ulusal	8.04.2015
14	Arin (Sodalı) Gölü	4322	Bitlis	Ulusal	10.06.2016
15	Heybeli (Norşin) Gölü	53	Bitlis	Ulusal	8.04.2015
16	Nazik Gölü	11164	Bitlis	Ulusal	8.04.2015
17	İron Sazlığı	13746	Bitlis; Muş	Ulusal	8.04.2015
18	Yeniçağa Gölü	8224	Bolu	Ulusal	9.04.2015
19	Çorak Gölü	7892	Burdur	Ulusal	10.06.2016
20	Gölhisar Gölü	5877	Burdur	Ulusal	10.06.2016
21	Yarışlı Gölü	13219	Burdur	Ulusal	10.06.2016
22	Yazır Gölü	2705	Burdur	Ulusal	10.06.2016
23	Kocaçay Deltası	17025	Bursa	Ulusal	13.08.2018
24	İznik Gölü	61606	Bursa	Ulusal	13.08.2018
25	Gökçeada Lagünü	3491	Çanakkale	Ulusal	7.02.2019
26	Işıklı Gökgöl	33693	Denizli	Ulusal	10.06.2016
27	Efteni Gölü	8314	Düzce	Ulusal	30.05.2018
28	Güney Keban Barajı	41424	Elazığ	Ulusal	8.04.2015
29	Hazar Gölü	28846	Elazığ	Ulusal	8.04.2015
30	Ekşisu Sazlıkları	8736	Erzincan	Ulusal	12.06.2017
31	Tortum Gölü	2709	Erzurum	Ulusal	19.04.2017
32	Balıkdamı Gölü	14147	Eskişehir	Ulusal	7.02.2019
33	Karkamış Taşkın Ovası	27396	Gaziantep; Şanlıurfa	Ulusal	8.04.2015
34	Yüksekova(Nehil) Sazlıkları	21533	Hakkâri	Ulusal	9.04.2015
35	Gölbaşı Gölü	792	Hatay	Ulusal	19.04.2017
36	Aras Karasu Taşkınları	9090	Iğdır	Ulusal	10.06.2016

37	Aygır Gölü	1034	Kars	Ulusal	8.04.2015
38	Çalı Gölü	391	Kars	Ulusal	10.06.2016
39	Hürmetçi Sazlığı	15713	Kayseri	Ulusal	8.04.2015
40	Gölmarmara Gölü	24893	Manisa	Ulusal	12.06.2017
41	Dipsiz Lagünü	1035	Mersin	Ulusal	12.06.2017
42	Bulanık Ovası Sulak Alanları	3496	Muş	Ulusal	10.06.2016
43	Acarlar Longoz Ormanı	17528	Sakarya	Ulusal	7.02.2019
44	Ladik Gölü	1836	Samsun	Ulusal	8.04.2015
45	Tödürge Gölü	4340	Sivas	Ulusal	10.06.2016
46	Ulaş Gölü	7994	Sivas	Ulusal	10.06.2016
47	Akgöl	1203	Van	Ulusal	8.04.2015
48	Bendimahi Deltası	27177	Van	Ulusal	10.06.2016
49	Çelebibağ Sazlıkları	1337	Van	Ulusal	10.06.2016
50	Dönemeç Deltası	5945	Van	Ulusal	10.06.2016
51	Erçek Gölü	22269	Van	Ulusal	10.06.2016
52	Karasu Deltası	339	Van	Ulusal	8.04.2015
53	Turna (Keşiş) Gölü	3045	Van	Ulusal	8.04.2015
54	Karamuk Sazlıkları	15785	Afyonkarahisar	Ulusal	31.07.2019
55	Metruk Tuzlası	3376	Muğla	Ulusal	31.07.2019
56	Tuzla Palas Gölü	17320	Kayseri	Ulusal	31.07.2019
57	Meriç Deltası	29046	Edirne	Ulusal	19.03.2020
58	Yeşilırmak Deltası	34340	Samsun	Ulusal	19.03.2020
59	Kozanlı Gökgöl	5723	Konya	Ulusal	19.03.2020
	Toplam	**800588**			

Türkiye'nin Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanları

Sıra	Sulak Alan Adı	Alan (ha)	İli	Tescil Statüsü	Tescil Tarihi
1	Akdoğan Gölü	3698	Muş	Mahalli	05.04.2021
2	Aksaz Gölü	133	Sinop	Mahalli	23.02.2016
3	Bakkal Gölü	25	Çankırı	Mahalli	23.02.2016
4	Batmış Gölü	4273	Muş	Mahalli	05.04.2021
5	Çiçekli Gölü	523	Van	Mahalli	05.04.2021
6	Çiğ Gölü	129	Ordu	Mahalli	11.08.2019
7	Haçlı Gölü	4285	Muş	Mahalli	05.04.2021
8	Hersek Lagünü	167	Yalova	Mahalli	23.02.2016
9	İzmit Körferzi	446	Kocaeli	Mahalli	05.04.2021
10	Samsam Gölü	931	Konya	Mahalli	23.02.2016
11	Büyük Akgöl	2957	Sakarya	Mahalli	11.08.2019
12	Şeytansofrası Sulak Alanı	17	Balıkesir	Mahalli	24.01.2017
13	Karakoç Deresi Sulak Alanı	38	Balıkesir	Mahalli	24.01.2017
14	Erzurum Bataklıkları	8632	Erzurum	Mahalli	18.05.2018
15	Küçük Akgöl	187	Sakarya	Mahalli	11.08.2019
16	Keremali Gölü	188	Sakarya	Mahalli	11.08.2019
17	Kaz Gölü	315	Sivas	Mahalli	19.11.2019
18	Haydarlar Gölü	794	Hatay	Mahalli	25.05.2020
19	Kastabala Sulak Alaı	796	Osmaniye	Mahalli	06.09.2021
20	Mileyha Sulak Alanı	126	Hatay	Mahalli	06.09.2021
	Toplam	**28660**			

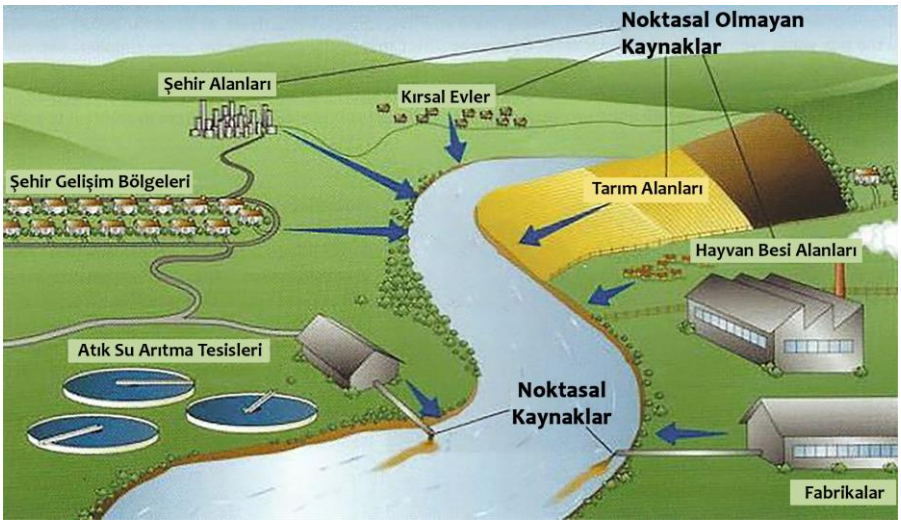
BÖLÜM 3

SU KAYNAKLARININ MİKROBİYAL KİRLİLİK İNDİKATÖRLERİ VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

3.1. Su Kaynaklarının Mikrobiyal Kirlilik İndikatörleri

Su kirliliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre "Su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması" olarak ifade edilmektedir (T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2004). Akuatik ortamın insan ve hayvan kaynaklı fekal kontaminasyonu, halk sağlığı ve çevre için kritik endişelerden biridir. Fekal kirlilik; septik sızıntılardan, tarımsal akıştan, arıtma tesislerinden yetersiz arıtılmış atık sulardan, vahşi yaşamdan veya hayvancılıktan kaynaklanan dışkının su kütlelerine girmesiyle meydana gelir (Bernhard ve Field, 2000; Harwood, Whitlock & Withington, 2000). Suların fekal kirliliği çok çeşitli patojenik mikroorganizmaları da akuatik çevreye bulaştırabilir (Ashbolt, 2015). Bu nedenle, su kaynaklı hastalıkları önlemek için uygun su kalitesi izleme ve iyileştirme prosedürleri gereklidir. Küresel olarak, fekal kontaminasyona bağlı su kaynaklı salgınlar tüm ülkelerde meydana gelmekle birlikte, gelişmekte olan ülkelerde görülme ve şiddet seviyeleri daha yüksektir (Shuval, 2003; Törnqvist, Jarsjö & Karimov, 2011). Su kaynaklı hastalıklarla ilişkili patojenik mikroorganizmaların çoğu, memelilerin dışkılarından kaynaklanmaktadır (Leclerc, Schwartzbrod & Dei-Cas, 2002). Bu nedenle su kütlelerinin memeli dışkı kaynaklarıyla kontaminasyonunu önlemek insan sağlığı açısından çok önemlidir. Hem insan hem de hayvan dışkı kirliliği, noktasal kaynaklar veya noktasal

olmayan kaynaklar yoluyla su kütlelerine farklı şekillerde girer. Noktasal kaynaklar, su kütlelerinin hendekler ve borular gibi tek, ayrı, tanımlanabilir kaynaklar yoluyla kirlenmesini ifade eder. Yaygın olarak "dağınık kaynaklar" olarak adlandırılan noktasal olmayan kaynaklar fırtına akışı, yasa dışı boşaltma, vahşi yaşam ve septik sızıntılar gibi tek bir ayrı kaynağa atfedilemeyen kontaminasyon için tanımlanır. Çoğunlukla, bir havzadaki su kalitesinin düşmesinin birincil nedeni noktasal olmayan kirlilik kaynakları olarak kabul edilmektedir (Santo Domingo ve Sadowsky, 2007).



Şekil 3.1. Su kirliliğinin noktasal ve noktasal olmayan kaynakları [SCBWA'dan Türkçeleştirilmiştir.]

Mevcut kültür yöntemine bağlı mikrobiyal analizler, çeşitli potansiyel patojenleri rutin olarak saptamak için pratik değildir. Çok sayıda olası patojenlerin yanı sıra, çoğu laboratuvar ortamında kültüre edilemez, su sisteminden laboratuvar ortamına taşınamaz ya da tespiti için oldukça zaman gerektirir ve pahalıdır. Bu nedenle geleneksel olarak su kalitesi izlemesi gösterge (indikatör) organizmaların varlığına veya yokluğuna dayanmaktadır (tam spesifik olmamakla birlikte varlığı, fekal kontaminasyonu ve patojenlerin potansiyel varlığını gösteren organizmalar). İdeal bir gösterge organizmasının sahip olması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir (Field ve Samadpour, 2007):

- Organizma, enterik patojenler mevcutsa mevcut olmalı ve patojenler olmadığında mevcut olmamalıdır.
- Organizma tüm su tipleri için kullanılabilmelidir.

- Organizmanın yaşam süresi ve döngüsü potansiyel patojenler ile benzer olmalıdır.
- Organizma suda üreyememelidir.
- Organizma insanlar için zararsız olmalıdır.
- Organizmanın analizi yüksek derecede hassas ve spesifik olmalıdır.
- Organizmanın analizi ucuz ve uygulaması kolay olmalıdır.

3.1.1. Toplam ve Fekal Koliform Bakteriler

1914 yılında ABD, içme sularında fekal kontaminasyonun tespiti için standart bir araç olarak toplam koliform (TK) bakteri analizini kullanmaya başladı (Edberg, Rice, Karlin & Allen, 2000). Sonrasında içme sularında koliformlar tüm dünyada kirlilik göstergesi yani indikatör organizmalar olarak kabul görmeye başlamıştır. Toplam koliform terimi, 35–37 °C'de 24 saatte üreyebilen gram negatif, geniş aralıklı aerob ya da fakültatif anaeorab, spor oluşturmayan, laktozu fermente edip asit veya aldehit oluşturabilen ve yüksek konsantrasyonlarda ki safra tuzunda üreyebilen bakteri grubunun tanımlanması için kullanılmaktadır. *Escherichia coli* ve termotolerant koliformlar, yüksek sıcaklıklarda laktoz fermente edebilen toplam koliform grubunun bir alt kümesidir. Laktoz fermantasyonunun bir parçası olarak toplam koliformlar β-galaktosidaz enzimini üretir. Geleneksel olarak koliform bakteri tanımlaması *Escherichia, Citrobacter, Klebsiella* ve *Enterobacter* cinsi için yapılır, ancak grup daha heterojendir ve *Serratia* ve *Hafnia* gibi daha geniş bir cins yelpazesini içerir. TK grubu hem enterik olarak hem de çevresel olarak bulunabilen, suda hayatta kalabilen ve büyüyebilen organizmaları içerir (World Health Organization (WHO), 2017). Bununla birlikte TK grubunun fekal kirliliğin tespitinde bir araç olarak kullanılması, tamamen fekal kontaminasyona özgü olmayan birçok bakteri türünü kapsadığı için sürekli eleştirilmiştir. Global kapsamda gerçekleştirilen bir çalışmada, 23 laboratuvar çok çeşitli su kaynaklarından 1000 TK suşu izole etmiş ve %61'inin fekal kaynaklı olmadığını belirlemiştir (Tallon, Magajna, Lofranco & Leung, 2005). Ancak geleneksel TK analizinin uygulanmasının hem kolay hem de ucuz olması, bu durumun özgüllük eksikliğini telafi ettiği düşünülmüştür (Felleiter, 2016).

1970'lere gelindiğinde sudan tanımlanan çoğu TK'nin *E. coli* olmadığı açıktı. Ancak, *E. coli*'yi tanımlamanın yolları hala yetersiz ve karmaşıktı (Edberg vd., 2000).

1970'lerde testler, *E. coli* de dahil olmak üzere fekal koliformları (FK) içerecek şekilde TK saptamasının ötesine geçti. FK veya termotolerant koliformlar, safra tuzlarının varlığında 44,5 ^{o}C'de asit ve gaz üretimi ile üreyebilen ve laktozu fermente edebilen koliformlardan oluşur (Cabral, 2010). Bu gruba *Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter* ve *Escherichia* dahildir (Tallon vd., 2005). Bu bakterilerin sıcakkanlı hayvanlardan kaynaklanan dışkı kontaminasyonu ile pozitif bir korelasyona sahip olduğu bulunmuştur. Ancak, *Escherichia* dışında, bu gruba ait organizmalar fekal kontaminasyonun olmadığı ortamlarda da yaygın olarak bulunabilir (Figueras ve Borrego, 2010; Toranzos, McFeters, José Borrego & Savill, 2007). Ayrıca, bu FK'lerin çoğu insan dışkı örneklerinden tutarlı bir şekilde izole edilmiş olsa da, bunlar diğer dışkıyla ilişkili organizmalarınkinden çok daha küçük konsantrasyonlardadır. *E. coli*'nin doğrudan insan dışkısından izole edilen FK grubunun %94'ünden fazlasını temsil ettiği, diğer FK grubu bakterilerin ise %3.2-7.4 aralığında olduğu gösterilmiştir (Tallon vd., 2005). Ayrıca, FK'nin virüsler ve protozoa gibi diğer patojenik organizmaların varlığını tahmin etmede çok yararlı olmadığı da belirtilmelidir (Felleiter, 2016).

Ülkemizin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere mevzuata konan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo-1'e göre kıtaiçi su kaynaklarının kalite sınıflandırmasının yapılabilmesi maksadıyla toplam koliform ve fekal koliform bakteri analizleri yapılmaktadır. Mevzuat çerçevesinde TK ve FK bakterilerinin mevcudiyetine göre su kaliteleri dört sınıfa ayrılmıştır. 100 ml su analizi sonucuna göre 100'den düşük sayıda TK üremesi görülen su kaynakları I. kalite, 100000'den fazla üreme görülen su kaynakları ise IV. kalite olarak sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde aynı mevzuat kapsamında 100 ml su analizi sonucu 10'dan düşük sayıda FK üremesi görülen su kaynakları I. kalite, 2000'den fazla FK üremesi görülen su kaynakları ise IV. kalite olduğu belirtilmiştir.

3.1.2. Bağırsak Enterokokları (Fekal Streptokok)

Bağırsak enterokokları, *Streptococcus* cinsinin türlerini içeren fekal streptokok olarak tanımlanan daha büyük organizma grubunun bir alt grubudur. Bu bakteriler gram pozitiftir ve nispeten sodyum klorür ve alkali pH seviyelerine toleranslıdır. Fakültatif

olarak anaerobiktirler ve tek tek, çiftler halinde veya kısa zincirler halinde bulunurlar. Bağırsak enterokoklarını içeren dışkı streptokoklarının tümü, Lancefield'in D Grubu antiserumları ile pozitif reaksiyon verir ve sıcakkanlı hayvanların dışkılarından izole edilmiştir. Bağırsak enterokokları alt grubu, *Enterococcus faecalis, E. faecium, E. durans* ve *E. hirae* türlerinden oluşur. Bu grup, fekal kirlilik için nispeten spesifik oldukları için fekal streptokokların geri kalanından ayrılmıştır. Bağırsak enterokokları, insan ve hayvanların atıklarıyla kirlenmiş kanalizasyon ve su ortamlarında çok sayıda bulunur. Bununla birlikte, sudan izole edilen bazı bağırsak enterokokları, bazen dışkı kirliliğinin olmadığı durumlarda toprak dahil diğer habitatlardan da kaynaklanabilir. (World Health Organization (WHO), 2017).

Bağırsak enterokok grubu dışkı kirliliğinin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Çoğu tür su ortamlarında çoğalamaz. İnsan dışkısındaki bağırsak enterokoklarının sayısı genellikle *E. coli*'ninkinden daha düşüktür. Bu grubun önemli avantajları, su ortamlarında *E. coli*'den (veya termotolerant koliformlardan) daha uzun süre hayatta kalma eğiliminde olmaları, susuz ortamlara ve klorlamaya daha dirençli olmalarıdır. Fekal streptokoklar, *E. coli*'den daha uzun süre hayatta kalan fekal patojenlerin bir göstergesi olarak su kaynaklarında test edilmektedir (Felleiter, 2016).

3.1.3. Sülfit İndirgeyen Anaerob Bakteri (*Clostridia*)

Clostridia, Clostridium ve diğer benzer cinsler de dahil olmak üzere, oldukça polifiletik bir *Bacillota* sınıfıdır. Aerobik solunum yapamaması nedeniyle *Bacilli*'den ayrılırlar. Zorunlu anaeroblardır ve oksijen onlar için toksiktir. *Clostridia* sınıfının türleri, her zaman olmamakla birlikte sıklıkla gram pozitiftir ve spor oluşturma yeteneğine sahiptir. Bilim insanları grubun monofiletik bir grup olmadığını ve ilişkilerinin tamamen kesin olmadığını gösteriyor. Şu anda, sınıf üyelerinin çoğu *Clostridiales* adı verilen tek bir ordoya yerleştirilmiştir ancak bu doğal bir grup değildir ve gelecekte yeniden tanımlanması muhtemeldir (Baron, 1996).

Clostridium cinsinin çoğu türü, bitki polisakkaritlerini fermente eden saprofit organizmalardır ve çevrenin birçok yerinde, özellikle de toprakta bulunur (Boutard vd., 2014). Bununla birlikte, bazı türler insan patojenidir. *Clostridium* cinsinin belirli üyeleri tarafından üretilen toksinler, bilinen en tehlikeliler arasındadır. Örnekler, *C. tetani*

tarafından üretilen tetanoz toksini (tetanospazmin) ve *C. botulinum* tarafından üretilen botulinum toksini en bilinenleridir (Africa, Nel & Stemmet, 2014).

3.1.3.1. *Clostridium perfringens*

Clostridium spp. gram pozitif, anaerobik, sülfit indirgeyen basillerdir. UV ışıması, sıcaklık, ekstrem pH durumları ve klorlama gibi dezenfeksiyon işlemleri dahil olmak üzere su ortamlarındaki olumsuz koşullara son derece dayanıklı sporlar üretirler. Cinsin karakteristik türü olan *Clostridium perfringens*, insanların ve diğer sıcakkanlı hayvanların %13-35'inin normal bağırsak florasının bir üyesidir. Diğer türler münhasıran fekal orijinli değildir. *E. coli* gibi, *C. perfringens* de çoğu su ortamında çoğalamaz (Ashbolt, Grabow & Snozzi, 2001).

C. perfringens sporları daha önce meydana gelen dışkı kirliliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir ve dolayısıyla aralıklı kontaminasyona yatkın kaynakları gösterebilir. *Clostridium*'un enterik virüsler için güvenilir bir gösterge olduğuna dair kanıtlar sınırlıdır ve tutarsızdır. Sporlarının istisnai olarak uzun hayatta kalma süreleri, enterik patojenlerinkinden çok daha fazla olacağından, su analizlerinde görülmeleri biraz dikkatle ele alınmalıdır. *C. perfringens* ve sporları neredeyse her zaman kanalizasyonda bulunur. *C. perfringens*, köpekler gibi bazı hayvanların dışkılarında insanların dışkısından daha sık ve daha yüksek sayılarda, daha az sıklıkla ise diğer birçok sıcakkanlı hayvanın dışkısında bulunur. Feçesle atılan koloni ya da spor sayıları normalde *E. coli*'ye göre önemli ölçüde daha düşüktür (World Health Organization (WHO), 2017). Bununla birlikte tetrasiklin ve makrolid dirençli *C.perfringens* gibi termotolerant, doğal olarak kalıcı (spor oluşturan) patojenlerin direnç genlerini *Enterococcus faecalis* gibi bakterilere aktardığı gösterilmiştir (Soge, Tivoli, Meschke & Roberts, 2009). Bu nedenle, antibiyotiğe dirençli çevresel *C. perfringens*'in ayrıca antibiyotik direnç genleri için rezervuar görevi görebildiği görülmektedir (Dufour ve Bartram, 2012).

3.1.4. Heterotrofik Bakteri Sayımı

Heterotroflar, genel olarak büyümeleri için organik karbon gereken mikroorganizmalar olarak tanımlanır. Bunlara bakteri, maya ve küfler dahildir. Heterotrofik bakteri sayımı (Heterotrophic plate count), organizmaların zengin büyüme ortamlarında, inhibitör veya seçici ajanlar olmadan, belirli bir inkübasyon süresi boyunca

ve tanımlanmış bir sıcaklıkta büyüme kabiliyetine dayalı olarak, bakteri ve mantarlar dahil olmak üzere geniş bir heterotrofik mikroorganizma spektrumunu tespit eder. Çok çeşitli mikroorganizmaları sudan geri kazanmayı amaçlayan çeşitli basit kültür bazlı testler topluca "heterotrofik plaka sayımı" veya "HPC testi" prosedürleri olarak adlandırılır. Evrensel bir "HPC ölçümü" yoktur. Standartlaştırılmış yöntemler resmileştirilmiş olsa da, HPC test yöntemleri, çok çeşitli nicel ve nitel sonuçlara yol açan çok çeşitli test koşullarını içerir. Kullanılan sıcaklıklar yaklaşık 20°C ila 40°C, kuluçka süreleri birkaç saatten yedi gün veya birkaç haftaya kadar ve besin koşulları düşükten yükseğe değişir. Testin kendisi, tespit edilen organizmaları belirtmez. Bir su örneğinde bulunan metabolik olarak aktif mikroorganizmaların yalnızca küçük bir kısmı büyüyebilir ve herhangi bir HPC test koşulu seti altında saptanabilir ve geri kazanılan popülasyon, kullanılan yönteme göre önemli ölçüde farklılık gösterecektir. HPC testinde geri kazanılan gerçek organizmalar ayrıca lokasyonlar arasında, mevsimler arasında ve tek bir lokasyondaki ardışık numuneler arasında büyük farklılıklar gösterebilir. HPC testleri yoluyla geri kazanılan mikroorganizmalar genellikle suyun doğal (tipik olarak tehlikeli olmayan) mikrobiyotasının bir parçası olanları; bazı durumlarda, çeşitli kirletici kaynaklardan türetilen organizmaları da içerebilirler (Bartram, Cotruvo, Exner, Fricker & Glasmacher, 2003).

3.1.5. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa, *Pseudomonadaceae* familyasının bir üyesidir ve polar kamçılı, aerobik, gram negatif bir çubuktur. Uygun ortamda büyütüldüğünde, floresan olmayan mavimsi pigment olan piyosiyanin üretir. Ayrıca birçok suş floresan yeşil pigment pyoverdin üretir. *P. aeruginosa*, diğer floresan pseudomonad'lar gibi, argininden katalaz, oksidaz ve amonyak üretir ve tek karbon kaynağı olarak sitrat üzerinde büyüyebilir. *P. aeruginosa* genellikle non-fekal patojen olarak değerlendirilmekle birlikte yaygın bir çevresel organizmadır. Dışkı, toprak, su ve kanalizasyonda bulunabilir. Su ortamlarında ve ayrıca su ile temas eden uygun organik maddelerin yüzeyinde çoğalabilir. *P. aeruginosa*, potansiyel olarak ciddi komplikasyonları olan hastane kaynaklı enfeksiyonların bilinen bir nedenidir. Lavabo, su banyoları, sıcak su sistemleri, duşlar ve spa havuzları gibi çeşitli nemli ortamlardan izole edilmiştir (De Victorica ve Galván, 2001).

3.1.6. *Bacteroides*

Geleneksel fekal indikatör bakterilerin (FİB) kültivasyonu ve sayılması, sudaki potansiyel patojenik mikroorganizmaların varlığının izlenmesi veya tahmin edilmesi için en yaygın kullanılan yöntemler olmasına rağmen, fekal kontaminasyon kaynağını tanımlayamadıkları için kullanışlılıkları sınırlıdır. Mikrobiyal kaynak takibi (Microbial source tracking) yöntemiyle Bacteroidales takımının ve özellikle *Bacteroides* cinsi içindeki türlerin, dışkı kirliliğinin kaynağını hem tanımlamak hem de ölçmek için güvenilir bir organizma grubu olduğu gösterilmiştir. Çünkü belirli türler yüksek oranda konakçıya özgüdür. Moleküler yöntemlerin son gelişimine kadar, kültivasyon, izolasyon ve biyokimyasal tanımlama için anoksik koşulların korunması ihtiyacı, *Bacteroides*'lerin fekal indikatör olarak kullanımını sınırlamıştır (Okabe, Okayama, Savichtcheva & Ito, 2007). Kültüre edilebilen *Bacteroides* türleri için saatlerden birkaç güne kadar kısa hayatta kalma süreleri tespit edilmiştir, oysa DNA ile haftalarca saptanabilir halde kalmaktadır (Ballesté ve Blanch, 2010).

3.2. Su Kaynaklarının Mikrobiyal Analiz Yöntemleri

3.2.1. Geleneksel Kültüre Dayalı Yöntemler

Geleneksel olarak kültüre dayalı yöntemler, sudaki dışkı göstergelerini ve patojenleri tespit etmek için 'altın standart' olarak kabul edilmiştir (Saxena, Bharagava, Kaithwas & Raj, 2015). Kültüre bağlı yöntemler, belirli bir bakteri cinsini veya türünü tanımlamak için sıklıkla kullanılır ve özellikle birçok indikatör organizma için günümüzde hala kullanılmaktadır. Besiyeri, bir numunede bulunabilecek diğer bakterilerin büyümesini engellerken bir bakteri cinsini veya türünü spesifik olarak seçmek için belirli biyokimyasallar ve antibiyotiklerle hazırlanır (Felleiter, 2016). Örneğin koliform ve *E. coli* bakterilerinin tespiti için kromojenik besiyeri sıklıkla kullanılır. Koliformlar, β-galaktosidaz üretimi ile ayırt edilir. Bu enzim, pembe ila kırmızı bir çökelti üretmek için kromojenik substrat ile reaksiyona girer. *E. coli* bakterisi de β-galaktosidaza sahiptir ve ayrıca %94 - 97'si de β-glukuronidaz için pozitiftir. Enzimin varlığı, mavi bir renklenmenin varlığı ile ortaya çıkar. İki enzimin eşzamanlı hareketi, *E. coli* kolonilerine lacivert bir renk verir.

Su kaynaklarının geleneksel kültüre bağlı yöntemlerle analizinde birçok sınırlama mevcuttur. Tipik olarak analizin sonuca ulaşması yoğun emek ister; analizler sıkıcı ve zaman alıcıdır. Bununla birlikte zaman zaman amaçlanan hedef organizmalarını tespit etme konusunda spesifik değildir. Enterik patojenler suda indikatör organizmalardan çok daha düşük konsantrasyonlarda olma eğilimindedir ve kültür tespiti için sayıları çok düşük olabilir. Fakat bu miktar yine de enfeksiyon oluşturup hastalığa neden olacak kadar yüksek olabilir. Kültüre bağlı yöntemlerle ilgili en öne çıkan problem, ortamda mevcut olan ancak kültürlenemeyen bakterileri tanımlama yeteneğine sahip olmamasıdır. Bazı mikroorganizmalar geleneksel bakteriyolojik ortamda büyüyemezler ancak canlıdırlar, düşük düzeyde metabolik aktivite gösterirler ve bu durumda enfeksiyonu başlatabilir veya uygun koşullar altında yeniden canlandırılana kadar virülanslarını koruyabilirler (Oliver, 2010). Örneğin, Liu ve arkadaşları (2010), nehir ve kloraminli su tarafından indüklenen kültüre edilemeyen *E. coli* O157:H7'nin insanlarda patojenik etkilerden sorumlu Shiga toksinleri üretme yeteneğini koruduğunu göstermiştir. Bu, çevresel sularda kültüre edilemeyen *E. coli* O157:H7'nin potansiyel bir sağlık riskini ve bunları doğru bir şekilde tespit etme ihtiyacını göstermektedir. Ayrıca farklı çalışmalar *Campylobacter* ve *Salmonella spp*. dahil olmak üzere diğer birçok enterik patojenin suda bulunduklarında geleneksel metotlar ile kültüre edilememe durumuna girdiklerini göstermiştir (Passerat, Got, Dukan & Monfort, 2009; Pitkänen vd., 2008).

Geleneksel kültür metoduna dayalı birçok farklı çalışma yöntemi vardır ve bu yöntemler TSE, ISO, USEPA ya da IEC gibi ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından standardize edilmiştir. Bu yöntemlerin ise en bilinenleri membran filtrasyon, plak dökme ve en muhtemel sayı yöntemleridir.

3.2.2. Moleküler Yöntemler

Moleküler yöntemler, ortaya çıkan suşlar ve göstergeler de dahil olmak üzere ham/işlenmiş suların analizinde spesifik patojenleri tespit etmek için hassas, hızlı ve kantitatif analitik araçlar sağlamaktadır. Moleküler yöntemlerin birçok avantajı mevcuttur. Bunlardan birincisi kültüre edilemeyen organizmalar tespit edilmektedir. Ayrıca belirli türler için çok spesifik yöntemler oluşturulmakta ve suşlar hakkında daha fazla filogenetik bilgi sağlanmaktadır. Bazı durumlarda ise su kaynağındaki

kontaminasyon kaynağının tanımlanmasının izlenmesi için kullanılmaktadır (Field ve Samadpour, 2007; Wong, Fong, Bibby & Molina, 2012).

Çoğu moleküler yöntemdeki amplifikasyon basamağından dolayı, çok az miktarlardaki patojenler dahi tespit edilebilir. Bununla birlikte birçok moleküler yöntem, gerçek zamanlı analizlere yol açabilecek ve mikrobiyal risk değerlendirme amaçları için bilgi sağlayabilecek otomasyon olasılığını ortaya koymaktadır (Girones vd., 2010). Ancak yine de moleküler metotların su analizinde rutin olarak uygulanabilmesinde bazı problemler mevcuttur. Birincisi, birçok moleküler yöntem patojen araştırılmalarında kullanılmış olmasına rağmen bu konuda herhangi bir standardizasyon bulunmamaktadır. Örnek olarak, Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) bazlı protokollerde primer/prob, koşullar ve DNA ekstraksiyonundaki çeşitlilikler, patojenlerin tespitinde çeşitliliğe yol açabilir.

Moleküler yöntemlerin çoğu, uygun hacimlerin analiz edilebilmesi için numunenin konsantrasyonunu gerektirmektedir. Virüsler ve protozoalar için enfektif doz çok azdır ve patojenlerin tespit edilmesini sağlamak için büyük örnek hacimlerinin konsantre hale getirilmesini gerektirir. İkincisi, çoğu moleküler yöntem tek bir makromolekülün tespitine dayandığından -çoğu durumda bu RNA veya DNA'dır- seçilen molekülün numuneden ekstrakte edilmesi gerekir. Numunelerin içindeki değişkenlik, nükleik asidin ilk ekstraksiyonunda problemler yaratabilir. Numunelerdeki kirleticiler -örneğin, çevresel numunelerdeki hümik asitler veya metaller- daha sonraki amplifikasyonları engelleyebilir ve yanlış negatifler üretebilir. Bu nedenle, farklı örneklerden gen dizilerinin karşılaştırılması problemlidir. İnhibitörlerin varlığı ve konsantrasyonu önceden bilinmediğinden numune bazında en iyi ekstraksiyon metotunu belirlemek analiste bırakılmıştır ve bu da zaman kaybına neden olabilir (Jofre ve Blanch, 2010; Straub ve Chandler, 2003).

Moleküler yöntemlerin dezavantajlarına rağmen, bunların üstesinden gelmek ve patojenlerde uygun tespit hedeflerini belirlemek için halen birçok araştırma yapılmaktadır. Moleküler yöntemler, kesinlikle gelecekte rutin su analizlerinde kullanım için doğrulanabilen ve standart hale getirilebilecek teknikler olarak oldukça fazla söz sahibi olacaktır. Genel olarak moleküler araçlar kültür ortamındaki gösterge organizmaların tespiti paradigmasını; kültüre edilemeyen ya da ortaya çıkan yeni

patojenlerin doğrudan tespit edilmesine ve sayılmasına kadar değiştirmiştir (Gilbride, 2014).

3.2.3. Mikrobiyal Kaynak Takibi

Mikrobiyal kaynak takibi (MKT), fekal menşe kaynağını ayırt etmek için farklı konakçıların fekal indikatör bakterileri ile kontamine çevresel örnekler arasındaki benzerlikleri/genetik eşleşmeleri inceleyen bir metotlar grubudur (Bernhard ve Field, 2000). Tipik olarak, MKT yöntemleri, referans kaynak "kütüphane" yapısının gerekliliğine dayalı olarak kütüphaneye dayalı (KD) ve kütüphaneden bağımsız (KB) yöntemler olarak sınıflandırılır. Yaygın olarak kullanılan KD ve KB yöntemlerinden bazılarının avantaj ve dezavantajları ile birlikte Çizelge 3.1'de özetlenmiştir.

3.2.3.1. Kütüphaneye Dayalı Mikrobiyal Kaynak Takibi (KD-MKT)

KD-MKT yöntemleri, referans fekal kaynaklarından (bilinen) izole edilen bakteri suşlarının (tipik olarak fenotipik veya genotipik özelliklere dayalı) kitaplıklarının veya veritabanlarının oluşturulmasını gerektirir. Bu kitaplıklar, fekal kirlilik kaynağının belirlenmesi maksadıyla su numunelerinin izolatlarıyla (bilinmeyen) karşılaştırma yapmak için kullanılır (Harwood vd., 2000; Wiggins vd., 2003). KD-MKT yaklaşımı, belirli bir konakçı kaynağının hedef organizmasının belirli fenotipik ve genotipik özelliklere sahip olduğu ve bu özelliklerin bilinmeyen örneklerde bulunan izolatların kaynağını tahmin etmek için bir parmak izi kitaplığının oluşturulabileceği ortamda bir süre boyunca sabit kaldığı varsayımına dayanır. KD-MKT tekniklerinin çoğu, ilgili bir havzadan toplanan referans dışkı kaynaklarından ve bilinmeyen su örneklerinden hedef organizmaların kültürlenmesini gerektirir. Ancak yakın zamanda geliştirilmiş olsa da Yeni Nesil Dizileme (YND) tabanlı KD-MKT yöntemleri kültivasyon gerektirmez (Cao, Van De Werfhorst, Sercu, Murray & Holden, 2011; Unno vd., 2012). Kültüre dayalı KD-MKT yöntemleri, fekal indikatör bakterilerin ya genotipik ya da fenotipik analizine dayanır. *E. coli*'nin ribotiplenmesi en sık kullanılan kültür temelli genotipik KD-MKT yöntemi olmuştur. Fekal enterokoklar ve fekal koliformların antibiyotik direnç profili ise kültür temelli fenotipik KD-MKT yönteminde yaygın olarak kullanılmıştır. (Vadde, 2018).

Çeşitli değerlendirme çalışmaları, kültüre dayalı KD-MKT yöntemlerinin kötü performans gösterdiğini, çevresel örneklerin kaynak takibi için onları daha az kullanışlı hale getirdiğini ve ayrıca fenotipik veya genotipik olarak karakterize edilmiş izolatların bölgeye özgü büyük özel kitaplıklara veya veritabanlarına ihtiyaç duymanın dezavantajını ortaya çıkarmıştır (Harwood, Staley, Badgley, Borges & Korajkic, 2014; Moore vd., 2005). Bununla birlikte, YND tabanlı yöntemler gibi kültürden bağımsız KD-MKT yöntemleri, bu yöntemler sahaya özgü (coğrafi bir konuma özgü) olmasına ve çevresel örneklere uygulanmadan önce optimizasyonlar ve doğrulamalar gerektirmesine rağmen, son yıllarda daha fazla ilgi görmüştür (Ahmed vd., 2015; Staley vd., 2018; Unno vd., 2018).

3.2.3.2. Kütüphaneden Bağımsız Mikrobiyal Kaynak Takibi (KB-MKT)

KB-MKT yöntemleri, dışkı kaynakları için kitaplıkların hazırlanmasını içermez. KB-MKT yöntemleri, insan ve hayvan dışkı kaynaklarını tanımlamak için ya çevresel örneklerden konakçıya özgü mikropların kültürlenmesine ya da çevresel örneklerden izole edilen konakçıya özgü viral veya bakteriyel genetik materyalin moleküler analizine ihtiyaç duyar (Griffith, Weisberg & McGee, 2003; Hagedorn ve Liang, 2011). En sık kullanılan yöntemler ise bakteriyofaj tiplemesi, viral veya bakteriyel PZR ya da kantitatif (gerçek zamanlı) PZR (kPZR, İngilizce qPCR ya da Real-Time PCR) yöntemleridir.

Bakteriyofaj Tiplemesi: Belirli bakterileri (bazı durumlarda türe özgü) enfekte eden virüsler bakteriyofajlardır. Kolifajlar, *E. coli*'yi enfekte eden geniş bir virüs grubudur. Kolifajların, somatik kolifajlar olarak adlandırılan hücre duvarına adsorbsiyon gibi enfeksiyondan önce hedef hücreye bağlanmanın doğasına ve F+ RNA veya DNA kolifajları olarak adlandırılan *E. coli*'nin seks pilusuna tutunmak gibi genom özelliklerine (RNA veya DNA) dayanan farklı kategorileri vardır (Vinjé, Oudejans, Stewart, Sobsey & Long, 2004). KB-MKT'de, F+ RNA kolifajları, çevresel örneklerde insan dışkı kaynaklarının insan dışı kaynaklardan ayrımında büyük ölçüde kullanılmaktadır (Shahrampour, Yavarmanesh, Habibi Najafi & Mohebbi, 2015; Vergara vd., 2015). Kısa prosedür, onları F+ DNA türlerinden ayırmak için DNAaz varlığında ilk olarak F+ RNA kolifaj izolasyonunu ve ardından serotiplemeyi (*E. coli*'ye enfeksiyonunu engelleyen antiserumları kullanarak) veya genotiplemeyi (etiketli problar kullanarak) içerir (Havelaar, Pot-Hogeboom, Furuse, Pot & Hormann, 1990; Vadde, 2018; Wolf, Hewitt,

Rivera-Aban & Greening, 2008). Bu tekniğin uygulanması hızlı ve nispeten kolay olmasına rağmen, ana dezavantajı, yalnızca insan dışkı kaynaklarını hayvan kaynaklarından ayırt edebilmesi, ancak hayvan kaynakları arasında ayıramamasıdır. Ayrıca, F+ RNA kolifajları, çevrede öngörülemeyen hayatta kalma kinetiğine sahiptir (McQuaig, Griffith & Harwood, 2012).

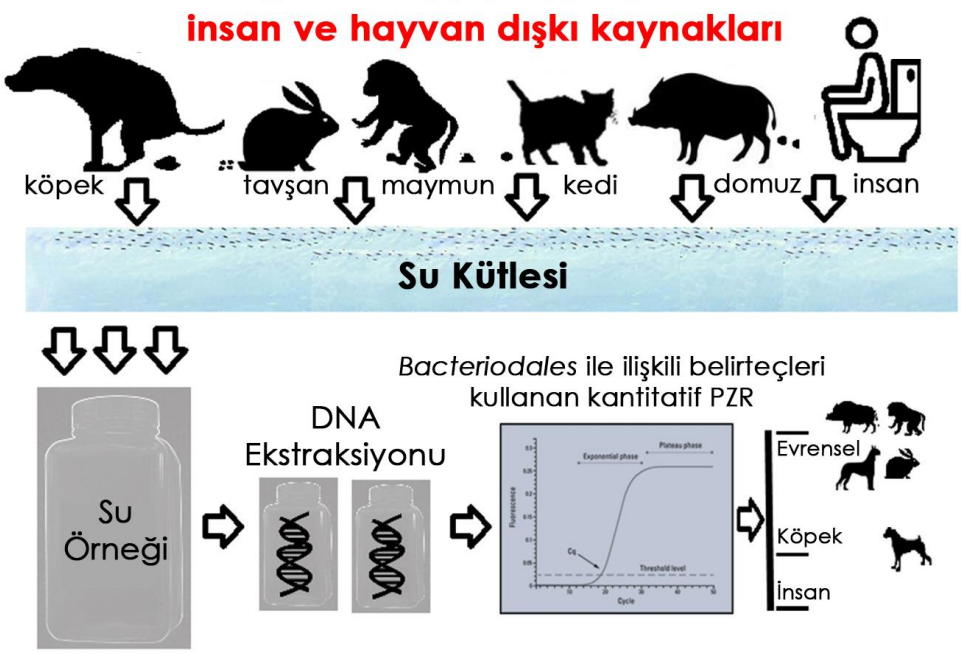
Viral PZR ve kPZR: Genel olarak, virüsler konakçıya çok spesifiktir. Sınırlı konakçı aralığı ile virüsler, çevresel örneklerde insan ve hayvan dışkı kaynaklarını ayırt etmek için hedef olarak kullanılmıştır. Viral KB-MKT yöntemi, numunelerden virüsün izolasyonunu, ardından viral genom ekstraksiyonu ve PZR veya kantitatif PZR ile hedeflerin amplifikasyonunu içeren nispeten basit bir yöntemdir. İnsan, sığır ve domuza özgü enterovirüs ve adenovirüs, çevresel örneklerde insan, sığır ve çiftlik hayvanları ile ilişkili fekal kontaminasyonu belirtmek için hedefler olarak kullanılmıştır (Noble vd., 2003; Wolf, Hewitt & Greening, 2010). Bununla birlikte yapılan bir değerlendirme çalışmasında sığır enterovirüslerinin özgünlükten yoksun olduğu, at ve kaz gibi diğer hayvanlarla çapraz reaktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Field ve Samadpour, 2007). Başka bir çalışma ise insan viral dışkı belirteçlerinin (marker) kanalizasyon örneklerine iyi bir duyarlılık göstermesine rağmen, insan popülasyonunda bollukları düşük olduğu için insan dışkı örneklerinde viral DNA'nın tespit edilmesinin güç olduğu gözlenmiştir (Griffith vd., 2003).

Bakteriyel PZR ve kPZR: MKT çalışmalarında fekal indikatör olarak kullanımları için birkaç konakçıya özgü bakteri önerilmiştir ve bu yöntemlerin çoğu, çevresel örneklerden DNA ekstraksiyonuna ve ardından bir konakçıya özgü bakteri belirteç geninin PZR veya kPZR amplifikasyonuna dayanır. Tavsiye edilen konakçıya özgü bakterilerden bazıları *Bacteroidales* (Bernhard ve Field, 2000), *Bifidobacterium spp.* (Bonjoch, Balleste & Blanch, 2004), *Methanobrevibacter spp.* (Harwood vd., 2013; Ufnar, Wang, Ufnar & Ellender, 2007), *Rhodococcus coprophilus* (Wicki vd., 2012), *Escherichia coli* (Kim vd., 2010) ve *Enterococcus spp.* (Scott vd., 2003)'dir. Bunlar arasında, 16S rRNA genlerini hedefleyen *Bacteroidales* tabanlı MKT üreticileri en umut verici sonuçları göstermiştir.

Çizelge 3.1. Yaygın olarak kullanılan MKT yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları [(Vadde, 2018)'den Türkçeleştirilmiştir.]

Yöntem	Kütüphaneye Dayalı	Kültüre Dayalı	Yöntem Açıklaması	Avantajları	Dezavantajları
Tekrarlayan Palindromlara Dayalı PZR (Rep-PCR)	Evet	Evet	Spesifik tekrarlayan dizilerin PZR amplifikasyonunu ve agaroz jel ile DNA fragmanlarının ayrılmasını gerektirir ve bakteri suşlarının benzersiz parmak izlerini üretir.	İzolasyonları birden çok kaynak arasında ayırt eder, Kolay ve hızlı, daha yüksek doğruluk (kütüphanenin boyutuna göre).	Referans kitaplıkların gerekliliği, tekrarlanabilirlik endişeleri, coğrafya ve zamana özgüllük.
Ribotipleme	Evet	Evet	Restriksiyon enzimleri ile genomik DNA'nın parçalanmasını, ardından Southern blotlama metodunu içerir.	Yüksek düzeyde yeniden üretilebilirlik, izolatları birden çok kaynak arasında farklılaştırır, daha yüksek doğruluk (kütüphanenin boyutuna göre).	Referans kitaplıkların gerekliliği, coğrafya ve zamana özgüllük, özel eğitim gerekliliği.
Antbiyotik Dirençlilik Profili	Evet	Evet	Bakterileri antibiyotiklere tepki ve direnç modeline göre ayırt eden biyokimyasal bir yöntem.	Kolay, hızlı ve ucuz.	Coğrafya ve zamana özgüllük, yüksek yanlış pozitifliği.
Yeni Nesil Dizileme	Evet	Hayır	DNA ekstraksiyonu, YND kullanarak dizileme, hesaplamalı/biyoinformatik analiz.	Kapsamlı bakteri toplulukları tanımlaması, kütüphaneler mevcutsa çoklu dışkı kaynakları tanımlanabilir.	Coğrafya ve zamana özgüllük, farklı kaynaklar için büyük kitaplıkların oluşturulmasının gerekliliği.
Bakteriyofaj Tiplemesi	Hayır	Evet	Kaynağa özgü bakteriyofaj izolasyonu ve sayımını, ardından fajların serotiplendirilmesini veya genotiplendirilmesini içerir.	Son derece spesifik, nispeten ucuz.	Sadece insan ve hayvan arasında ayrım yapar, düşük yoğunluk nedeniyle daha az hassastır.
Bakteriyel PZR/ kPZR	Hayır	Hayır	Konakla ilişkili bakteriyel belirteçlerin amplifikasyonunu içerir, insan ve hayvan dışkı kaynaklarını ayırt etmek için çeşitli belirteçler geliştirilmiştir.	Kaynağa özgüllük, orta ila yüksek seviyede doğruluk, hızlı ve uygulanması kolay.	Nispeten az sayıda konak için mevcut olan belirteçler, belirteçlerin bilinmeyen kalıcılığı, pahalılık, amplifikasyon hataları.
Viral PZR/ kPZR	Hayır	Hayır	Konakla ilişkili viral belirteçlerin amplifikasyonunu içerir.	Kaynağa özgüllük, hızlı ve uygulanması kolay.	Çevresel ortamda düşük yoğunluk, çok az sayıda kaynak için belirteç kullanılabilirliği.

Son yıllarda, *Bacteroidales* takımının üyelerini hedefleyen PZR/kPZR çalışmaları, dışkı kaynaklarının izlenmesinde daha yüksek potansiyel gösterdikleri için MKT'de yaygın olarak kullanılmaktadır (Wuertz, Wang, Reischer & Farnleitner, 2011). *Bacteroidales*, memelilerin sindirim sisteminde yaşayan zorunlu anaerobik bakterilerdir (Wexler, 2007). Farklı hayvan türlerinde bu oran değişse de, memeli dışkısında geleneksel indikatör bakterilerden daha yüksek konsantrasyonda bulunurlar (Meays, Broersma, Nordin & Mazumder, 2004). Tavuk, kaz ve martı gibi kuş türlerinde ise *Bacteroidales* yoğunluğu daha düşüktür (Jeter vd., 2009; Lu, Santo Domingo, Lamendella, Edge & Hill, 2008; Ohad vd., 2016). *Bacteroidales* zorunlu anaerobik bakteriler olduğundan ötürü çevresel numunelerde uzun süre hayatta kalamazlar. Bu da mikrobiyal kaynak takibi için önemli bir özellik olan son (anlık) fekal kontaminasyonu gösterir. Genel olarak *Bacteroidales* üyelerinin çevrede yaklaşık bir hafta kalabildiği belirlenmiş olup (Bae ve Wuertz, 2009, 2012; Walters ve Field, 2009), *Bacteroides thetaiotaomicron*'un çevrede daha uzun süre hayatta kalabildiği tespit edilmiştir (Xu vd., 2003).



Şekil 3.2. Bakteriyel kPZR yöntemiyle su kütlesinde fekal kaynağın belirlenmesinin diyagramı [(Nshimyimana, Cruz, Thompson & Wuertz, 2017)'den Türkçeleştirilmiştir.]

Bacteroidales KB-MKT analizlerinin (assay) çoğu, başlangıçta hedef genlerin varlığını veya yokluğunu saptamak için geleneksel PZR amplifikasyonuna dayanmasına

rağmen, son yıllarda çevresel numunelerdeki belirteçleri ölçmek için kPZR analizleri ile değiştirilmiştir. kPZR ile işaretleyici gen tespiti ve kantifikasyonu, SYBR Green (Okabe vd., 2007; Seurinck, Defoirdt, Verstraete & Siciliano, 2005) gibi spesifik olmayan floresan raportörler tarafından veya TaqMan analizine dayanan spesifik etiketleme probları kullanılarak gerçekleştirilebilir (H. C. Green vd., 2014; Kildare vd., 2007; Layton vd., 2006; Mieszkin, Furet, Corthier & Gourmelon, 2009). Ancak, daha fazla özgüllük sağlamak için testte prob ve primer gereksinimi nedeniyle çevresel numune üzerindeki MKT çalışmaları için TaqMan tabanlı testler önerilmektedir (Kildare vd., 2007). Şu anda, toplam veya evrensel *Bacteroidales* dört farklı analiz ile tespit edilebilir: BacUni (Kildare vd., 2007), GenBac (Dick ve Field, 2004; Siefring, Varma, Atikovic, Wymer & Haugland, 2008), AllBac (Layton vd., 2006) ve BacPre1 (Okabe vd., 2007). Çevresel örneklerde insan fekal belirteçlerinin nicelleştirilmesi için birkaç insanla ilişkili *Bacteroidales* MKT analizi geliştirilmiş ve sahada test edilmiştir (H. C. Green vd., 2014; Haugland vd., 2010; Kildare vd., 2007; Layton vd., 2006; Reischer, Kasper, Steinborn, Farnleitner & Mach, 2007; Seurinck vd., 2005; Shanks, Kelty, Sivaganesan, Varma & Haugland, 2009). Benzer şekilde, domuz, geviş getiren hayvanlar, köpek, martı, kaz, at ve geyik gibi konakçıyla ilişkili de farklı analizler geliştirilmiştir (Converse, Blackwood, Kirs, Griffith & Noble, 2009; Dick vd., 2005; Dorai-Raj, o'Grady & Colleran, 2009; Fremaux, Boa & Yost, 2010; Mieszkin vd., 2009; Silkie ve Nelson, 2009; Stricker, Wilhartitz, Farnleitner & Mach, 2008). Kaynak özgüllüğünün ve dışkı kaynaklarının çapraz reaktivitesinin değerlendirilmesine odaklanan çok sayıda MKT çalışması olmasına rağmen, az sayıda çalışma bu konakçıya özgü belirteçlerin coğrafi uygulanabilirliğini doğrulamıştır ve analizlerin herhangi bir yeni çalışma alanında kullanılmalarından önce yerel doğrulamaya tabi tutulması tavsiye edilmektedir (Ahmed vd., 2007; Boehm vd., 2016; Jenkins, Tiwari, Lorente, Gichaba & Wuertz, 2009; Odagiri vd., 2015; Reischer vd., 2013).

BÖLÜM 4

İĞNEADA LONGOZ ORMANLARI VE BULUNDUĞU BÖLGENİN MEVCUT DURUMU

4.1. İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı

İğneada Longoz Ormanları, Yıldız Dağları'ndan Karadeniz sahillerine doğru akan derelerin taşıdığı alüvyonların birikmesi ve bölgenin mevsimsel olarak sular altında kalması sonucunda oluşmuştur (Şekil 4.1). İğneada yerleşim yeri, Milli Park içerisindeki kıyı kumullarını fiziki olarak ikiye ayırır. Kuzeyde yer alan kıyı kumulları Erikli Gölü'nün doğu kısmından başlayarak İğneada'ya kadar uzanır. Güneyde yer alan kıyı kumulları ise Mert Gölü'nü denize bağlayan kanal bölgesinden başlayarak Saka Gölü güneyine kadar uzanır ve yer yer genişliği 50-60 metreye kadar ulaşır. Yaklaşık 10 km uzunluğundaki kumullar Karadeniz'in güneybatısına özgü bitki türleri ile büyük önem taşımaktadır. 2015 yılında yapılan bir araştırmada (Kaya, 2015) tespit edilen 227 kuş türü İğneada Longoz Ormanları ve çevresinin kuşlar açısından ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.1. Erikli Longozu ilkbahar dönemine ait görüntü

1978'de İğneada'nın 5399 hektarlık kısmı Av ve Yaban Hayatı Koruma Sahası, alanın güneyindeki 1345 hektarlık kısmı Tabiatı Koruma Alanı, 1990 yılında bir kısmı ve 1991 yılında ise alanın tamamı Doğal Sit Alanı statüsüne kavuşturularak koruma altına alınmıştır. Milli Park alanı (Şekil 4.2), 03.11.2007 tarihli Bakanlık Olur'u ile 13.11.2007 tarihli ve 26699 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak daha geniş bir alanda milli park şemsiyesi altında birleştirilmesiyle ülkemizin 39. Milli Parkı olarak ilan edilmiştir. 3155 hektarlık Milli park alanı, Demirköy'e 25 km uzaklıktadır ve İğneada beldesi sınırları içerisinde yer almaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü).



Şekil 4.2. İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı sınırlarını gösterir uydu görüntüsü

4.2. İğneada Longoz Ormanları Flora Özellikleri

İğneada dar bir zon içerisinde farklı vejetasyon tiplerinin, biyolojik ve ekosistem çeşitliliğinin bir arada bulunduğu bir mevkiidir. Bölgenin oluşumunda, mevkiiyi besleyen Bulanık, Çavuşköprü ve Efendi Deresi önem arz etmektedirler. Karadeniz'e 300-600 metre mesafede bulunan söz konusu ormanlar göl, bataklık ve ince bir şerit halinde uzanan kumul sahaları yoluyla denizle bağlantılıdır. Longozların içinden geçip denize ulaşmak isteyen dereler düz ve çukurca sahalarda gayet yavaş akmakta, kış aylarında ise Karadeniz'den esen sert rüzgârların harekete geçirdiği kumullar dere ağızlarını doldurmakta ve dolayısıyla denizle irtibatları kesilen dereler geri alanda birikerek ormanlara doğru yayılmakta, en nihayetinde ağaç gövdeleri ve çalılar yaklaşık 1 metrenin üstünde su altında kalmaktadırlar. Bu su baskını Mart-Mayıs aralığı süresince yaklaşık 2,5-3 ay müddetle, ormanı girilmez hale getirmektedir (Yaltırık ve Asuman, 1988). Longoz ormanları, yaprak döken karışık oldukça boylu ağaç türlerinden oluşan orman vejetasyon tiplerini bünyesinde barındırır. Kıyı kumulları, longoz ormanları ile birlikte İğneada'nın en hassas ekosistemlerini oluştururlar. Kıyı kumulu üzerinde zengin ve ilginç bitki türleri bulunur. Tırmanıcı bitki türleri ormanın en belirgin özelliği olmakla birlikte sahil, ön cephe kumul ve sabit kumul bitki örtüleri de bol miktardadır. Göl içlerinde su

derinliğinin 50-100 cm olduğu alanlarda yayılış gösteren ve yer yer örtüşü %100'ü bulan bitki topluluğunun baskın türleri *Schoenoplectus lacustris* (Su sandalye sazı), *Phragmites australis* (Kamış), *Typha domingensis* (Kedi kuyruğu, şeytanmumu) ve *T. angustifolia* (Saz)'dır. Floristik kompozisyonu daha zengin olan taban suyu yüksek yarı tuzlu bataklık alanlarda *Bolboschoenus maritimus* (Sandalye sazı), *Cladium mariscus* (Bataklık testere otu), *Juncus heldreichanus* (Kofa), *Sparganium erectum* (Kındıra), *Atriplex patula* (Karapazı), *Chenopodium chenopodioides* (Kaz sirkeni), *Spergularia bocconei* (Sadırlı remilotu), *Leucojum aestivum* (Göl zambağı), *Limonium gmelinii* (Çardak süpürgesi), *Cirsium creticum* (Eşek çalısı), *Polypogon viridis* (Tüylüce ot) gibi bitkiler yayılış gösterir. Hamam ve Pedina Gölleri etrafındaki tatlısu bataklıkları ise Türkiye'de örneğine çok az rastlanan Avrupa-Sibirya tatlısu florasını içermesi açısından oldukça önemlidir. Bu bataklıklarda görülen tehdit altındaki *Trapanatans* (Göl kestanesi) ve *Nymphaea alba* (Nilüfer) popülasyonları yüksek su kalitesinin göstergesi olarak kabul edilir (Şekil 4.3). Dere kenarlarındaki doğal setler boyunca yayılış gösteren kumlu mera toplulukları arasında, Türkiye için yeni bir tür olan *Logfia minima* (Küçük yalancı pamuk gülü) ve nadir görülen bazı *Trifolium* türlerine rastlanır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü).



Şekil 4.3. Hamam Gölü'nde yayılış gösteren *Nymphaea alba* (Nilüfer) görüntüsü

Longoz alanında bulunan önemli bitkilerden bazıları ise şu şekildedir: *Fagus orientalis* (Doğu kayını), *Populus tremula* (Titrek kavak), *Rhododendron ponticum* (Mor çiçekli orman gülü), *Verbascum bugulifolium* (Alaca sığırkuyruğu), *Pancratium*

maritimum (Kum zambağı), *Ilex aquifolium* (Çobanpüskülü), *Quercus cerris* (Saçlı meşe), *Carpinus orientalis* (Doğu gürgeni), *Alnus glutinosa* (Kızılağaç), *Crataegus monogcyna* (Geyikdikeni, alıç), *Ruscus aculeatus* (Tavşanmemesi), *Fraxinus ornus* (Çiçekli dişbudak), *Corylus avellana* (Fındık), *Ulmus campestris* (Karaağaç) ve *Acer campestre* (Ova akçaağacı) (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. İğneada Longoz Ormanları florasına ait bazı önemli türler. *Pancratium maritimum*-Kum zambağı (üstte solda), *Verbascum bugulifolium*-Alaca sığırkuyruğu (üstte sağda), *Rhododendron ponticum*-Mor çiçekli orman gülü (altta) (Fotoğraflar: Cansu Dumlu).

4.3. İğneada Longoz Ormanları Fauna Özellikleri

İğneada, hem önemli kuş göç yolları üzerinde olması hem de farklı hayvan türlerine yaşam alanı oluşturmasıyla yüksek biyolojik çeşitlilik değerleri içermektedir. Alan ayrıca Avrupa kıtasında kritik ekosistem noktası oluşu sebebiyle dünya mirasını koruma açısından uluslararası öneme sahiptir. İğneada mevkii, özellikle bazı su kuşları ve yırtıcılar için önemli bir üreme alanıdır. Ayrıca çok sayıda önemli su kuşu, yırtıcılar ve özellikle leylekler (ak ve karaleylek) için sonbahar göçünde önemli bir geçiş yoludur. Türkiye kuş varlığını oluşturan 454 kuş türünden yarıya yakını (200'den fazla tür) yıl içerisinde İğneada'da görülebilmektedir. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) Avrupa Kırmızı Liste ölçütlerine göre nesli tehlike altında olan veya tehlike altına girebilecek statüdeki *Phalacrocorax pygmeus* (Cüce karabatak), *Haliaetus albicilla* (Akkuyruklu kartal) ve *Falco naummani* (Küçük kerkenez) İğneada'nın sağlıklı ekosistemini temsil eden 3 gösterge kuş türüdür. Bunun yanı sıra ülkemizde sadece kuzey Trakya'da görülen *Picus canus* (Küçük yeşil ağaçkakan) İğneada'da öne çıkan önemli bir kuş türüdür. Yapılan gözlem ve kayıtlara göre İğneada'yı temsil eden toplam 9 gösterge ve 13 izlenmesi gereken kuş türü bulunmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü).

Memeli türü sayısı ise son çalışmalardaki verilere göre 49'dur (Hasbenli, 2006). Memeli tür çeşitliliği oldukça yüksek olan İğneada ve çevresi, tüm Türkiye'deki memelilerin %34'ünü ve Trakya'daki memelilerin %57'sini barındırmaktadır. Alanda; *Cervus elaphus* (Geyik), *Capreolus capreolus* (Karaca), *Sus scrofa* (Yaban domuzu), *Canis lupus* (Kurt), *Vulpes vulpes* (Tilki), *Canis aureus* (Çakal), *Felis silvestris* (Yaban kedisi), *Martes martes* (Sansar), *Apodemus flavicolis* (Orman faresi), *Meles meles* (Porsuk), *Lutra lutra* (Su samuru) ve yarasa türleri gibi memeliler yaşamaktadır. Alanın her yerinde varlığı tespit edilen orman faresi, etoburlar, gece ve gündüz yırtıcılarının besinini oluşturduğu için gösterge tür olarak tespit edilmiştir (Longozu Koru Platformu).

Lagün, göl ve dere gibi farklı sulak alanlarında bilinen 30 balık türü yaşamaktadır. Bölgedeki dere ve göllerde yaşayan 8 balık türü Bern listesinde "Korunması Gereken Türler" sınıfındadır. Bunlar; *Chalcalburnus chalcoides* (Dere hamsisi), *Syngnathus abaster* (Deniz iğdesi), *Neogobius fluviatilis* (Tatlısu kaya balığı), *Aspius aspius* (Kocaağız), *Alburnoides bipunctatus* (Noktalı inci balığı), *Rhodeus sericeus* (Acı balık),

Cobitis taenia (Taş yiyen balık) ve *Chondrostoma nasus* (Kababurun)'dır. En fazla balık türünün Erikli ve Mert göllerinde bulunduğu İğneada'da, ekonomik öneme sahip balıklardan sazan, tatlısu kefali, kızılkanat, gümüş balığı, kocaağız ve has kefal görülmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü).

İğneada longozu Trakya genelindeki iki yaşamlı ve sürüngen sayısının yarıdan fazlasını barındırır. Bunun sebebi bölgedeki sulak alan habitatının zengin bir yaşam ortamı oluşturmasıdır. Bern Sözleşmesine göre iki yaşamlı türlerden *Triturus karelini* (Pürtüklü semender) ve *Bufo viridis* (Gece kurbağası) ile sürüngen türlerinden *Ophisaurus apoducus* (Oluklu kertenkele), *Lacerta viridis* (Yeşil kertenkele) ve *Ablepharus kitaibelii* (İnce kertenkele) kesinlikle korunması gereken türlerdir (Longozu Koru Platformu). Bunların dışında yılan ve kaplumbağa türleri de dâhil 16 adet iki yaşamlı ve sürüngen türü bu bölgede yaşamını sürdürmektedir.

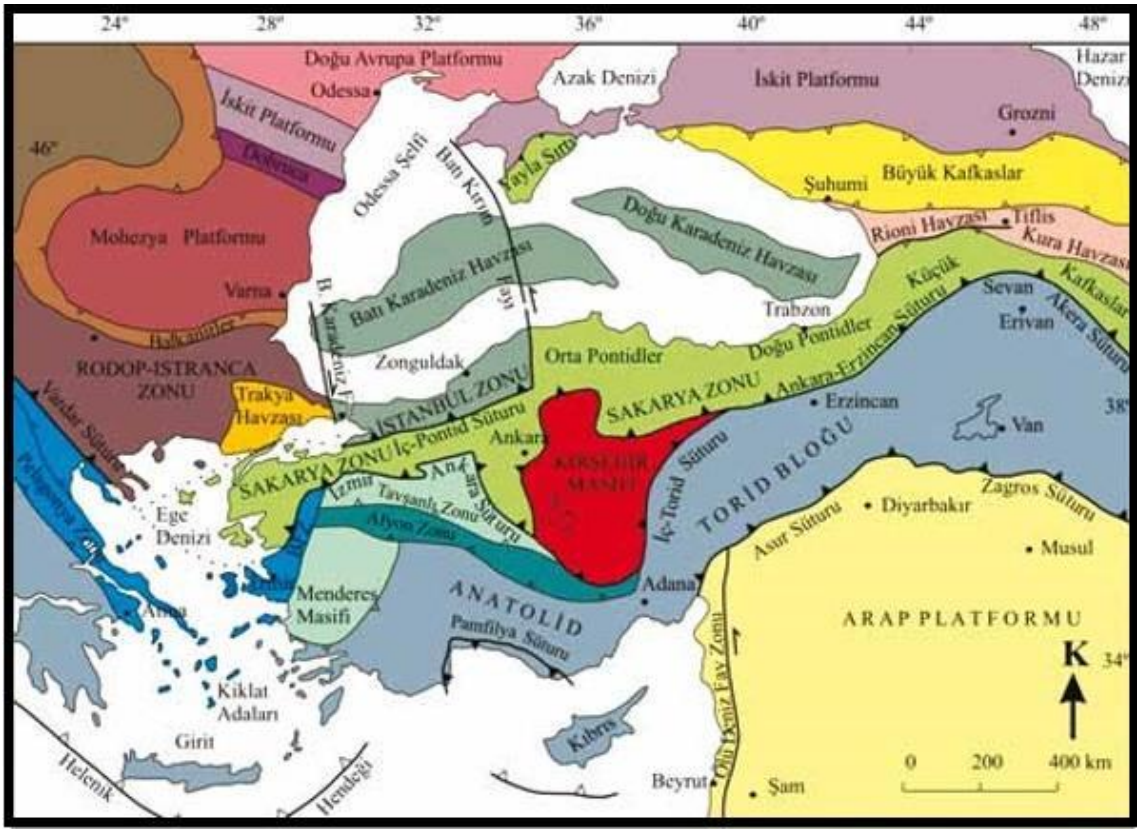
Belirlenebildiği kadarıyla 310 tür böcek bulunan İğneada ve çevresinde, yapılan çalışmalar sonucunda 123 türle Pedina ve Hamam Gölü arasındaki bölge en zengin bölge olarak tespit edilmiştir. Bu bölgede bulunan orman içi açıklıklar, böcek türleri için uygun yaşam alanları oluşturmaktadır. Genel olarak alanda böceklerin gözlemlendiği yaşam alanları; göl kenarları ve orman içi açıklıklar, sahile yakın kumul bölgeler, çürüyen ağaç kütükleri ve taş altları ile ormanlık alanlardır. IUCN koruma kategorisinde yer alan büyük *Cerambyx cerdo* (Teke böceği) ve *Lycaena dispar* (Benekli bakır kelebeği) alanda kendine uygun yaşam ortamı bulmuştur. Bu türlerden büyük teke böceği, orman içindeki ağaçlarda yaşamakta ve türün buradaki devamlılığı amacıyla izlenmektedir. Böcek türlerinden besin zincirinin en üstünde yer alan *Anax imperator* (Helikopter böceği, Yusufçuk) İğneada ve çevresi için gösterge böcek türü kabul edilmiştir. Sulak alanların civarında yaşayan ve kolayca gözlenebilen bu yaygın tür, diğer böcek türleri ile beslenerek böcek nüfusunun kontrolünde önemli rol oynamaktadır (Longozu Koru Platformu).



Şekil 4.5. İğneada Longoz Ormanları faunasına ait bazı önemli türler. *Pelophylax ridibundus*-Ova kurbağası (üstte solda), *Ardeola ralloides*-Alaca balıkçıl (üstte sağda), *Felis silvestris*-Yaban kedisi (altta) (Fotoğraflar: A.B. Dumlu, Cansu Dumlu)

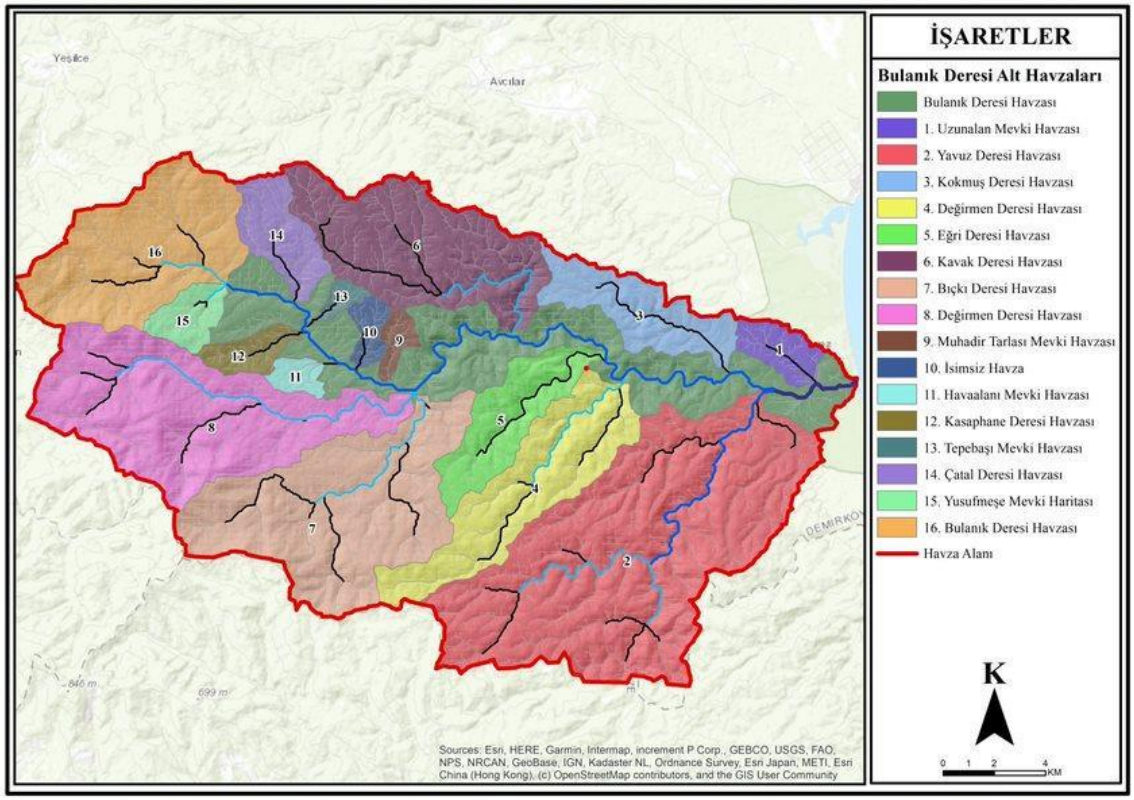
4.4. Bölgenin Jeolojik, Hidrojeolojik ve Tektonik Yapısı

Türkiye'nin jeolojik ve tektonik birliklerini inceleyen Okay ve Tüysüz (1999), Istranca Masifi'nin bulunduğu sahayı Trakya'nın kuzeyinde bulunan Rodop – Istranca Zonu içine almıştır (Şekil 4.6). Istranca Masifi, Karadeniz'den itibaren Demirköy ilçe sınırını hemen hemen takip eder şekilde kuzeybatı-güneydoğu yönlü bir dağ kütlesi görünümündedir. Türkiye'den sonra Bulgaristan'da devam eden bu masif, Bulgaristan'da geniş yer kaplayan Rodop Masifi'nin devamı niteliğindedir (Ege, 2022).

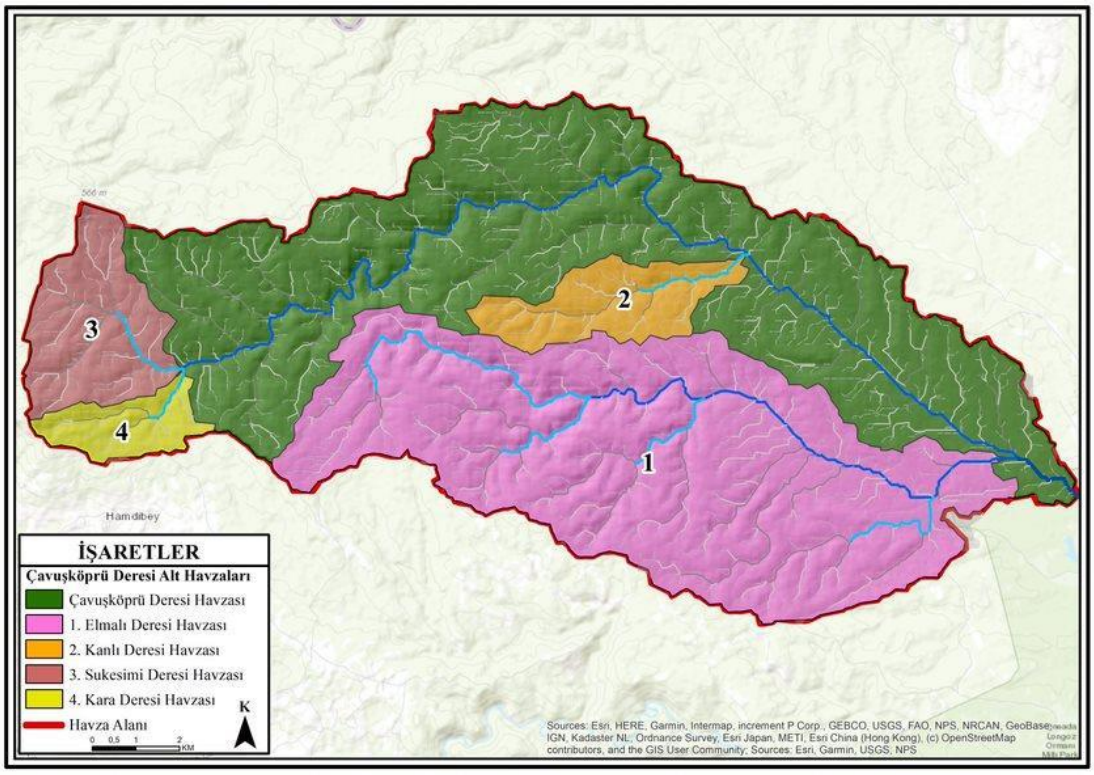


Şekil 4.6. Türkiye'nin tektonik yapısı (Parlak ve Sayılı, 2012)

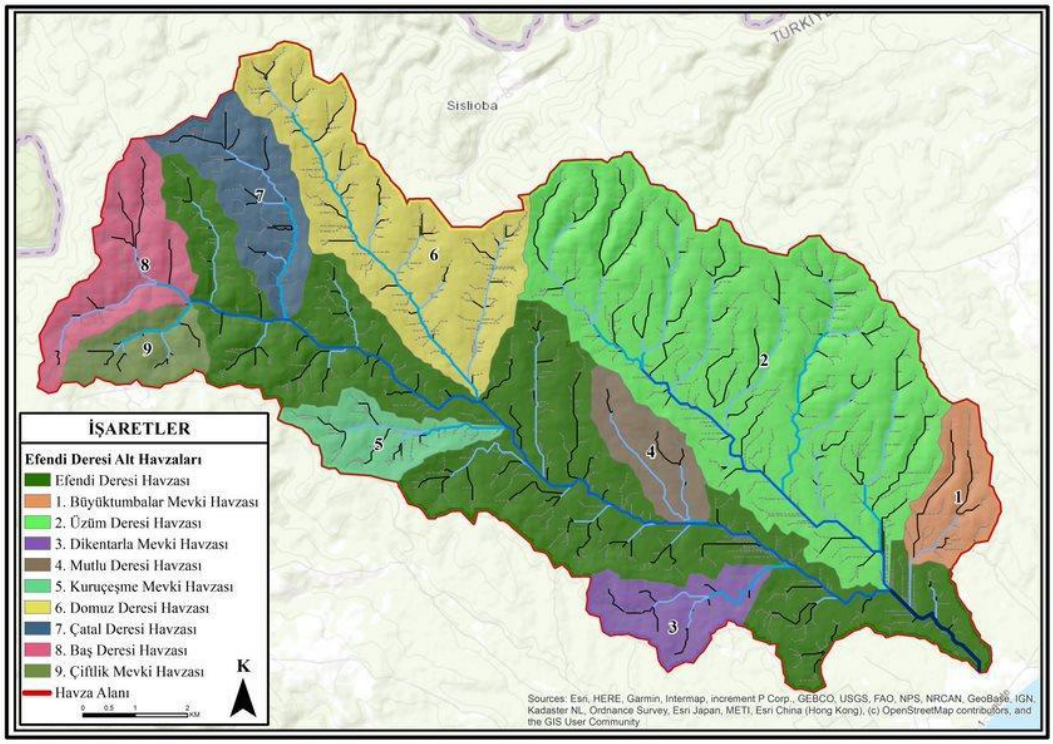
İğneada Longoz Ormanları'nı oluşturan derelerin toplam havza alanı 769 km^2'dir. Bölgenin ana havzası tek bir dereden değil longoz ormanları için önem arz eden 3 dereden oluşmaktadır. Bu dereler kaynağını Yıldız Dağları ve kuzey eteklerinde bulunan tepelerden (Çakmak Tepe, Büyükmurtat Tepesi, Mustafa Tepesi, Soğuksu Tepesi vb.) alarak longoz orman alanını beslemektedir. Bu havzalar Bulanık Deresi (Şekil 4.7), Çavuşköprü Deresi (Şekil 4.8) ve Efendi Deresi havzalarıdır (Şekil 4.9). Bulanık Deresi havzası 425 km^2, Çavuşköprü Deresi havzası 165 km^2 ve Efendi Deresi havzası 111 km^2 alanı kaplamaktadır. Havzalar güneyde Yıldız Dağları, batı ve kuzeyinde Yıldız Dağları'nın uzantısı olan tepelik ve yüksek sahalar, doğuda ise Karadeniz ile sınırlandırılmaktadır. Yıldız Dağları havzaların akarsu akış yönünü belirlemektedir. Çünkü çevresine göre yüksek bir alanda olan ve derelerin kaynağını aldığı Yıldız Dağları eteğinde bulunan bölgenin su bölümü çizgisini teşkil eden tepelikler, Karadeniz'e kadar olan eğim derecesinde akarsuların batı-doğu yönlü akış göstermesinin başlıca nedenidir. Havzaların tali kollarında yönünün genel olarak bu doğrultuda olması akarsu ağının gelişiminde topografyanın etkisini göstermektedir (Ege, 2022).



Şekil 4.7. Bulanık Deresi havzası ve alt havzaları (Ege, 2022)



Şekil 4.8. Çavuşköprü Deresi havzası ve alt havzaları (Ege, 2022)



Şekil 4.9. Efendi Deresi havzası ve alt havzaları (Ege, 2022)

Milli Park alanının ana kaya yapısı alanın jeomorfolojik özellikleri, iklim ve bitki örtüsü gibi çevresel faktörlerden etkilenerek farklı tipte toprak yapılarından oluşmuştur. Milli park alanında alüvyal, kireçsiz kahverengi orman toprakları, alüvyal sahil bataklıkları ve kıyı kumulları mevcuttur. Bununla birlikte Milli Park alanında en fazla alüvyal topraklar, sonra sırasıyla kireçsiz kahverengi orman toprakları, alüviyal sahil bataklıkları ve kıyı kumulları bulunmaktadır. Kireçsiz kahverengi orman toprakları Milli Park alanının küçük bir kısmını teşkil etmektedir. Bu toprakların üst horizonları iyi oluşmuştur ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Alt horizonda ise kil birikimi yok veya çok azdır. Eğimleri genellikle orta, dik ve çok dik; derinlikleri çoğunlukla sığ veya çok sığdır. Taşlılık oranı %16 civarındadır (Turoğlu, 2012).

4.5. Bölgenin İklim Elemanlarına Ait Uzun Süreli Veriler

İklim elemanlarına ait pek çok parametre bulunmaktadır. Ancak sıcaklık ve yağış temel iklim parametreleridir. Sıcaklık ve yağışla ilgili yapılan meteorolojik rasatlardan elde edilen veri setleri yerel ve küresel bazda iklim değişkenliklerini anlamaya ciddi katkılar sağlamaktadır. Belirtilen parametreler zamansal ve mekânsal ölçekte büyük değişkenlikler göstermektedir. İklimin karakterini belirleme de ya da belirli iklim

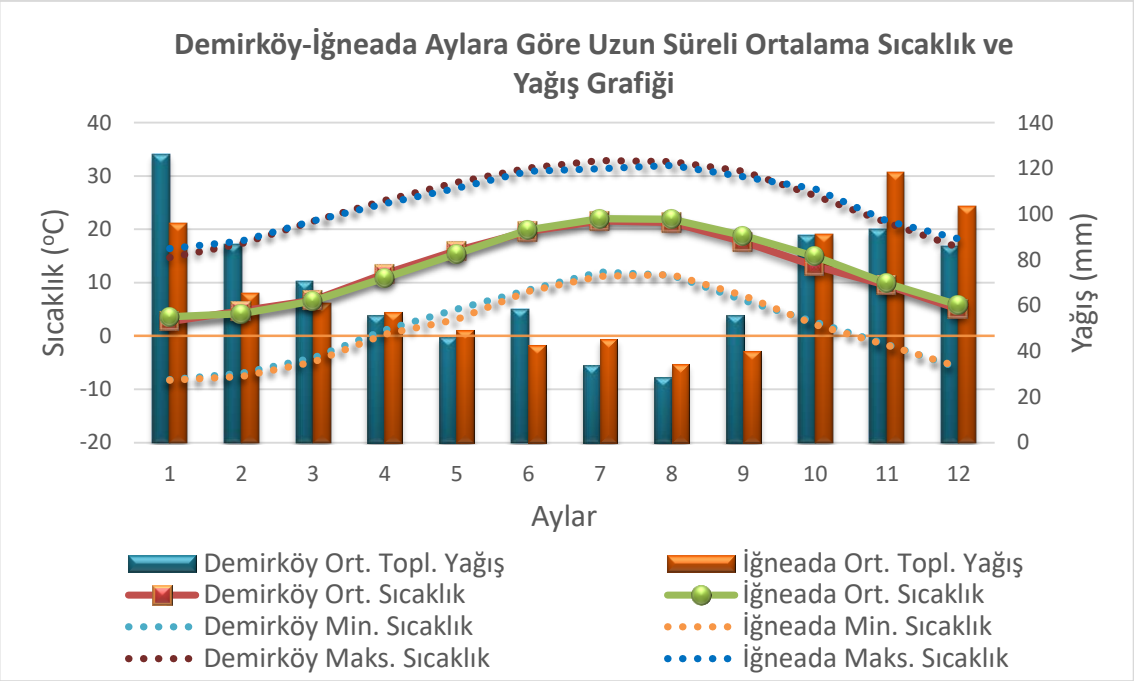
karakterinin değişmesi ile ilgili konularda sıcaklık ve yağış verileri önemli ipuçları sağlamaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği konularında yapılan çalışmaların büyük kısmı sıcaklık ve yağış ile ilgili olup bu iki parametrenin özellikle trend analizleri üzerine olanları ağırlık kazanmaktadır (Coşkun, 2020).

İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların lokasyonları olan Demirköy ilçesi ve bağlı belde olan İğneada'nın yakınındaki meteorolojik istasyonlardan elde edilen aylara göre uzun süreli ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri incelendiğinde Demirköy'de ortalama sıcaklığın yıl boyu 12,8 ^{o}C, İğneada'da ise 12,5 ^{o}C olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.1). İğneada istasyonu şu an faal olmamakla birlikte mevcut durumda sadece Demirköy istasyonundan veri sağlanabilmektedir.

Çizelge 4.1. Demirköy ve İğneada'ya ait uzun süreli aylara göre ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri [MGM'den aktaran (Ege, 2022)]

Parametre	Lokasyon	Aylar												Genel Ort.Sıc./ Topl.Yğş
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	***DEMİRKÖY***	2,7	4,7	6,7	11,7	16	19,6	21,6	21,3	17,7	13,1	9,5	5	12,5
	İĞNEADA	3,6	4,2	6,6	10,9	15,4	19,9	22	21,9	18,8	14,9	9,9	5,8	12,8
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	***DEMİRKÖY***	-8,2	-7	-4,1	1,1	5	8,6	12	11,4	6,7	2,6	-1,6	-6	1,7
	İĞNEADA	-8,3	-7,6	-4,9	0,3	3,1	8,4	11,2	11,5	7,6	2,1	-1,7	-5,8	1,3
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	***DEMİRKÖY***	14,7	17,3	21,5	25,4	28,8	31,5	32,9	32,7	30,9	26,3	21,3	16,6	25
	İĞNEADA	16,4	17,8	21,6	24,8	27,7	30,9	31,4	32	29,9	27,6	21,6	18,2	25
Ortalama Toplam Yağış (mm)	***DEMİRKÖY***	126	86,8	70,5	55,7	46,1	58,3	33,6	28,5	55,6	91	93,3	86	831,4
	İĞNEADA	95,9	65,5	60,8	57,1	49,2	42,5	45,1	34,1	40,1	91,4	118,1	103,4	803,2

Bölgenin morfolojik yapısı ve istasyonlar arasındaki yükselti farkının az olması, iklim parametrelerinin arasındaki farklılaşmayı azaltmakta olup iki istasyondan elde edilen aylara göre uzun süreli ortalama sıcaklık ve toplam yağış parametre verileri arasında %95 güven aralığında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (T-test $p>0,05$).



Şekil 4.10. Demirköy ve İğneada'ya ait aylara göre uzun süreli ortalama sıcaklık ve toplam yağış grafiği

4.6. Bölgedeki Yerleşim Alanları ve Özellikleri

İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarının çevresindeki yerleşim yerleri incelendiğinde bölgede göze çarpan öncelikli olarak Demirköy ilçesi ve ilçeye bağlı İğneada beldesidir. Bununla birlikte havza dahilinde ilçeye bağlı Avcılar, Hamdibey ve Sivriler köyleri bulunmaktadır. Bahsi geçen yerleşim yerlerine ait 2021 ve 2022 adrese dayalı nüfus sayıları ve yüzdelik değişim oranları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların çevresinde bulunan yerleşim yerlerinin 2021-2022 nüfusları ve yüzdelik değişim oranları (Türkiye İstatistik Kurumu).

Bölge Nüfus Verisi			
Yerleşim Yeri	**Yıl**		**Değişim (Yüzde)**
	2021	**2022**	
Demirköy ilçesi-Merkez	3350	3489	4,15%
İğneada beldesi	2509	2511	0,08%
Avcılar köyü	155	153	-1,29%
Hamdibey köyü	340	328	-3,53%
Sivriler köyü	527	533	1,14%

Kırklareli iline bağlı Demirköy ilçesi 290 rakıma sahip ve etrafı sık ormanlarla çevrili bir yerleşim yeridir. Geçmiş yıllarda ise orman alanının daha fazla olduğu, son

yıllarda yaşanan nüfus artışı ve yatırımlar ile ormanlarda tahribatların yaşandığı, daha çok topografyaya göre yerleşim gelişimi gösteren bir ilçedir. Ormancılık bölgenin ana geçim kaynağından biridir.

İğneada, konumundan ve doğal yapısından ötürü son yıllarda özellikle rekreasyon odaklı gelişim göstermektedir. Bundan dolayı turizm aylarında dönemsel olarak nüfus artışı yaşanmaktadır. Güneyinde Mert Gölü, kuzeyinde Erikli Gölü, doğusunda Karadeniz bulunmaktadır. Beldenin tarihi çok eski yıllara dayanmaktadır. Kaynaklara göre belde eski bir liman yerleşimidir. Etrafındaki su kaynakları yerleşimin şeklinde büyük rol oynamıştır.

Demirköy ilçesine bağlı Avcılar, Hamdibey ve Sivriler köyleri orman köyleridir. Özellikle Hamdibey ve Avcılar köylerinde son yıllarda konumundan ötürü turizm amaçlı nüfus artışı ve yapılaşma görülmektedir.

4.7. Bölgedeki Büyükbaş Hayvancılık

İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarının çevresindeki yerleşim alanlarında ticari anlamda büyükbaş hayvancılık yapan işletme sayısı oldukça azdır. Bölge dahilinde genel olarak ticari olmayan yayma usulü hayvancılıkla uğraşılmaktadır. Ayrıca İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı sınırları içerisinde de eski dönemlerden ruhsatlandırılmış büyükbaş hayvan barınağı bulunmaktadır. Bununla birlikte bölgede büyükbaş hayvancılık, köylü destek projeleri ile kamu kurumları tarafından da desteklenmektedir. Kırklareli Tarım ve Orman Müdürlüğünden elde edilen verilere istinaden bölgeye ait büyükbaş hayvan sayıları Çizelde 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların çevresinde bulunan yerleşim yerlerindeki 2021-2022 büyükbaş hayvan verisi ve yüzdelik değişim oranları

Bölge Büyükbaş Hayvan Verisi			
Yerleşim Yeri	**Yıl**		**Değişim (Yüzde)**
	2021	**2022**	
Demirköy ilçesi-Merkez	1929	2184	13,22%
İğneada beldesi	1600	873	-45,44%
Avcılar köyü	191	242	26,70%
Hamdibey köyü	350	222	-36,57%
Sivriler köyü	450	504	12,00%

BÖLÜM 5

ARAŞTIRMANIN AMACI

İğneada Longoz Ormanları ülkemizin nadide güzelliklerinden biridir. Hem ülkemiz için hem de global anlamda nadir bir ekosisteme sahiptir. İğneada Longoz Ormanları ayrıca Balkanlar üzerinden güneye göç eden kuşlar için de önemli bir ara noktadır. Bunun yanında İğneada Longoz Ormanları, İstanbul ve Tekirdağ gibi büyükşehirlere de yakın olması sebebiyle son yıllarda rekreasyonel olarak da ön plana çıkmaktadır. Her iki yanında Erikli ve Mert Gölleri bulunan ve Karadeniz'e kıyısı olan İğneada'ya son yıllarda yapılan yatırımlar, beldeyi turizm açısından daha da ön plana çıkarmıştır. Bununla birlikte gerek Demirköy gerekse yine İğneada'da gelişen kampçılık aktiviteleri insanlar için ayrıca sportif-kültürel bir alan yaratmıştır. Neticede Demirköy ve İğneada'nın turizm açısından ön plana çıkması bu yerleşim yerleri ve çevresinde dönemsel olarak nüfus artışlarına sebep olmaktadır.

İğneada Longoz Ormanları ve çevresinde yıllardan beri büyükbaş hayvancılık yapılmakla birlikte ticari düzeyde değildir. Hatta İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı içerisinde milli park tescilinden önce kalan büyükbaş hayvan yerleri bulunmakla birlikte bunlardan biri hala faal durumdadır.

Gerçekleştirilecek bu çalışma ile İğneada Longoz Ormanları havza ve alt havzalarının fekal kirlilikleri belirlenerek su ekosistemine gerek insan gerekse hayvan kaynaklı etkilerin tespit edilmesi, bu etkenlerin bazı iklimsel faktörler ile de karşılaştırılarak değerlendirmeye alınması amaçlanmaktadır. Bu çalışma sonucunda ortaya konulan veriler ışığında İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havzaların mikrobiyal kirlilik düzeyleri ortaya konarak kirliliğin biyotik ve abiyotik faktörler ile

ilişkisi istatistiki olarak değerlendirilecektir. Bunun yanında olası mikrobiyal kirlilik kaynağının moleküler yöntemler ile analiz edilerek belirlenmesi hedeflenmektedir.

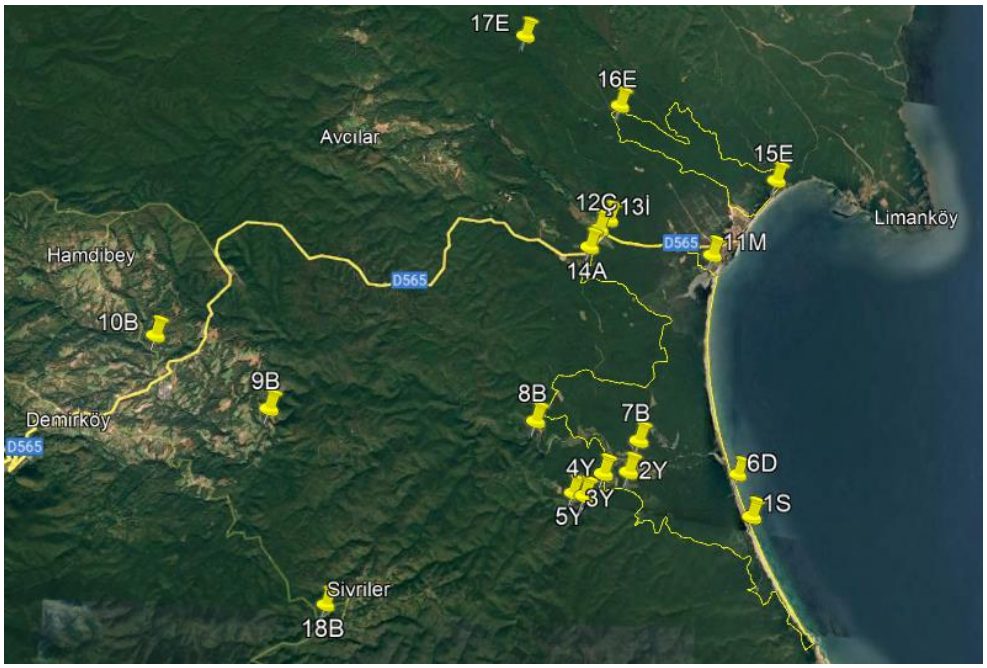
Araştırmanın basamakları ve amaçları:

- İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalardan fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analize dayalı olarak olası fekal baskı altındaki noktaların (istasyon) ön tespiti.
- Tespit edilen istasyonların iki yıl süreyle dört mevsim boyunca gerek fekal gerekse çevresel bakteriyolojik durumlarının geleneksel kültür metoduyla belirlenmesi, sonuçların güncel mevzuat referanslarına göre sınıflandırmalarının gerçekleştirilmesi ve yorumlanması. Aynı zamanda kPZR yöntemiyle mikrobiyal kaynaklarına göre kantitatif tayinlerinin sağlanması.
- İstasyonlara ait fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarının birbirleriyle ilişkilerinin istatistiki olarak belirlenmesi.
- İstasyonlara ait fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarının iklim parametrelerinden bölgenin ortalama sıcaklık (^{o}C) ve toplam yağış (mm) verileri ile istatistiki olarak değerlendirilmesi.
- İstasyonlara ait fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarının yıl ve mevsim farklılaşmalarının istatistiki olarak değerlendirilmesi.

BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA SAHASI

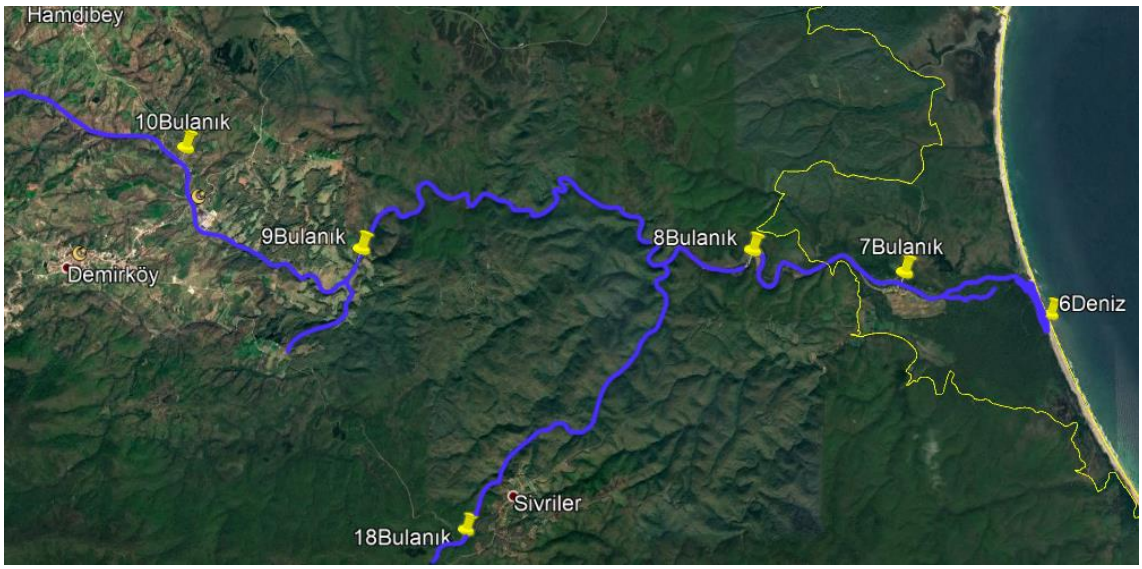
Bölgeye ait edinilen topografik haritalar vasıtasıyla milli park sınırları içerisinde bulunan ve bu çalışma kapsamındaki Mert, Erikli, Hamam, Pedina, Deniz ve Saka Göllerini besleyen yüzeysel akışlar belirlenmiştir. Bölge hidrolojik olarak incelendiğinde, milli park içerisindeki göller ve longozları besleyen; daha önce de belirtildiği üzere Bulanık Deresi havzası, Çavuşköprü Deresi havzası ve Efendi Deresi havzası olmak üzere üç adet havza tespit edilmiştir. Mert, Erikli, Hamam, Pedina, Deniz ve Saka Gölleri, milli park sınırları içerisinde olmakla birlikte su toplama havzaları dışarıda kalmaktadır. Yapılan araştırmalar ve bölge topografyasının detaylı incelemeleri sonucu numune alma noktalarının belirlenmesi için İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen sürekli akan dereler ile mevsimsel olarak akan dereler saptanmıştır. Bu kapsamda en büyük havzayı oluşturan Bulanık Deresi havzasından 6 adet Bulanık Deresi ve derenin beslediği Deniz Gölü'nden, 5 adet de Bulanık Dere alt havzalarının biri olan Yavuz Dere ve derenin beslediği Saka Gölü'nden olmak üzere toplamda 11 adet numune alma noktası belirlenmiştir. Çavuşköprü Deresi havzasından Mert Gölü ile birlikte 4 adet, Efendi Dere havzasından ise Erikli Gölü ile birlikte 3 adet numune alma noktası tespit edilmiş olup toplam istasyon sayısı 18 adet olarak belirlenmiştir (Şekil 6.1). İstasyon kodlamaları en başta numara sırası olmak üzere akabinde bulunduğu derenin/gölün adının ilk harfi olacak şekilde yapılmıştır (Örneğin 1S, 1 numaralı istasyon Saka baş harfi… Bazı gösterimlerde açık adı yazabilir.).



Şekil 6.1. İğneada Longoz Ormanları besleyen havza ve alt havzaları üzerinde belirlenen numune alma noktalarının uydu görüntüsü üzerinde gösterimi

6.1. Bulanık Deresi Havzası ve Yavuz Deresi Alt Havzası

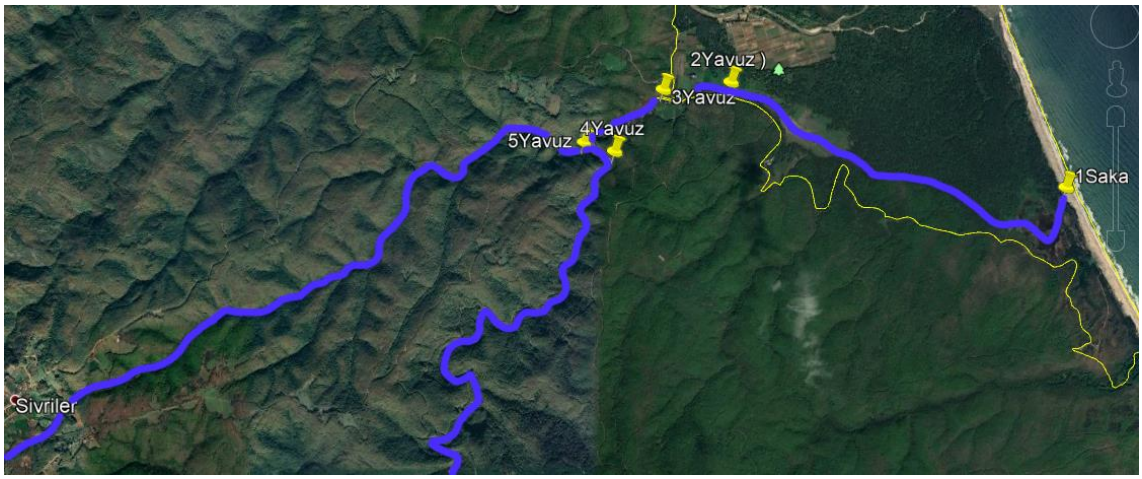
Bulanık Deresi araştırma sahasının en büyük deresi olmakla birlikte Karadeniz kıyısındaki Deniz Gölü lagününe toplanana kadar birçok irili ufaklı dere ile birleşmektedir (Şekil 6.2). Bulanık Deresi havzası ayrıca orman içi göller olan Hamam ve Pedina göllerini de beslemektedir.



Şekil 6.2. Bulanık Deresi üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü

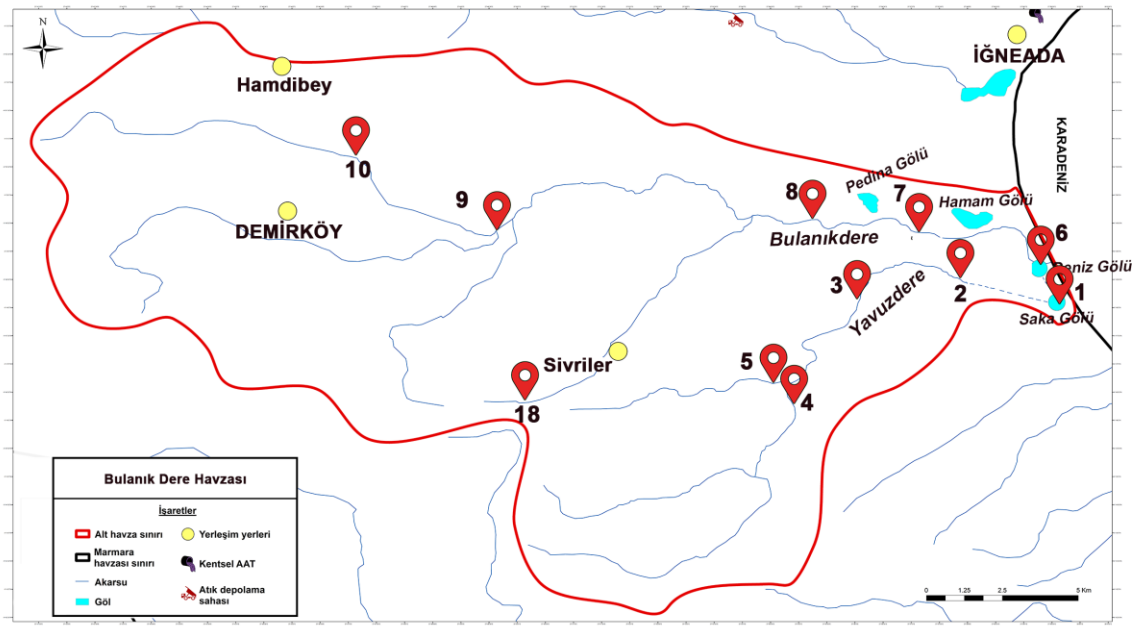
Bulanık Deresi, araştırma kapsamında Yıldız Dağları'ndan gelen ve Hamdibey köyü yanından devam eden kolundan izlenmeye başlanmıştır (10B). Demirköy'ün doğu ucundan geçen dere ileri kısımda Sivriler köyü tarafından gelmekte olan kolu ile milli park sınırlarından önce birleşmektedir (Kollar birleştikten sonra 8B). Sivriler köyü tarafından gelen kol daha cılız akışa sahiptir ve kaynağa yakın bir noktası istasyon olarak belirlenmiştir (18B). Dere birleştikten sonra İğneada Orman İşletme Şefliği Fidanlığı yanından geçerek Milli Park sınırlarından geçmekte ve ileride Deniz Gölü'ne akmaktadır. Fidanlık yanında ve Deniz Gölü'nde derenin kontrolleri iki istasyonla gerçekleştirilmiştir (sırasıyla 7B, 6D).

Yavuz Deresi alt havzası, Bulanık Dere havzasının en büyük alt havzasıdır. Bir kolu Sivriler köyünün güneyinden, diğer kolu ise daha güneyden gelir ve milli park sınırına girmeden birleşirler. Bu kolların kontrolleri birleşme öncesi ve sonrasında gerçekleştirilmiştir (Üst kol 5Y, alt kol 4Y, birleşme sonrası 3Y). Sivriler köyü güneyindeki kol ve milli park girişindeki bölge haricinde dere üzerinde etrafında baskı oluşturacak bir yerleşim yeri mevcut değildir. Milli Park'a girdikten bir süre sonra Karadeniz kıyısındaki lagünü olan Saka Gölü'ne boşalmaktadır (istasyonları sırasıyla 2Y, 1S). Saka Gölü, Bulanık Deresi'nin aktığı Deniz Gölü ile de bağlantılıdır.



Şekil 6.3. Yavuz Deresi üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü

Bulanık Dere havzasındaki (Yavuz Dere alt havzası dahil) tüm istasyonlara ait bilgiler ve koordinatlar liste ve diyagram halinde Şekil 6.4 ve Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Bulanık Deresi havzasındaki tüm istasyonları gösterir diyagram

Çizelge 6.1. Bulanık Deresi havzasındaki ve Yavuz Deresi alt havzasındaki tüm istasyonların bilgi ve koordinatları çizelgesi

Kod	Numune Alma Noktası	UTM 50-DATUM 6º – 35T	
		X	Y
1S	Saka Gölü	582470.00 d D	4628279.00 m K
2Y	Yavuz Deresi – Milli Park İçi	579734.00 d D	4628940.00 m K
3Y	Yavuz Deresi – Milli Park Girişi	578124.00 d D	4629118.00 m K
4Y	Yavuz Deresi – Alt Kol	577798.00 d D	4628597.00 m K
5Y	Yavuz Deresi – Üst Kol	577483.00 d D	4628697.00 m K
6D	Deniz Gölü	582054.00 d D	4629469.00 m K
7B	Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı	579968.00 d D	4630009.00 m K
8B	Bulanık Deresi – Milli Park Girişi	577463.00 d D	4630446.00 m K
9B	Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı	568825.00 d D	4630534.00 m K
10B	Bulanık Deresi – Demirköy Girişi	565412.00 d D	4632443.00 m K
18B	Bulanık Deresi – Alt Kol	570944.00 d D	4625297.00 m K

6.1.1. Saka Gölü (1S)

Saka Gölü, Bulanık Deresi ana havzasının zamanla doldurarak oluşturduğu bir lagündür. Bulanık Deresi alt havzalarından olan Yavuz Dere bu göle boşalmaktadır. Ayrıca Bulanık Deresi'nin boşaldığı Deniz Gölü ile de bağlantılıdır. Saka Lagünü olarak da isimlendirilmektedir. Yağış ve akışlara bağlı olarak deniz ile bağlantısı açılıp kapanmaktadır. Göl çanağı, sazlık alanlar dahil olmak üzere yaklaşık 40 hektarlık bir alanı kaplamakla birlikte derinliği yaklaşık 3 metredir. Etrafındaki longoz alanı yaklaşık

800 hektardır. Saka Gölü (1S) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.5'te gösterilmiştir.



Şekil 6.5. Saka Gölü (1S) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.2. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y)

2Y istasyonu, Yavuz Deresi'nin milli park sınırlarına girdikten sonra Saka Gölü'ne dökülmeden önceki istasyondur. İstasyon bölgesinin etrafında çeşitli büyükbaş hayvan barınaklarının olduğu, büyükbaş hayvanların genelde bu bölge etrafında otladığı ve suyla sürekli temas halinde oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca yaz ve sonbahar dönemlerinde su seviyesinin oldukça düştüğü ve su akışının durgunlaştığı gözlenmiştir. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.6'da gösterilmiştir.



Şekil 6.6. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.3. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y)

3Y istasyonu, Yavuz Deresi'nin İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı sınırındadır. Bu istasyondan Milli Park'a giren dere suyunun ilk ölçüm değerlerinin alınması hedeflenmiştir. Yaz döneminde Milli Park İçi (2Y) istasyonunda olduğu gibi bu noktada da dere çok durgun ve su miktarı oldukça azalmaktadır. Derenin kollarının birleşmesinden sonra bu istasyona kadar etrafında yakın mesafede yüzeysel akış anlamında baskı unsuru bulunmamaktadır. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.7'de gösterilmiştir.



Şekil 6.7. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.4. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y)

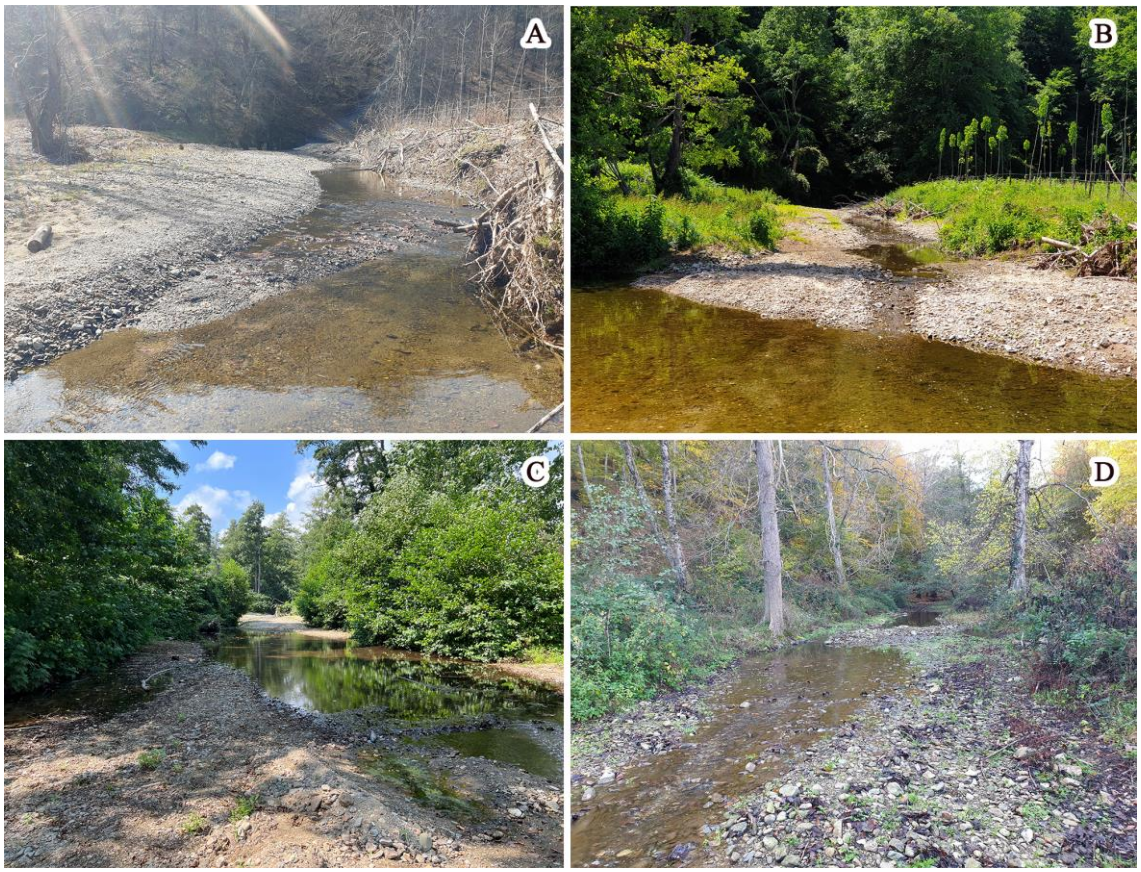
4Y istasyonu, Yavuz Deresi'nin güneybatı yönünden gelen kolun üzerinde olmakla birlikte Sivriler köyü güneyinden gelen kolla birleşmesinden hemen öncesindedir. İstasyonun amacı üst kol ile birleşmeden bu kolun üzerindeki mikrobiyal yükü ve kaynağını belirlemektir. Topografik olarak incelendiğinde bu kolu yüzeysel anlamda etkileyen noktasal mikrobiyolojik baskı unsuru kaynağı durumunda bir yapılaşma olmadığı görülmektedir. Ancak bazı dönemlerde istasyon etrafında yoğun büyükbaş dışkılaması olduğunun görülmesi, Yavuz Dere - Milli Park İçi (2Y) istasyonunda olduğu gibi bu istasyon etrafına da büyükbaş hayvanların salındığını ya da geçiş yolu olarak kullanıldığını düşündürmektedir. Ayrıca istasyonda ilkbahar döneminde bolca yavru balık olduğu ve yaz dönemlerinde dere üzerinde bulunan diğer istasyonlarda da olduğu gibi su seviyesinin oldukça düştüğü ve suyun durgunlaştığı gözlemlenmiştir. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.8'de gösterilmiştir.



Şekil 6.8. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.5. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y)

5Y istasyonu, Yavuz Deresi'nin Sivriler köyünün güneyinden akan kolun üzerinde Yavuz Deresi alt kolu ile birleştiği noktanın hemen öncesindedir. İstasyonun amacı bu kol üzerinde Sivriler köyünün mikrobiyal baskısını diğer kollarla birleşmesinden önce belirlemeye yöneliktir. Alt kola göre yatağı oldukça dar olmakla birlikte akan su miktarı da orantılı olarak azdır. Derenin diğer istasyonlarında olduğu gibi bu kolda da yaz döneminde su seviyesi oldukça düşmekte ve su durağanlaşmaktadır. Dere yüzeyi ağırlıklı olarak ağaç örtüsü altında olduğundan ötürü özellikle yaz döneminde derede yüksek miktarda sucul böcek varlığı gözlenmiştir. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.9'da gösterilmiştir.



Şekil 6.9. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.6. Deniz Gölü (6D)

Deniz Gölü, Saka Gölü'nde olduğu gibi Bulanık Deresi havzasının doldurmasıyla oluşmuş bir kıyı set gölüdür. Havzanın ana kolunu oluşturan Bulanık Deresi bu göle boşalmaktadır. Saka Gölü ile bağlantılıdır. Yağış ve akışlara bağlı olarak deniz ile bağlantısı açılıp kapanmaktadır. Yüzölçümü 5,4 hektardır. Deniz Gölü (6D) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.10'da gösterilmiştir.



Şekil 6.10. Deniz Gölü (6D) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.7. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B)

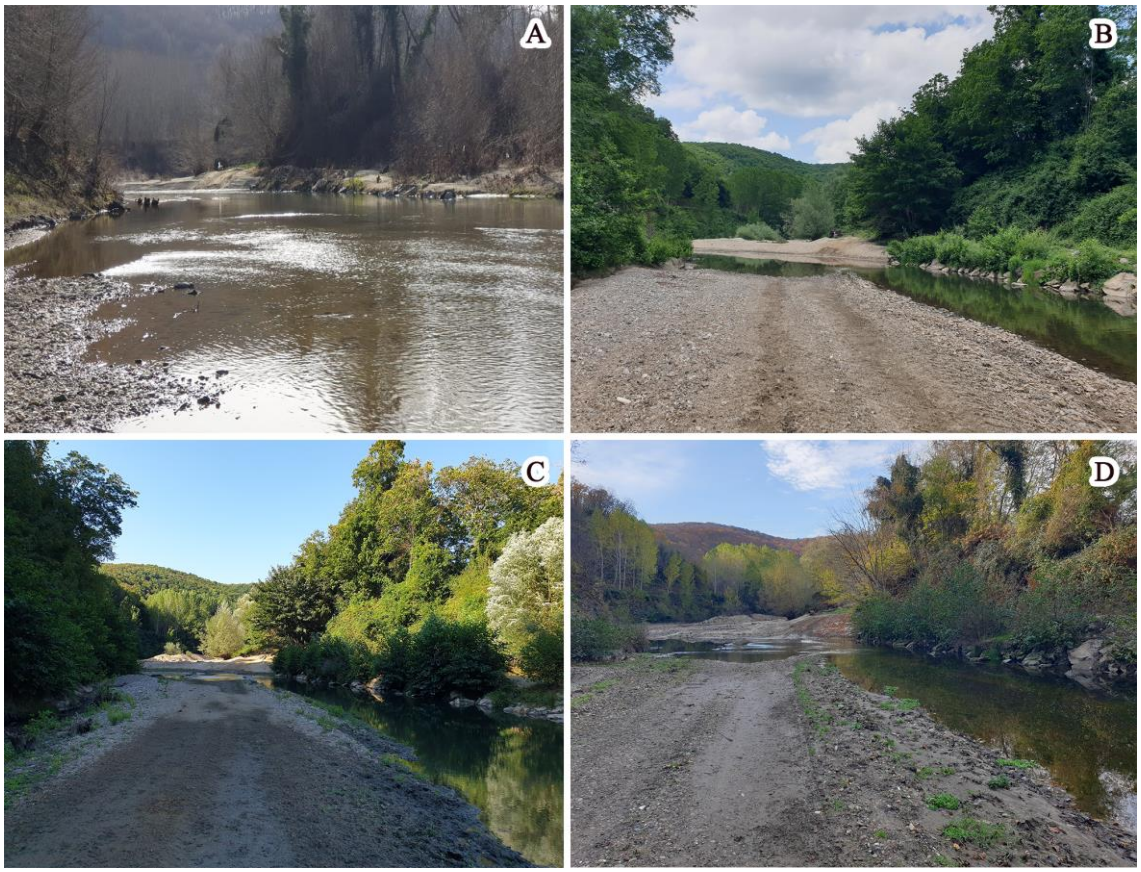
7B istasyonu, Bulanık Deresi üzerinde bulunan derenin milli park girişinden sonra üzerine konumlandırılmış olan köprünün yanındadır. Dere biraz ileride Deniz Gölü'ne boşalmaktadır. İstasyonun yanında İğneada Orman İşletme Şefliğine bağlı fidanlık mevcuttur. Ayrıca istasyona yakın bir de büyükbaş hayvan barınağı bulunmaktadır. Fidanlık yanındaki köprü üzerinden geçen yol ile İğneada istikametine ulaşım sağlanmaktadır. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.11'de gösterilmiştir.



Şekil 6.11. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.8. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B)

8B istasyonu, Bulanık Deresi'nin İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı'na girmeden hemen öncesinde konumlandırılmıştır. Bu istasyon ile Bulanık Deresi'nin Demirköy tarafından gelen kolu ile Sivriler köyü kuzeyinden gelen kolun birleşmesinden sonra milli parka giren derenin mikrobiyal yükünün belirlenmesi hedeflenmiştir. Yanında bir adet hayvancılık yapılmayan çiftlik bulunmakla birlikte Demirköy çıkışındaki numune alma noktasından bu noktaya kadar yüzeysel olarak herhangi noktasal mikrobiyal kaynak yaratacak yapılaşma mevcut değildir. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.12'de gösterilmiştir.



Şekil 6.12. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.9. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B)

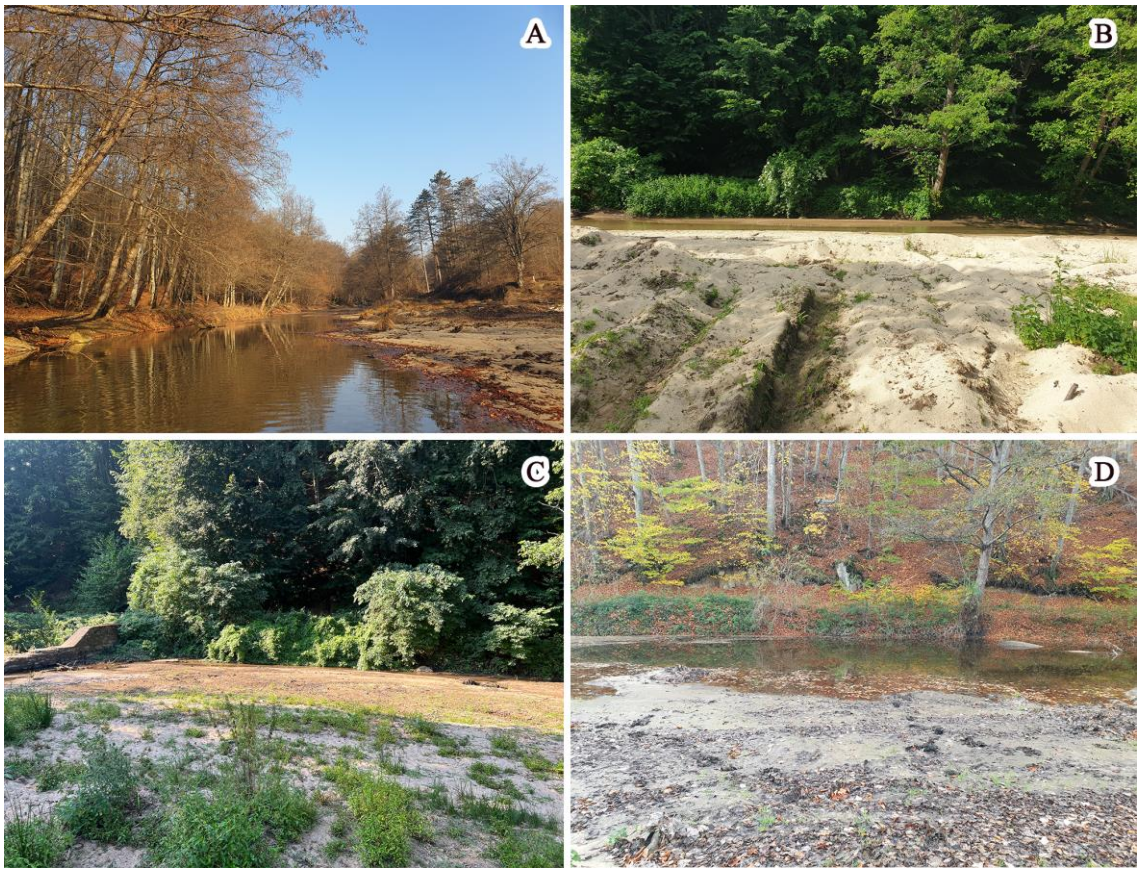
9B istasyonu, Bulanık Deresi'nin Demirköy çıkışından sonra konumlandırılmıştır. İstasyon öncesinde Bulanık Deresi'nin yerel olarak adlandırılan Değirmendere kolu ile Demirköy mevkiiden gelen ana kol birleşmektedir. Kol üzerinde insan baskısının yüksek olduğu düşünülmekle birlikte yüksek miktarda büyükbaş hayvan bulunduran barınak ve çeşitli endüstri alanlarında tesisler (orman, kömür, inşaat) mevcuttur. Ayrıca istasyona yakın konumdaki yerleşim yerlerinde yoğun bahçe gübrelemesi yapıldığı gözlemlenmiştir. Bulanık Deresi'nin bu istasyona yakın konumda meydana geldiği iddia edilen su kirliliği ile ilgili 2021 yılı içerisinde yerel ve ulusal basında haberler bulunmakla birlikte 08.09.2021 tarihinde Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı tarafından yazılı olarak cevaplandırılması istenen TBMM soru önergesi bulunmaktadır. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.13'te gösterilmiştir.



Şekil 6.13. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.10. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B)

10B istasyonu, Bulanık Deresi'nin Demirköy'e girmesinden önce konumlandırılmıştır. Hamdibey köyü güneyinden akan dere bu istasyondan biraz ilerde Demirköy yanından geçmektedir. Hamdibey köyü her ne kadar yüzeysel olarak noktasal anlamda dereye mikrobiyal baskı yaptığı düşünülmese de noktasal olmayan formda yeraltı sularıyla dere üzerinde baskı yaratabileceği düşünülmektedir. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.14'te gösterilmiştir.



Şekil 6.14. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.1.11. Bulanık Deresi – Alt Kol (18B)

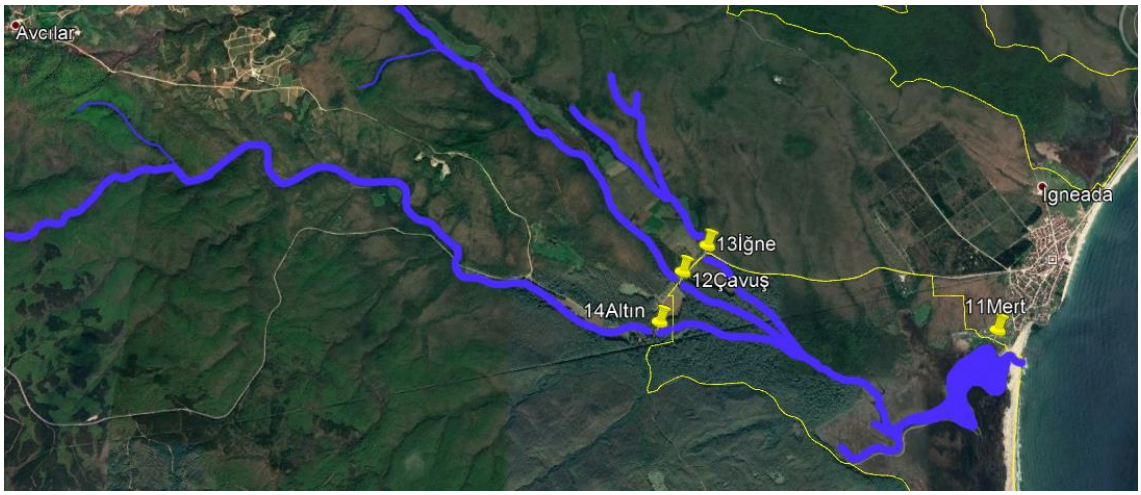
18B istasyonu, Bulanık Deresi'nin Sivriler köyü kuzeyinden akarak Milli Park Girişi (8B) istasyonundan önce ana kol ile birleşen sürekli akar (yaz-kış) alt kollarından birinde konumlandırılmıştır. İstasyon, Sivriler köyü öncesinde piknik alanının yanında olup öncesinde noktasal olarak yüzeysel mikrobiyal baskı yaratacak bir yapılaşma bulunmamaktadır. Bulanık Deresi –Alt Kol (18B) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.15'te gösterilmiştir.



Şekil 6.15. Bulanık Deresi – Alt Kol (18B) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

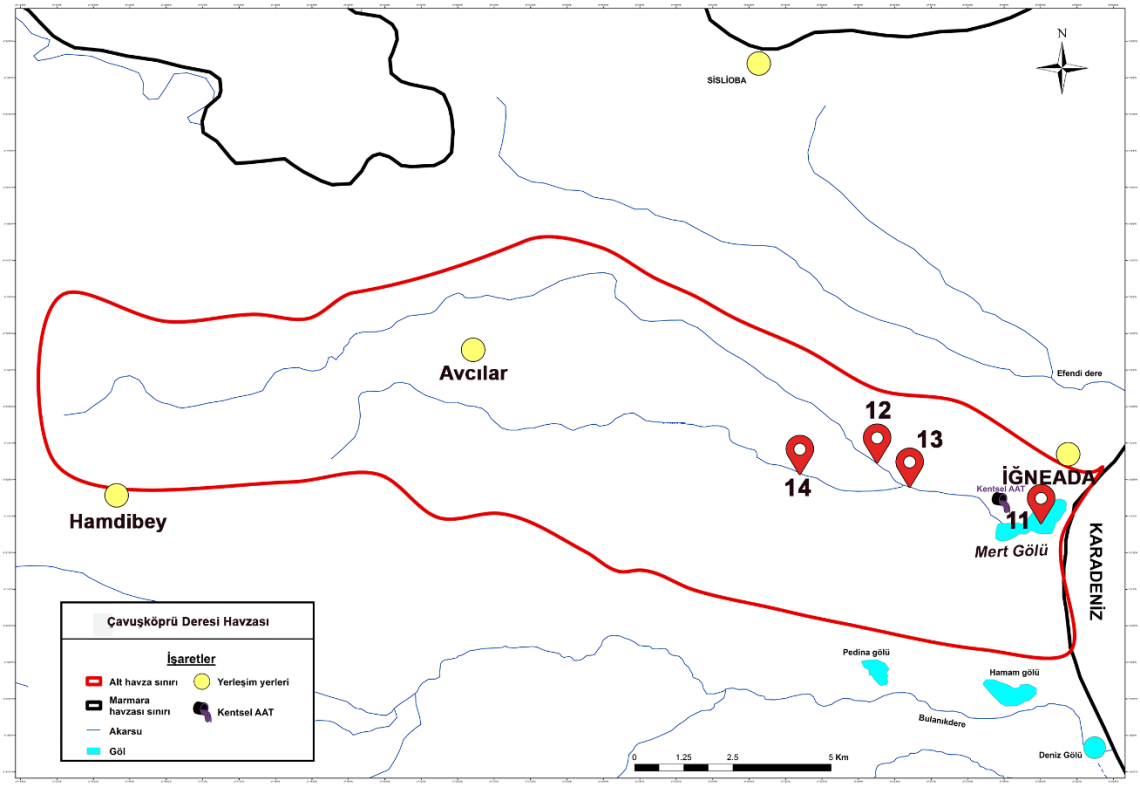
6.2. Çavuşköprü Deresi Havzası

Çavuşköprü Deresi kaynağını Yıldız Dağları'nın kuzey kesimindeki ormanlardan almakta olup Mert Gölü'ne ulaşana kadar birçok kolla birleşmektedir. Havza genel olarak incelendiğinde birçok farklı kolla Mert Gölü'ne akış sağlandığı görülmektedir. Mert Gölü'nü besleyen derelerin seçiminde özellikle bölgede sürekli akar durumda olan derelerin tespiti yapılmıştır. Avcılar köyü güneyinden gelerek İğneada yolu güneyinden milli park içerisine giren Altın Dere (14A); irili ufaklı birçok küçük dere kolu ile birleşerek kuzey köylerinde Korfu Deresi olarak da bilinen çeşitli kaynaklarda Değirmendere olarak geçen Çavuşköprü Deresi (12Ç); yine kuzey köylerinde halk arasında Tolovuno Deresi olarak geçen ve İğneada yolunun 4 kilometresinde köprü altından geçerek Mert Gölü'ne dökülen İğneada Deresi (13İ) ve son olarak Mert Gölü (11M) numune alma noktaları Çavuşköprü Deresi Havzası'nın fekal mikrobiyal yükünün belirlenebilmesi için tespit edilmiştir (Şekil 6.16).



Şekil 6.16. Çavuşköprü Deresi havzası üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü

Çavuşköprü Deresi havzasındaki tüm istasyonlara ait bilgiler ve koordinatlar liste ve diyagram halinde Şekil 6.17 ve Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.



Şekil 6.17. Çavuşköprü Deresi havzasındaki tüm istasyonları gösterir diyagram

Çizelge 6.2. Çavuşköprü Deresi havzasındaki tüm istasyonların bilgi ve koordinatları çizelgesi

Kod	Numune Alma Noktası	UTM 50-DATUM 6º – 35T	
		X	Y
11M	Mert Gölü	581098.00 d D	4635684.00 m K
12Ç	Çavuşköprü Deresi	577806.00 d D	4636273.00 m K
13İ	İğneada Deresi	578070.00 d D	4636567.00 m K
14A	Altın Dere	577561.00 d D	4635727.00 m K

6.2.1. Mert Gölü (11M)

Mert Gölü, 266 ha toplam alana, 40,3 ha göl aynasına sahiptir. Yer yer değişmekle birlikte gölün en derin yeri üç (3) metredir. Mert Gölü, Milli Parkın en büyük gölüdür ve birçok canlı türüne ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca, göçmen kuşlar için de güvenli bir dinlenme ve beslenme alanıdır (Dumlu ve İhtiyar, 2017). Etrafındaki sazlık alan 220 hektarlık bir alanı kaplamakla birlikte etrafındaki longoz ormanı büyüklüğü yaklaşık 800 hektardır (Şekil 6.18). Çavuşköprü Deresi havzasına ait dereler ile beslenmektedir. Belde yerleşim alanları göle sıfır konumdadır. Bundan ötürü göl üzerinde antropojen baskı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca deşarjı göle sağlanan bir adet biyolojik katı atık arıtma tesisi mevcuttur. Göl, oluşumu itibariyle lagün gölü olmakla birlikte mevsimsel olarak deniz ile bağlantısı açılıp kapanmaktadır. 2021 yılının Mart ayında göle yuvalanmaları için çok sayıda yeşil başlı ördek salınımı gerçekleştirilmiştir (İğneada Belediyesi, 2021).



Şekil 6.18. Mert Gölü kuşbakışı görünümü (Granikos Travel)

11M istasyonu konum olarak İğneada beldesi içerisinde yerleşim alanlarının sınırındaki göl kıyısı üzerindedir. Mert Gölü (11M) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.19'da gösterilmiştir.



Şekil 6.19. Mert Gölü (11M) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.2.2. Çavuşköprü Deresi (12Ç)

12Ç istasyonu, Avcılar köyünün kuzeyinden gelen Çavuşköprü Deresi'nin İğneada yolunun beldeye 5 km uzağındaki köprünün altından geçtiği bölgede bulunmaktadır. Korfu ve Değirmendere olarak da isimlendirilmektedir. İstasyonun ilerisinde dere ormanlığa girmekte sonrasında ise Mert Gölü'ne karışmaktadır. Çavuşköprü Deresi'nin özellikle yaz döneminde çok durgunlaştığı ve bulanıklaştığı görülmektedir. Dere ağırlıklı olarak vejetasyon altında olduğundan, derede yaz ve sonbahar döneminde yoğun materyal birikimi olmaktadır. Bununla birlikte dereden yaz aylarında sulama maksatlı olarak fazlaca su çekildiği gözlenmiştir. Çavuşköprü Deresi (12Ç) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.20'de gösterilmiştir.



Şekil 6.20. Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.2.3. İğneada Deresi (13İ)

13İ istasyonu, 12Ç istasyonuna benzer şekilde kuzeyden Yıldız Dağları'nın eteklerinden gelen derenin İğneada yolunun beldeye 4 km uzağındaki köprünün altından geçtiği bölgede bulunmaktadır. Yerel olarak Tolovuno Deresi olarak da isimlendirilmektedir. İstasyondan sonra dere ormana girmekte sonrasında Mert Gölü'ne boşalmaktadır. Çavuşköprü Deresi'ne benzer şekilde derenin yaz döneminde çok durgunlaştığı ve bulanıklaştığı, yaz ve sonbahar döneminde ise derede ağırlıklı olarak vejetasyon altında olduğundan ötürü yoğun materyal birikimi olduğu gözlenmiştir. İğneada Deresi (13İ) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.21'de gösterilmiştir.



Şekil 6.21. İğneada Deresi (13İ) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.2.4. Altın Dere (14A)

14A istasyonu, Çavuşköprü Deresi havzasının Avcılar köyü güneyinden gelerek İğneada yolu güneyinden milli park içerisine giren kolu üzerindedir. Numune alım noktasının hemen öncesinde büyükbaş hayvan yetiştirme alanı bulunmaktadır. İstasyon noktası milli park sınırları içerisinde olmakla birlikte derenin milli parka girmeden önce etrafında çeşitli işletmeler mevcuttur. Ayrıca daha güneyden gelen kolu olan Elmalı Dere ile milli park sınırı öncesinde birleşmektedir. Altın Dere (14A) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.22'de gösterilmiştir.



Şekil 6.22. Altın Dere (14A) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

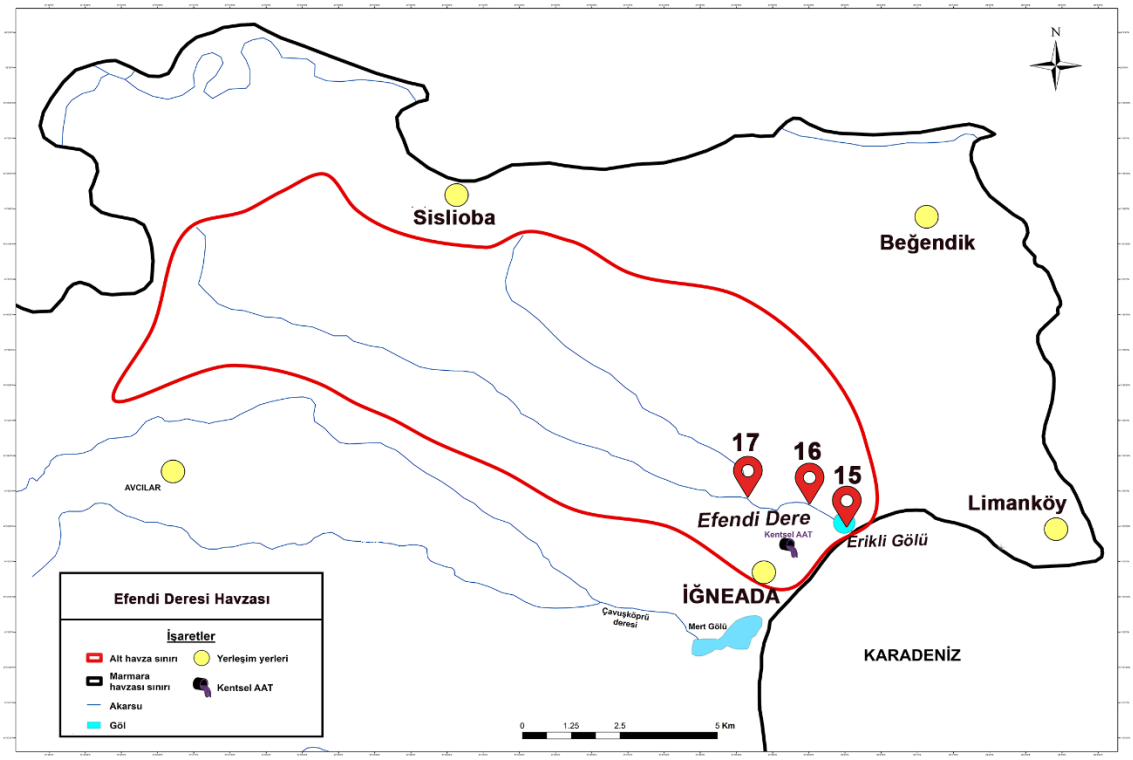
6.3. Efendi Deresi Havzası

İğneada beldesinin kuzeybatı ormanlarından kaynağını alan Efendi Deresi, beldenin kuzeyinde bulunan Erikli Gölü'ne boşalmaktadır. Efendi Deresi havzasının izlenmesine birçok dere kolunun birleşiminden sonra başlanmıştır (17E). Ormanlık alan arasından geçen dere akabinde milli park sınırına giriş yapmaktadır. Burada da bir numune alma noktası belirlenmiştir (16E). İleride ise dere Erikli lagününe boşalmaktadır (15E).



Şekil 6.23. Efendi Deresi havzası üzerinde belirlenen istasyonların uydu görüntüsü

Efendi Deresi havzasındaki tüm istasyonlara ait bilgiler ve koordinatlar liste ve diyagram halinde Şekil 6.17 ve Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.



Şekil 6.24. Efendi Deresi havzasındaki tüm istasyonları gösterir diyagram

Çizelge 6.3. Efendi Deresi havzasındaki tüm istasyonların bilgi ve koordinatları çizelgesi

Kod	Numune Alma Noktası	UTM 50-DATUM 6º – 35T	
		X	Y
15E	Erikli Gölü	582873.00 d D	4638016.00 m K
16E	Efendi Deresi – Milli Park Girişi	578217.00 d D	4640045.00 m K
17E	Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası	575305.00 d D	4642065.00 m K

6.3.1. Erikli Gölü (15E)

İğneada beldesinin 1 km kuzeyinde yer alan Erikli Gölü, Efendi Deresi'nin oluşturduğu sedimantasyonla oluşmuş bir lagün gölüdür. Göl, 43 hektarlık bir yüzey alanına sahip olmakla birlikte bu alanın da 36,5 hektarlık gibi büyük bir kısmı çevrilidir, oluşturduğu longoz ekosisteminin boyutlarının 555 hektara kadar ulaştığı belirtilmiştir (Şekil 6.25). Derinliği ise yaklaşık 2 metredir. Mevsimsel olarak deniz ile bağlantısı açılıp kapanmaktadır.



Şekil 6.25. Erikli Gölü kuşbakışı görünümü (Kırklareli İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü)

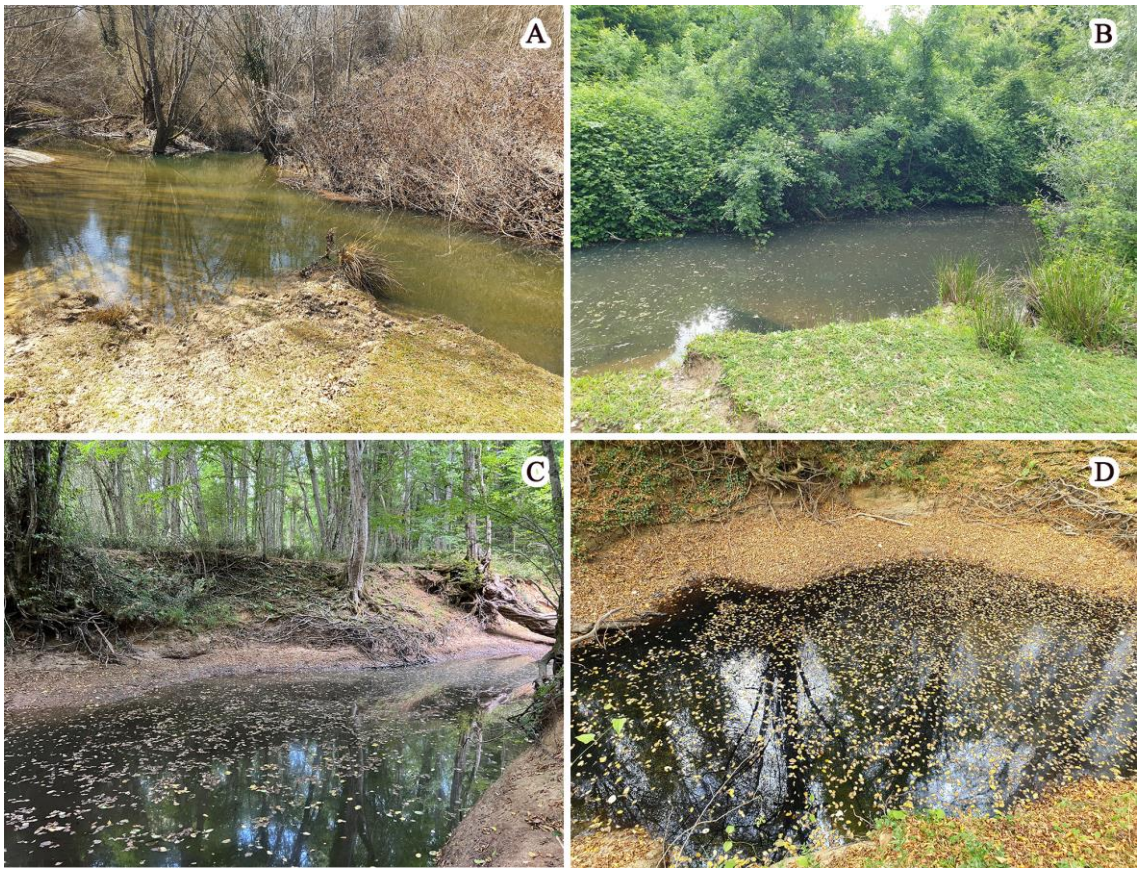
15E istasyonu, Erikli Gölü'nün İğneada-Limanköy yolu üzerindeki en ulaşılabilir konumundadır. Erikli Gölü (15E) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.26'da gösterilmiştir.



Şekil 6.26. Erikli Gölü (15E) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.3.2. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E)

16E istasyonu, Efendi Deresi'nin milli park sınırındaki İğneada-Sislioba köyü yolunun üzerindeki köprünün hemen yanında konumlandırılmıştır. Derenin sonbahar döneminde çok durgun olduğu ve sürekli vejetasyon altında olduğu için derede yoğun materyal birikimi yaşandığı gözlenmiştir. 2022 yılında istasyona yakın bir konumda kurulan küçük ölçekli hayvan barınağı haricinde dere üzerine yüzeysel anlamda noktasal olarak mikrobiyal baskı yaratacak herhangi bir yapılaşma gözlenmemiştir. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.27'de gösterilmiştir.



Şekil 6.27. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

6.3.3. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)

17E istasyonu Efendi Dere havzasındaki irili ufaklı birçok kolun birleşmesinden sonra konumlandırılmıştır. İstasyon sonrasında dere orman içerisinden geçerek milli parka girmektedir. İstasyon öncesinde dere üzerine yüzeysel anlamda noktasal olarak mikrobiyal baskı yaratacak herhangi bir yapılaşma bulunmadığı gözlenmiştir. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E) numune alma noktasının dört mevsim görüntüleri Şekil 6.28'de gösterilmiştir.



Şekil 6.28. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)istasyonunun mevsimsel görüntüleri. A: Kış, B: İlkbahar, C: Yaz, D: Sonbahar

BÖLÜM 7

MATERYAL VE METOT

7.1. Numunelerin Alınması ve Laboratuvara Sevki

İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzaların mikrobiyal kirlilik indikatörlerinin tespit edilebilebilmesi ve bazı iklim faktörleriyle ilişkilendirilebilmesi maksadıyla Bölüm 6'da belirtilen araştırma sahasındaki istasyonlardan 2021 ve 2022 yılları içerisinde dört mevsim planlaması yapılarak (Çizelge 7.1) mikrobiyolojik analizler için yüzey suyundan ikişer adet steril 500 ml'lik, fizikokimyasal analizler için ise 1500 ml'lik steril polipropilen (PP) kaplarda numune alımı gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen tüm numune alma ve taşıma işlemleri "TS EN ISO 5667 -1/2: Numune alım programlarının oluşturulması ve numune alım teknikleri konusunda genel kılavuz, TS EN ISO 5667-3: Su numunelerinin saklanması ve su numunelerine muamele edilmesi konusunda genel kılavuz, TS EN ISO 5667-4: Doğal ve yapay göllerden numune alım konusunda genel kılavuz ve TS EN ISO 5667-6: Nehir ve akarsulardan numune alım ile ilgili kılavuz" direktifleri doğrultusunda yapılmıştır. Bununla birlikte istasyonların sahada yapılması gereken fizikokimyasal parametreleri ile anlık hava sıcaklığı (^{o}C) ve rüzgar (km/saat) gibi iklim elemanları yerinde ölçülmüştür. Gerçekleştirilen arazi çalışmalarının tamamı T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünün 16.01.2021 tarihli 110466 sayılı izni, Kırklareli Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğünün bilgisi ve koordinasyonunda sağlanmıştır. Numune toplama işlemleri 08.00-19.00 saatleri arasında yapılmış ve tüm numuneler akabinde soğuk zincirde laboratuvara ulaştırılmış ve hemen analize alınmıştır. Tüm verilerin takibinin eksiksiz bir şekilde yapılabilmesi maksadıyla "EK-1: İstasyonlara Ait Dönemsel Analiz Takip Formu" düzenlenmiş ve anlık veri kaydı gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 7.1. 2021 ve 2022 yıllarında istasyonlardan mevsimlere göre numune alma zamanları

Numune Alma Dönemi	Numune Alma Zamanı
Kış	Şubat
İlkbahar	Mayıs
Yaz	Ağustos
Sonbahar	Kasım

7.2. Fizikokimyasal Analizlerin Gerçekleştirilmesi

İstasyonların sahada yapılması gereken su sıcaklığı (^oC), pH, suyun oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP, mV), elektriksel iletkenlik (EC: Electrical Conductivity, µS/cm), toplam çözünmüş katı (TDS: Total Dissolved Solids, ppm), yüzdesel ve miktarsal lüminesan çözünmüş oksijen (LDO: Luminescent dissolved oxygen, % ve mg/l olarak) gibi fizikokimyasal parametreleri daha önce kalibrasyonları yapılmış Hach Lange® Hq40d Multi cihazı ile numune alımı sırasında gerçekleştirilmiştir.

İstasyonlardan 1500 ml'lik PP kaplarda laboratuvara getirilen numunelerin renk (Pt-Co ve m^{-1}), bulanıklık (ntu) ve toplam alkalinite (mg/l $CaCO_3$) parametreleri analiz edilmiştir. Renk analizinde spektrofotometrik, bulanıklık analizinde türbidimetrik, toplam alkalinite tespitinde ise titrimetrik yöntemden faydalanılmıştır. Bu analizler için Hach Lange® DR2800 spektrofotometre ve 2100Q türbidimetre cihazlarından yararlanılmıştır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Laboratuvarda gerçekleştirilen bulanıklık (üst-sol), renk (üst-sağ) ve toplam alkalinite (alt-orta) analizinden görüntüler

7.3. Mikrobiyolojik Kültür Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

İstasyonlardan steril 500 ml'lik ışık geçirimsiz PP kaplarda laboratuvara getirilen numunelerin analizlerinin gerçekleştirilmesinde standartların ve literatürün doğrultusunda membran filtrasyon ve plak dökme yöntemleri kullanılmıştır. Membran

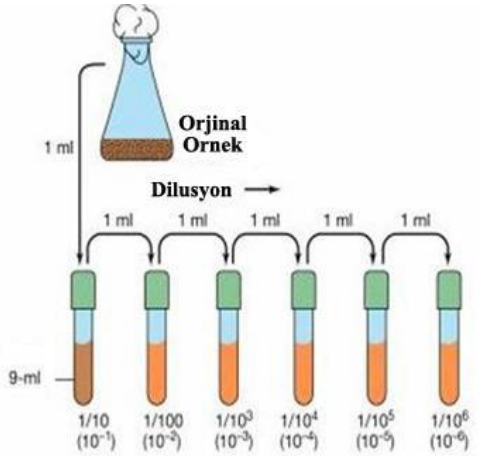
filtrasyon işlemi için komple set olarak Sartorius® marka ekipmandan yararlanılmıştır (Şekil 7.2).



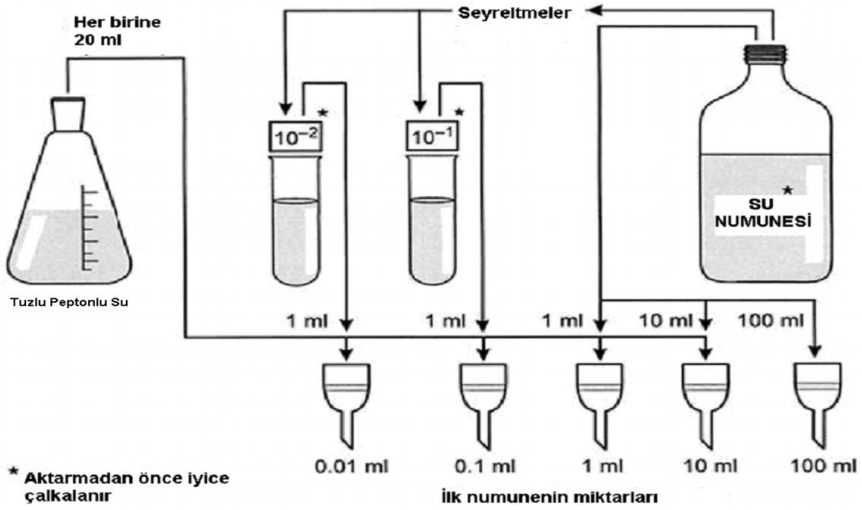
Şekil 7.2. Membran filtrasyon ekipmanı genel görünümü

Gerçekleştirilen tüm memban filtrasyon analizleri standartlar ve literatür doğrultusunda 100 ml numune hacmi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ancak yoğun üreme görülen numunelerin analizi 10^{-2} ml hacme kadar steril tuzlu peptonlu su ile desimal dilüe edilerek tekrarlandırılmıştır. Seyreltilen numunelerin membran filtrasyon işleminde, numunelerin hunilerde homojen dağılabilmesi için hunilere en az 20 ml steril tuzlu peptonlu su ilavesi yapılmıştır (Şekil 7.4). Sayılabilir şekilde üreme görülen petriler üzerinden doğrulama veya sayım işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 7.3). Nihai analiz sonucu, seçilen bu petrilerin dilüe faktörü göz önüne alınarak 10^{2} ml hacme göre hesaplanmıştır.

Plak dökme yönteminde ise standartlar ve literatür doğrultusunda analiz edilecek numune miktarı steril bir boş petriye aktarılmış akabinde 100^{o}C'ye ısıtılıp 45^{o}C'ye soğutulan uygun agar besiyeri petriye eklenerek numune ile homojenleştirildikten sonra uygun süre boyunca istenen inkübasyon sıcaklığına bırakılmıştır.



Şekil 7.3. Orijinal örnekten desimal dilüsyon serilerinin hazırlanması (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2015)



Şekil 7.4. Seyreltmelerde membran filtrasyon işleminin gerçekleştirilmesi (Berberoğlu, 2013).

Numunelerin mikrobiyolojik analizlerinde aşağıdaki tabloda belirtilen parametrelerin tespitleri yapılmıştır (Çizelge 7.2).

Çizelge 7.2. Mikrobiyolojik kültür çalışmasında analiz edilen parametreler

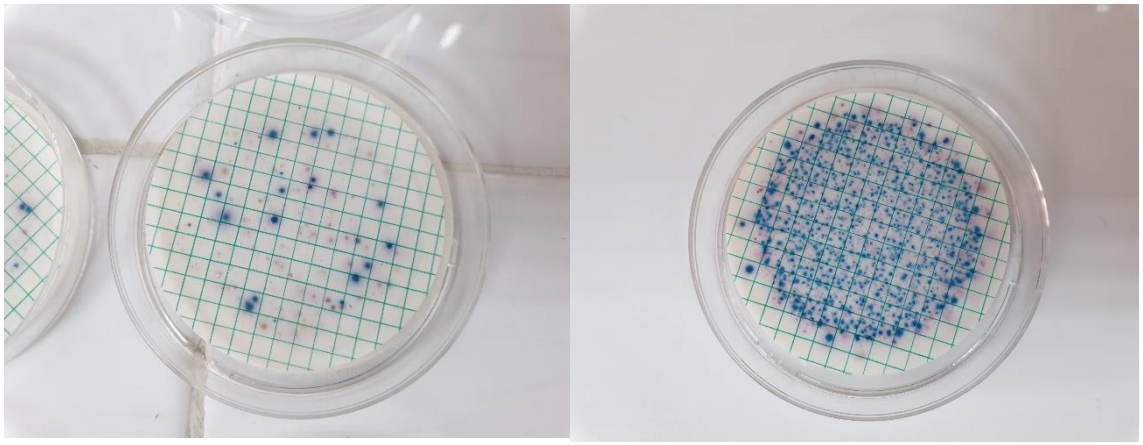
Mikrobiyolojik Analiz Parametresi	***Ölçü Birimi***	***Nitelik***	***Referans Metot***	***Yöntem***
Toplam Koliform	kob/100ml	Fekal	ISO 9308-1:2014	Membran Filtrasyon
Fekal Koliform	kob/100ml	Fekal	SM 9222-D	Membran Filtrasyon
Enterokok (Fekal Streptokok)	kob/100ml	Fekal	ISO 7899-2	Membran Filtrasyon
***Clostridia* (vejetatif+spor)**	kob/100ml	Non-fekal	TS 8020 EN 26461–2	Membran Filtrasyon
***Clostridia* (spor)**	kob/100ml	Non-fekal	TS 8020 EN 26461–2	Membran Filtrasyon
***Clostridium perfringens* (vejetatif+spor)**	kob/100ml	Fekal	98/83/EC	Membran Filtrasyon
Pseudomonas aeruginosa	kob/100ml	Non-fekal patojenik	ISO 16266	Membran Filtrasyon
37 ºC'de üreyen toplam koloni sayısı	kob/ml	Toplam canlı	ISO 6222	Plak Dökme
22 ºC'de üreyen toplam koloni sayısı	kob/ml	Toplam canlı	ISO 6222	Plak Dökme

7.3.1. Toplam Koliform Bakterilerinin Tespiti

Sıcakkanlı hayvanların suyun kalitesini fekal anlamda bozduğunu gösteren ve dünyaca kabul gören en temel indikatörler koliform grubu bakteriler olmakla birlikte özellikle *E.coli* bakterisidir.

Hedef bakterilerin tespit edilmesinde ISO 9308-1:2014 standardı referans alınmıştır. Buna göre numunelerin iyice çalkalanıp 0,45 µm por çaplı filtre ile membran filtrasyon işleminden sonra filtreler, seçici kromojenik koliform besiyerine (Sartorius®) yerleştirilmiş ardından 36±2ºC'da 21±3 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında üreme görülen koyu lacivert (β-D-galaktosidaz ve β-D-glukuronidaz reakiyonu pozitif) koloniler *E.coli* olarak tespit edilmiş, pembe-leylak rengi (sadece β-D-galaktosidaz reaksiyonu pozitif) koloniler ise koliform adayı olarak belirlenerek (Şekil 7.5) en az 10 adet koloni olacak şekilde oksidaz testi ile doğrulamalarının yapılabilmesi için zenginleştirilmeye alınmış, bu maksatla genel üreme besiyeri olan triptik soy agar (TSA) (Merck®) besiyerine inoküle edilerek 36±2ºC'da 21±3 saat inkübasyona

bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında TSA'da zenginleştirilen koliform adayı koloniler oksidaz testine alınmış, oksidaz negatif olan koloniler koliform olarak değerlendirildikten ve doğrulamaya alınan kolonilerin toplam üreme sayısına oranı katsayısı kadar artırıldıktan sonra sonra *E.coli* sayısı da eklenerek 100 ml numunede üreyen toplam koliform sayısı elde edilmiştir.

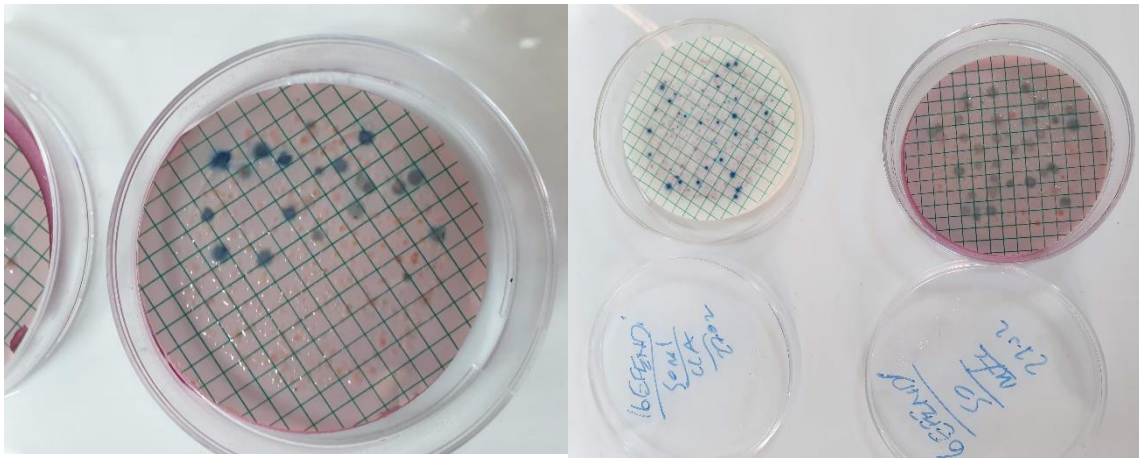


Şekil 7.5. Koliform şüphelisi (leylak koloni) ve *E.coli* bakterilerinin (lacivert koloni) kromojenik koliform besiyerinde genel görünümü

7.3.2. Fekal Koliform Bakterilerinin Tespiti

Fekal koliformlar, en başta *E.coli* bakterisiyle birlikte *Enterobacter aerogenes* ve *Klebsiella pneumoniae* türlerini içeren enterik bakteriler grubunu tanımlar.

Hedef bakterilerin analizi için SM 9222-D standardından yararlanılmıştır. Buna göre numunelerin iyice çalkalanıp 0,45 µm por çaplı filtre ile membran filtrasyon işleminden sonra filtreler, seçici mFC besiyerine (Sartorius®) yerleştirilmiş ardından 44,5±0,2°C'da 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında üreme görülen petrol mavisi, koyu lacivert koloniler fekal koliform olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca pozitifliği şüphe duyulan kolonilerin gram boyaması yapıldıktan sonra ışık mikroskopu altında incelemesi yapılmıştır.

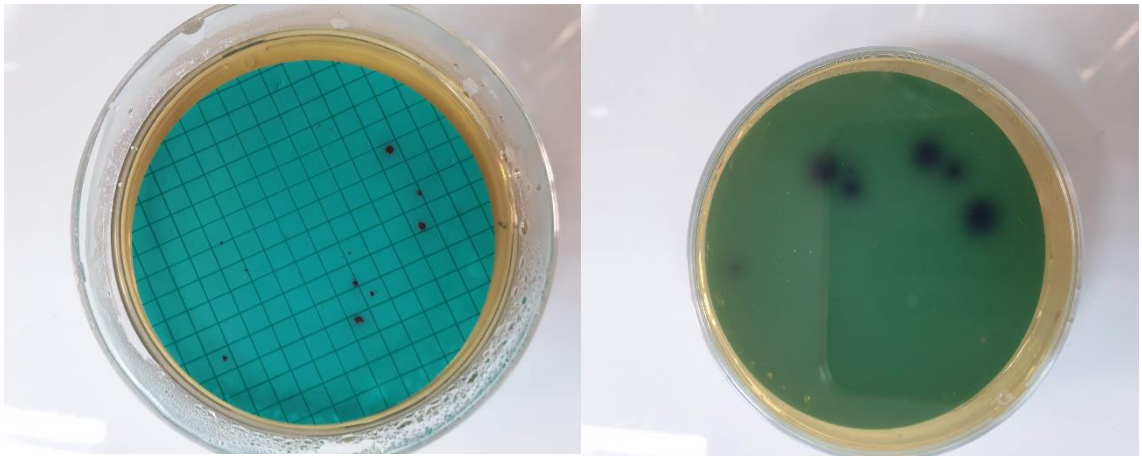


Şekil 7.6. Fekal koliform bakterilerinin (mavimsi koloni) mFC besiyerinde genel görünümü (solda). Aynı numunenin kromojenik koliform besiyerindeki *E.coli* üremeleri ile mFC besiyerinde fekal koliform üremelerinin karşılaştırmalı izlenmesi (sağda)

7.3.3. Enterokok (Fekal Streptokok) Bakterilerinin Tespiti

Enterokoklar sıcakkanlı hayvanların bağırsağında bulunan gram pozitif, fakültatif anaerob bakterilerdir. Zorlu çevre şartlarına, dezenfeksiyona ve üremeye elverişli olmayan ortamlara koliform bakterilere nispeten daha dirençlidir.

Hedef bakterilerin analizi için ISO 7899-2 standardından yararlanılmıştır. Buna göre numunelerin iyice çalkalanıp 0,45 µm por çaplı filtre ile membran filtrasyon işleminden sonra filtreler, seçici Slanetz ve Bartley besiyerine (ticari ismi Azide, Sartorius®) yerleştirilmiş ve petriler 36±2°C'da 44±4 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra tipik olarak koloninin ortasında veya etrafında, kırmızı, mor veya pembe renk oluşumu ile ortaya çıkan tüm koloniler dikkate alınmış olup şüpheli kolonilerin bulunduğu membran steril bir pens yardımıyla ters yüz edilmeden doğrudan daha önce (yaklaşık 2 saat süreyle) 44ºC'de ısıtılmış safra eskülin azid agar besiyeri (Merck®) petrisine aktarılmıştır. Ardından petri 44°C±0,5°C'da 2 saat inkübe edilmiş olup hemen okuması gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak safra eskülin azid agar petri kaplarının tersinden bakıldığında besiyeri yüzeyinde siyah hale bırakan koloniler enterokok (fekal streptokok) pozitif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 7.7).



Şekil 7.7. Fekal streptokok şüpheli kolonilerin Slanetz ve Bartley besiyerinde (solda-kırmızımsı siyah koloni) ve fekal streptokok pozitif kolonilerin safra eskulin azid agar besiyerinde (sağda) genel görünümü

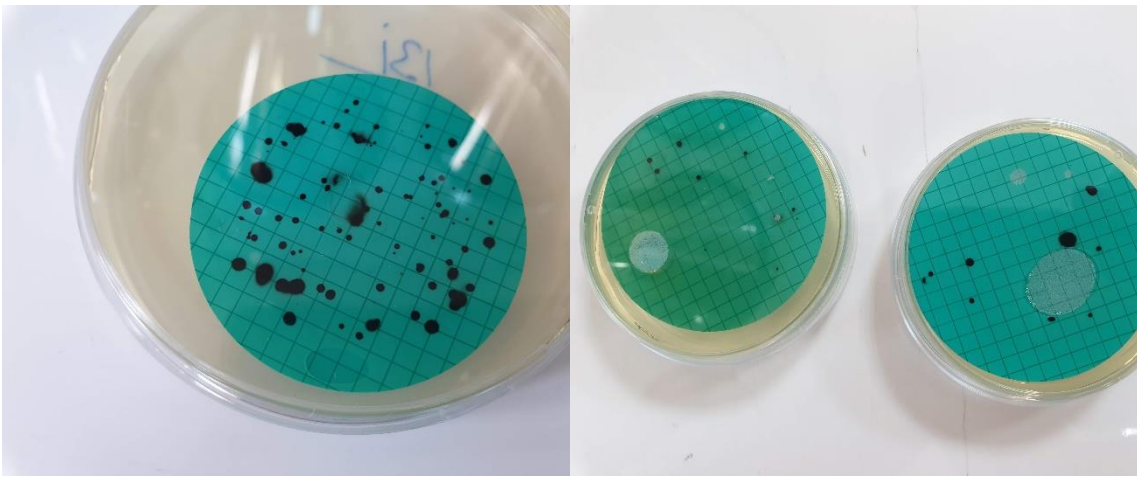
7.3.4. Sülfit İndirgeyen Anaerob Bakterilerin *(Clostridia)* Tespiti

Clostridia cinsi *C.perfringens* bakterisini de içine alan anaerob basil bakteri sınıfını oluşturur. Sülfit indirgeyen anaerob basil bakteriler olarak literatürde tanımlanır. Çevresel ortamda çok miktarda bulunur.

Mikrobiyolojik kültür analizinde vejetatif+spor ve sadece spor tespitleri ayrı ayrı yapılmış ve sonuçlandırılmıştır. Vejetatif ve sporların birlikte tespiti için numuneler iyice çalkalandıktan sonra doğrudan membran filtre edilmiştir. Sadece spor tespitinin yapılabilmesi için ise numuneler üzerinde ön hazırlık işlemi gerçekleştirilmiştir. Numune iyice çalkalandıktan sonra her su numunesi için numuneler 25'er ml'lik steril tüplere aktarılmıştır (Dilüsyon durumunda bu miktar steril tuzlu peptonlu su ile tamamlanmıştır.). Paralel olarak sıcaklık kontrolünün sağlanması maksadıyla musluk suyu içeren 25 ml'lik bir tüp hazırlanmış ve tüpün içerisine bir termometre yerleştirilmiştir. Termometrenin 75°C dereceyi göstermesiyle birlikte, numunelerin 15 dakikalık ısıtma işlemi başlatılmıştır. Tüpler 15 dakika boyunca 75±5°C sıcaklıktaki su banyosunda tutularak vejetatif formların inaktif edilmesi sağlanmıştır.

Hedef bakteri ve sporlarının tespitinde modifiye edilmiş TS 8020 EN 26461–2 standardı esas alınmıştır. Buna göre numunelerin iyice çalkalanıp 0,2 µm por çaplı filtre ile membran filtrasyon işleminden sonra filtreler, seçici demir sülfit agar besiyeri (Merck®) petrisine ters olarak herhangi bir hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Sonrasında ise steril tüpte hazırlanan demir sülfit agar besiyeri 100°C'ye

ısıtılıp 45ºC'ye soğutulduktan sonra eriyik halde petri üzerine dökülmüş ve soğumaya bırakılmıştır. Bu şekilde hazırlanan petriler oksijen emici karbon ped (Anaeropack, MGC®) ve anaerobik kontrol stribi ile (Anaerotest, Merck®) anaerobik jara yerleştirilerek 36±2°C sıcaklıkta 44±4 saat (yoğun üreme durumunda 20±4 saate kadar) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında petriler okunarak siyah hale ile çevrili bütün siyah koloniler bir sülfit indirgeyen anaerob bakteri *(Clostridia)* pozitif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 7.8).



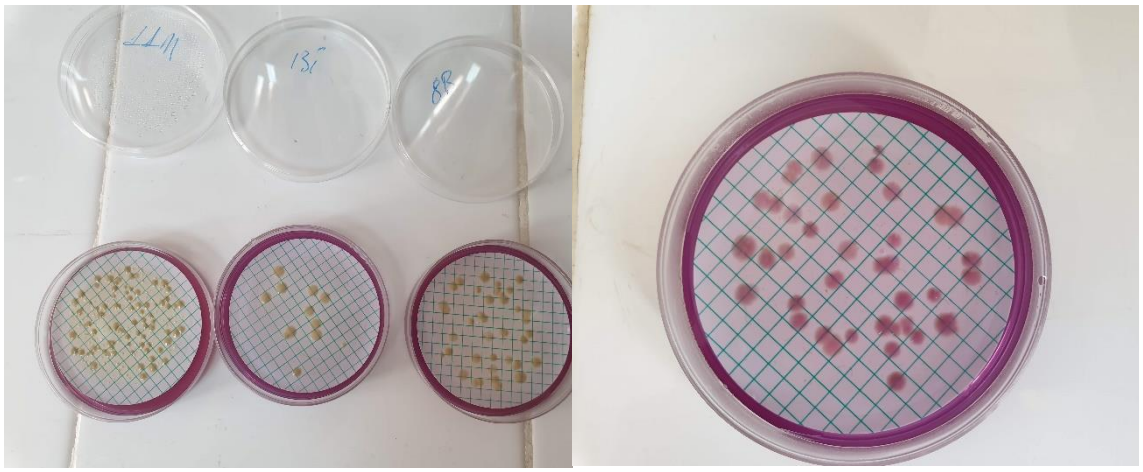
Şekil 7.8. Sülfit indirgeyen anaerob bakterilerin TSC besiyerinde (siyah koloni) genel görünümü

7.3.4.1. *Clostridium perfringens* Bakterisinin Tespiti

C.perfringens gram pozitif, anaerob, spor oluşturan bir bakteridir. Gıda ve su kaynaklı hastalıklara sebep olur. Literatürde fekal kaynaklı olarak değerlendirilmesi konusunda çeşitli görüş ayrılıkları olmasıyla birlikte, farklı regülasyonlarda fekal bakteri olarak tespiti yapılır.

Hedef bakterilerin ve sporlarının tespitinde 98/83 numaralı Avrupa Komisyonu Direktifi'nde (98/83/EC) belirtilen yöntem esas alınmıştır. Buna göre numunelerin iyice çalkalanıp 0,45 µm por çaplı filtre ile membran filtrasyon işleminden sonra filtreler, seçici m-CP agar (Liofilcem®) besiyerine yerleştirilmiştir. Sonrasında petriler, oksijen emici karbon ped (Anaeropack, MGC®) ve anaerobik kontrol stribi ile (Anaerotest, Merck®) anaerobik jara yerleştirilerek 44±1°C sıcaklıkta 20±4 saat anaerobik ortamda inkübe edilmiştir. Opak sarı koloniler şüpheli *C.perfringens* olarak kabul edilmiş ve doğrulamaya alınmıştır. Şüpheli kolonilerin bulunduğu petri 20-30 sn amonyum hidroksit buharına

(yaklaşık %25'lik) maruz bırakılmış ve sarıdan pembe-kırmızıya dönen koloniler *C.perfringens* pozitif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 7.9).



Şekil 7.9. *C.perfringens* (vejetatif+spor) şüphelilerinin m-CP agar besiyerinde (solda-opak sarı koloni) ve doğrulanmış bakterilerin (sağda-pembemsi koloni) genel görünümü

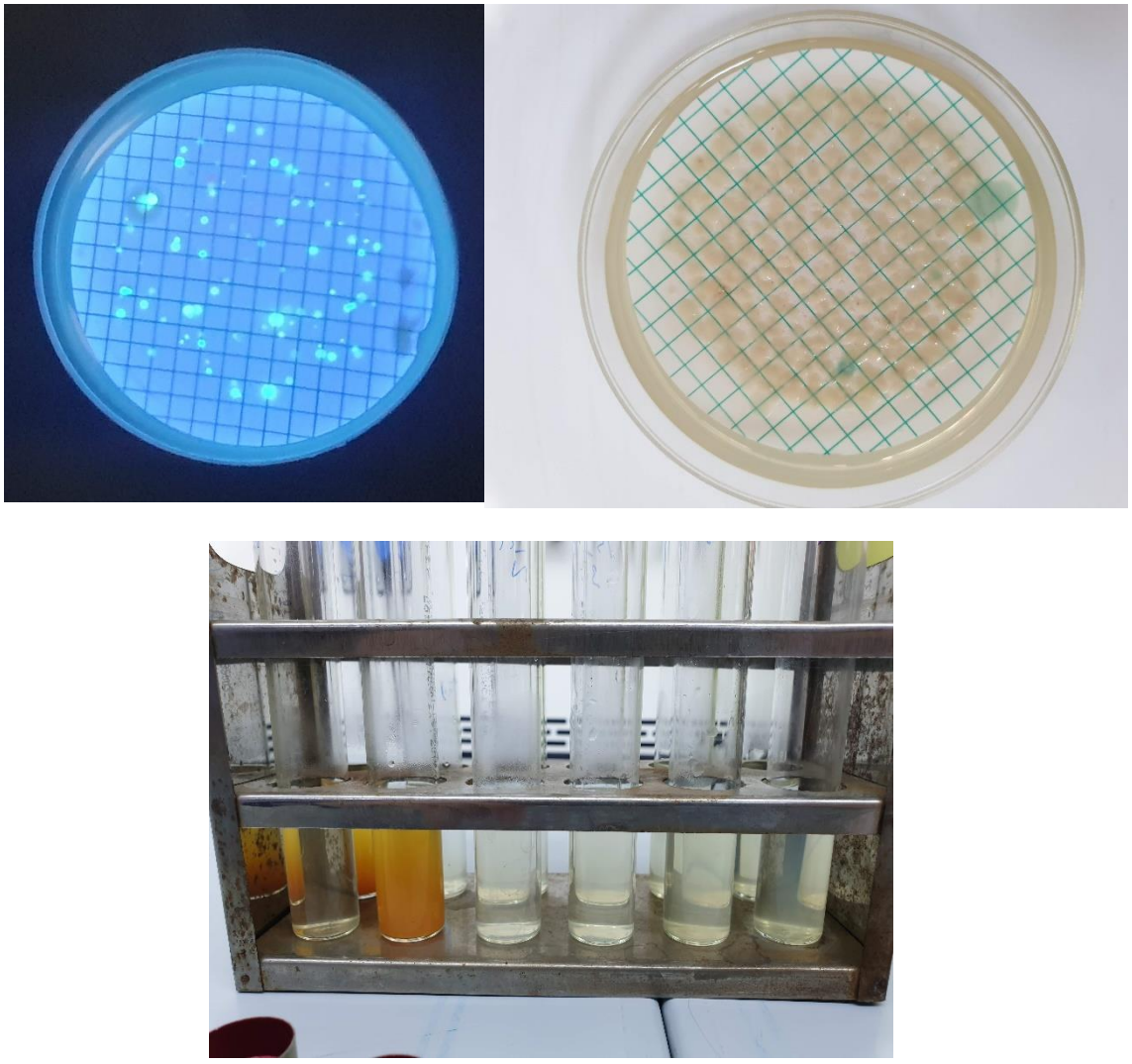
7.3.5. *Pseudomonas aeruginosa Bakterisinin Tespiti*

P.aeruginosa non-fekal, non-fermentif, fakültatif aerob, gram nagatif, çomak şekilli bakterilerdir. Doğada bulunabilirler. Medikal olarak önem arz ederler. Fırsatçı patojen olup nozokomiyal veya diğer adıyla hastane enfeksiyonlarına sebep olurlar. *P.aeruginosa* Cetrimit ihtiva eden seçici besiyerinde gelişen ve piyosiyanin üreten, 360±20 nm UV ışın altında floresan veren, oksidaz pozitif ve asetamitten amonyak üretebilen bakterilerdir.

Hedef bakterilerin tespiti maksadıyla ISO 16266 standardı esas alınmıştır. Buna göre numunelerin iyice çalkalanıp 0,45 µm por çaplı filtre ile membran filtrasyon işleminden sonra filtreler, seçici CN agar (Biokar®) besiyerine yerleştirilmiş ve petriler 36±2°C'da 44±4 saate kadar inkübasyona bırakılmıştır. Mavi-yeşil pigmentasyona (piyosiyanin) sahip bütün koloniler pozitif *P.aeruginosa* olarak kabul edilmiştir.

Ultraviyole (UV) ışığı altında incelenen piyosiyanin üretmeyen ve floresan oluşturan koloniler (beyaz) şüpheli *P.aeruginosa* olarak kabul edilmiştir. Koloniler asetamit buyyon besiyerine doğrulama maksatlı ekimi yapılmadan öncesinde zenginleştirme maksadıyla TSA besiyerine inoküle edilmiş ve 36±2°C'da 20±4 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında koloniler TSA'dan asetamit buyyona (Merck®)

pasajlanmış ve 36±2°C'da 20±4 saat inkübasyona bırakılmıştır. Akabinde kolonilerin pasajlandığı asetamit buyyon sıvı besiyeri tüplerine Nessler reaktifi damlatılmış, amonyak çıkışı görülen (tuğla kırmızı rengi görülen) tüpteki koloniler pozitif *P.aeruginosa* olarak değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 7.10). Bunun yanında standartta bahsi geçen piyosiyanin üretmeyen ve florasan oluşturmayan kırmızı-kahverengi rengindeki şüpheli *P.aeruginosa* kolonisine çalışma süresi boyunca rastlanmamıştır.



Şekil 7.10. *P.aeruginosa* bakterisinin şüpheli ve doğrulanmış çeşitli besiyerlerde gösterimi. Üstte solda CN Agar besiyerinde UV(+) *P.aeruginosa* şüphelisinin ve sağda aynı besiyerde piyosiyanin gözlemlenen kolonilerin (yeşil) doğrudan pozitif olarak tespit edilmesi. Altta ise şüpheli beyaz kolonilerin asetamit sıvı besiyerinde Nessler reajeni muamelesi sonucu amonyak çıkışı olduğunun tespiti

7.3.6. 22ºC ve 37ºC'de Üreyen Toplam Kolonilerin Tespiti

Çevresel ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sisteminde üreyebilen tüm mikroorganizmaların tespiti amacıyla analizi yapılmaktadır. Koloni sayımları çoğunlukla, yer altı suyu kaynaklarının mikrobiyolojik durumunu belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilir.

Hedef mikroorganizmaların tespitinde ISO 6222 standardı esas alınmıştır. Analizler plak dökme metoduyla gerçekleştirilmiştir. Buna göre sulandırılmamış bir numunenin 1 ml'si veya bu numunenin çeşitli seyreltileri, steril 90 mm petri kutusunda 100ºC'ye ısıtılıp 45ºC'ye soğutulan yaklaşık 15-20 ml miktarındaki maya ekstraktlı agar (Liofilcem®) genel besiyeri ile karıştırılarak ekimi yapılmıştır. Ekimi yapılan petriler 68±4 saat boyunca 22±2°C sıcaklıkta veya 44±4 saat boyunca 36±2 °C sıcaklıkta inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra petriler incelenmiş gözle görülen her bir koloni sayılarak sonuçlandırılmıştır (Şekil 7.11).



Şekil 7.11. Maya ekstraklı agar besiyerinde plak dökme yöntemiyle üreyen kolonilerin genel görünümü

7.4. kPZR Yöntemi ile Moleküler Analizlerin Gerçekleştirilmesi

Belirlenen istasyonların mikrobiyal yük kaynağının saptanabilmesi maksadıyla kantitatif PZR (qPCR / Real-Time PCR) çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 100 ml numuneler filtre edildikten sonra filtreler literatüre uygun olarak -20ºC'de stoklanmış

(Gilpin vd., 2013), akabinde analizin gerçekleştirilmesi maksadıyla pre-analiz basamaklarına tabi tutulmuştur. Stoklanan filtreler literatüre uygun olarak (Vadde, 2018) küçük parçalara bölündükten sonra aseptik şartlarda DNeasy PowerWater (Qiagen®) kitlerine nakledilmiş ve üretici firma yönergesine uygun bir şekilde ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Her kPZR analizi için standart eğri oluşturmak amacıyla pozitif kontrol olarak hedef sekanslı yedi noktalı 10-kat seri seyreltilmiş (5 ila 10^7 genom kopya/reaksiyon aralığında) ultra saf sentetik DNA kullanılmıştır (gBlocks®,Integrated DNA Technologies). Tüm kPZR çalışmaları, 20 µL'lik bir nihai reaksiyon hacmi ile üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan primer ve prob sekansları Çizelge 7.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 7.3. kPZR analizlerinde baz alınan yöntemler ve yöntemlere ait genel bilgilerin gösterimi

Kaynak	Yöntem	Primer/ Prob	Sekans(5'-3')	Bağlanma Sıcaklığı(°C)	Referans
Universal	BacUni (TaqMan)	BacUni-520F BacUni-690R BacUni-656P	CGTTATCCGGATTTATTGGGTTTA CAATCGGAGTTCTTCGTGATATCTA FAM-TGGTGTAGCGGTGAAA-MGB	60	(Kildare vd., 2007)
İnsan	HF183 (TaqMan)	HF183F BacR287R BacP234P	ATCATGAGTTCACATGTCCG CTTCCTCTCAGAACCCCTATCC FAM-CTAATGGAACGCATCCC-MGB	60	(H. C. Green vd., 2014)
	BacHum (TaqMan)	BacHum-160F BacHum-241R BacHum-193P	TGAGTTCACATGTCCGCATGA CGTTACCCCGCCTACTATCTAATG 6-FAM-TCCGGTAGACGATGGGGATGCGTT-TAMRA	60	(Kildare vd., 2007)
Büyükbaş Hayvan	BacCow (TaqMan)	BacCow-128F BacCow-305R BacCow-257P	CCAACYTTCCCGWTACTC GGACCGTGTCTCAGTTCCAGTG 6-FAM-TAGGGGTTCTGAGAGGAAGGTCCCCC- TAMRA	60	(Kildare vd., 2007)
	BacR (TaqMan)	BacR_f BacR_r BacR_P	GCGTATCCAACCTTCCCG CATCCCCATCCGTTACCG FAM-CTTCCGAAAGGGAGATT-NFQ-MGB	60	(Reischer, Kasper, Steinborn, Mach & Farnleitner, 2006)

Her TaqMan analizi için 10 µl kPZR mix (RealMOD® Probe W2 2x qPCRmix), 2 µl primer ve prob, 2 µl kalıp DNA ve geri kalanında nükleaz bulunmayan su kullanılarak toplamda 20 µl master mix hazırlanmıştır. kPZR reaksiyonlarının tamamı için 96'lık plastik plaklı Bio-Rad CFX96® cihazından faydalanılmıştır. kPZR çalışmasına ait ısı döngü programı Çizelge 7.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 7.4. kPZR çalışmasına ait genel ısı döngü programı

İşlem Basamakları	***Zaman***	***Sıcaklık***	***Döngü***
Başlangış Denatürasyonu	10 dk	95°C	1
Denatürasyon	20 sn	95°C	40
Primerlerin Bağlanması	40 sn	60°C	
Uzama	30 sn	72°C	
Son Uzatma	5 dk	72°C	1

7.5. İklim ve Coğrafi Parametre Verilerinin Elde Edilmesi

Çalışma sahasının 2021 ve 2022 yıllarına ait ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (Kırklareli/Demirköy istasyonu) ve internet tabanlı çevrimiçi kanallardan (Meteoblue); istasyonların anlık hava sıcaklığı Hach Lange® Hq40d Multi cihazı, anlık rüzgar ölçümleri ise anemometre (BeneTech®) cihazı ile elde edilmiştir.

Yükselti verilerinin elde edilmesinden ise Google® Earth uygulamasından yararlanılmıştır.

7.6. Verilerin Görselleştirilmesi, Hesaplamalar ve İstatistiki Analizlerin Gerçekleştirilmesi

Elde edilen verilerin görselleştirilmesi, hesaplanması ve istatistiki analizlerin gerçekleştirilmesinde Microsoft® Office uygulamalarından; Python yazılımı üzerinde çalışan Numpy, Pandas, Seaborn ve Sklearn kütüphanelerinden ve IBM® SPSS 25 paket programından yararlanılmıştır.

7.6.1. Temel Bileşenler Analizi (TBA) İle Verilerin İndirgenmesi

Numune alma noktalarına ait mikrobiyolojik kültür parametreleri analiz verilerinin grafiksel olarak karmaşık olmadan daha anlaşılır bir biçimde görselleştirilebilmesi için "Toplam Koliform, Fekal Koliform, Enterokok (Fekal Streptokok), *Clostridia* (vejetatif+spor), *Clostridium perfringens, Pseudomonas aerguniosa,* 37ºC'de üreyen toplam koloni sayısı ve 22ºC'de üreyen toplam koloni sayısı" verileri, çok sayıda değişkenden oluşan bir veri setini daha az sayıda değişkenden oluşan bir veri setine indirgemek maksadıyla kullanılan bir teknik olan temel bileşenler analizine (TBA) tabii tutulmuştur.

Çizelge 7.5. TBA'ya ait KMO ve Bartlett's testi sonuçları

KMO Testi		,615
Bartlett's Testi	X2	322,496
	Sd.	28
	p	,000

Çizelge 7.5'te yer alan KMO testi sonucuna göre (,615) örneklem uygunluğu orta düzeydedir. Bartlett's testi sonucuna göre ise ($p<0,001$) değişkenler arasındaki korelasyonlar TBA için uygundur.

Çizelge 7.6. TBA sonucu elde edilen faktörler

Faktörler	Temel Değerler			Rotasyon Değerleri		
	Eigen	Açıklanan %	Kümülatif %	Eigen	Açıklanan %	Kümülatif %
1	3,934	49,176	49,176	3,934	49,176	49,176
2	1,273	15,907	65,083	1,273	15,907	65,083

TBA sonuçlarına göre analiz edilen 8 mikrobiyolojik kültür parametresi 2 faktör altında toplanmıştır (Çizelge 7.6). 1. faktörün açıkladığı varyans değeri yüzde 49,176 iken 2. faktörün açıkladığı varyans değeri yüzde 15,90'dır. Kümülatif varyans değeri ise yüzde 65,083 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 7.7. Rotasyon sonucu oluşan değişkenlerin faktörlere dağılımı

	Faktörler	
Değişkenler	**1**	**2**
Fekal Koliform	,934	
Clostridium perfringens (vejetatif+spor)	,832	
Enterokok (Fekal Streptokok)	,781	
Clostridia (vejetatif+spor)		,877
Pseudomonas aerguniosa		,443
Toplam Koliform	,457	,714
37 ^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı	,497	,658
22 ^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı	,603	,455

Gerçekleştirilen rotasyon analizi sonucuna göre "Fekal Koliform, *Clostridium perfringens* (vejetatif+spor), Enterokok (Fekal Streptokok)" parametreleri 1. faktör altında, "*Clostridia* (vejetatif+spor), *Pseudomonas aerguniosa"* parametreleri ise 2. faktör altında yer almıştır. "Toplam Koliform, 37 ^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı, 22 ^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı" parametreleri ise hem 1 hem de 2. faktöre dağılmıştır. Buna göre verilerin görselleştirilmesinde 1. faktörde toplanan parametrelere ait analiz sonuçlarının toplamı "Fekal Bakteri Grubu", 2. Faktörde toplanan parametrelere ait analiz sonuçlarının toplamı "Fekal Olmayan Bakteri Grubu" olarak isimlendirilmiştir. Hem 1 hem de 2. faktöre dağılan "Toplam Koliform, 37 ^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı, 22 ^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı" parametrelerine ait analiz sonuçları ise parametre düzeyinde gösterilmiştir (Çizelge 7.7).

7.7. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Baz Alınan Referanslar

Türkiye'deki yerüstü su kaynaklarının kalite takipleri ve değerlendirmelerinde mevcut yönetmeliklerden faydalanılmaktadır. İstasyonlardan alınan numunelerin bazı fizkokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı sorumluluğundaki 30.11.2011 tarihli ve 28483 sayılı resmi gazetede yayınlanan "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" (Çizelge 7.8) ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sorumluluğundaki 31.12.2004 tarihli 25687 sayılı "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" mülga (17.12.2022) "Ek Tablo 1: Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" (Çizelge 7.9) referans değerleri doğrultusunda kalite sınıfları belirlenmiştir.

Çizelge 7.8. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde referans alınan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nin ilgili kısmı

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları [(a)]			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk (m^{-1})	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: > 4,3 RES 525 nm: > 3,7 RES 620 nm: > 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3

(a) 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,

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,

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,

IV. Sınıf - Çok kirlenmiş su (IV. sınıf su kalitesinde olması "Zayıf" su durumunu ifade etmektedir.);
III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları.

Çizelge 7.9. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde referans alınan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Ek Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nin ilgili kısmı ilgili kısmı

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
pH	6,5-8,5	6,5- 8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg O2/L)	8	6	3	<3
Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	< 40
Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

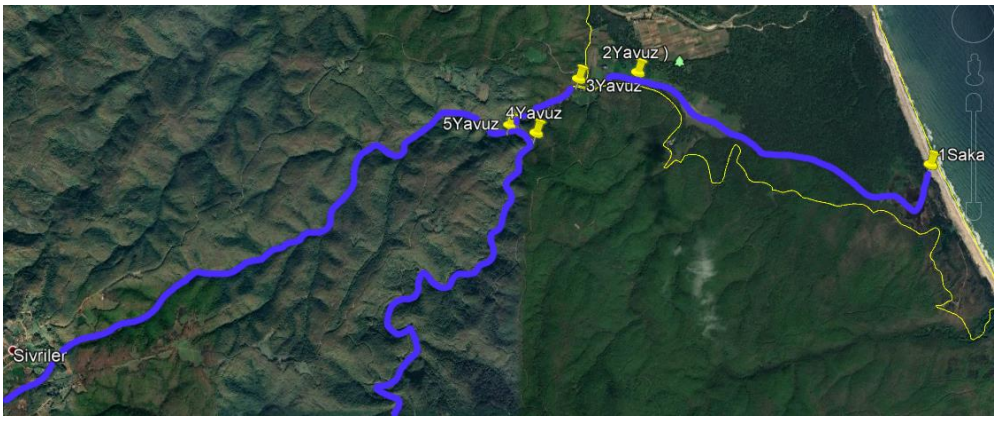
BÖLÜM 8

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen Bulanık Deresi havzası, Yavuz Deresi alt havzası, Çavuşköprü Deresi havzası ve Efendi Dereis havzasına ait Bölüm 6'da belirtilmiş numune alma noktalarının mikrobiyolojik kirlilik indikatörlerinin belirlenebilmesi, mikrobiyal yüklerin detaylı olarak karşılaştırılabilmesi ve iklim faktörleriyle ilişkilendirilebilmesi maksadıyla Bölüm 7'de detaylandırılmış olan fizikokimyasal, mikrobiyolojik kültür ve moleküler analizlere ait analiz sonuçları ile bazı iklim faktörlerine ait veriler, numune alma noktaları bazında EK-2 ile EK-37 aralığında tablo halinde detaylı olarak sunulmuştur.

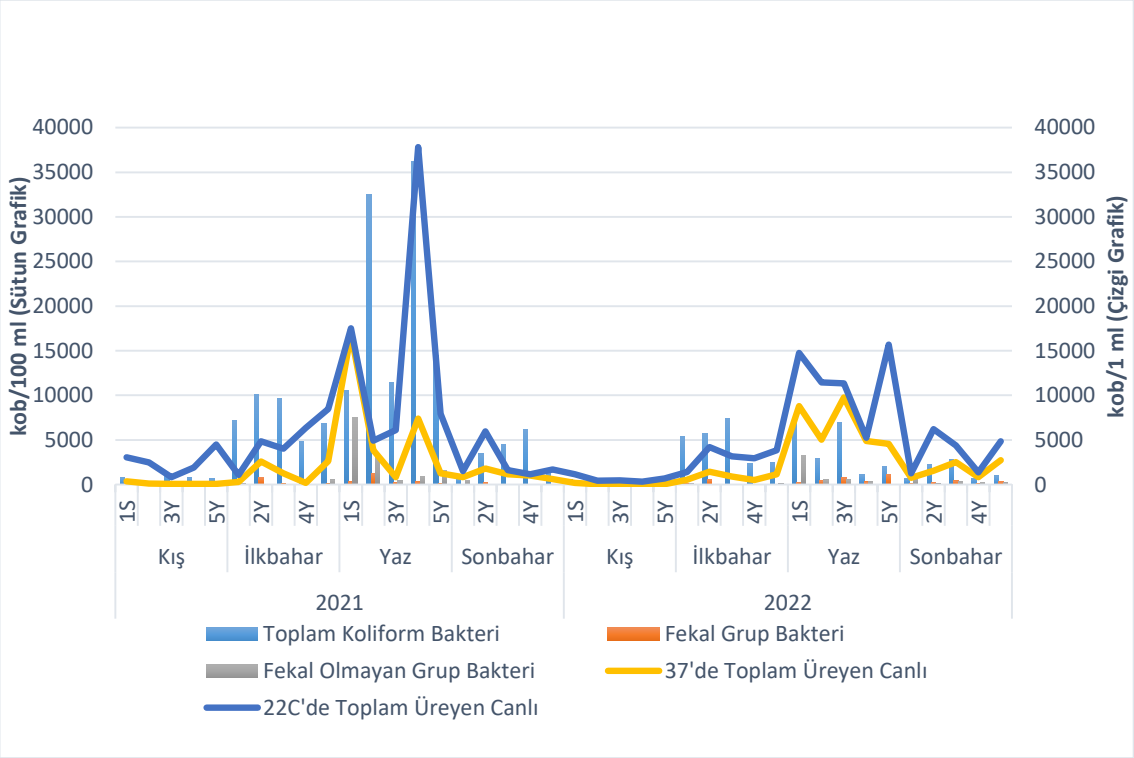
8.1. İğneada Longoz Ormanlarını Besleyen Havza ve Alt Havzalarına Ait Su Numunelerinin Fizikokimyasal ile Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

8.1.1. Yavuz Deresi Alt Havzası



Şekil 8.1. Yavuz Deresi alt havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü

Araştırma sahasının en büyük havzası konumunda olan Bulanık Deresi havzası içerisinde bulunan Yavuz Deresi alt havzasına ait 2021-2022 yıllarında mevsimsel olarak gerçekleştirilen önceden belirlenmiş istasyonların (Bölüm 6) mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.2'de gösterilmiştir.



Şekil 8.2. Yavuz Deresi alt havzası mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 5Y> | 4Y>, 3Y>2Y>1S)

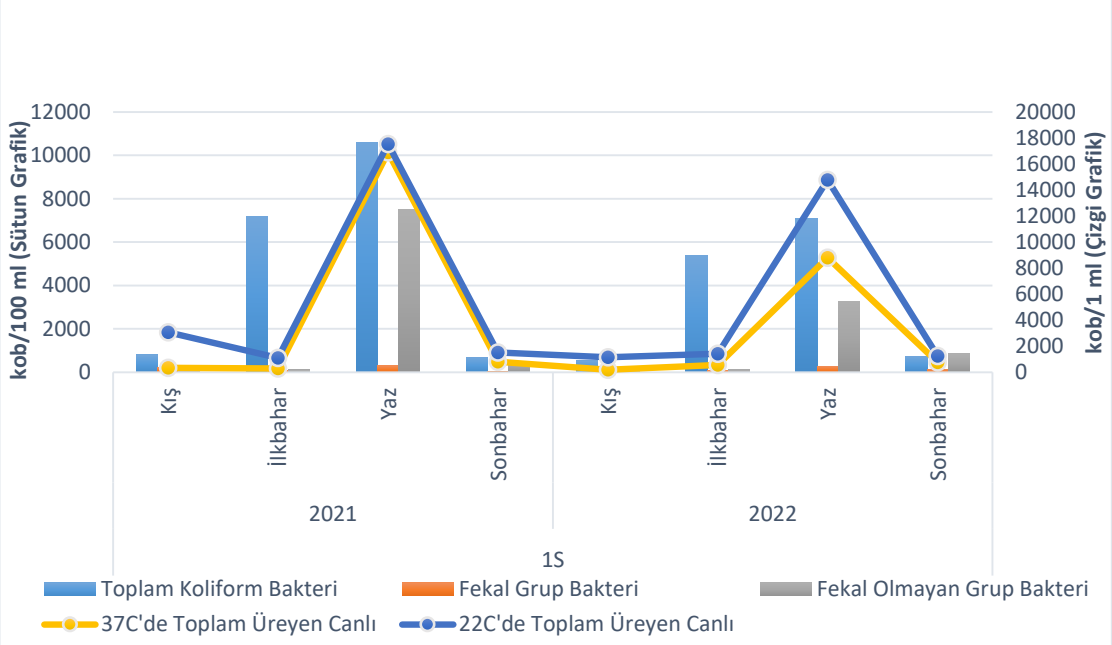
Bulanık Deresi havzası içerisinde bulunan Yavuz Deresi alt havzası genelinde mikrobiyolojik kültür sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında yaz dönemlerinde mikrobiyolojik yükün diğer mevsimlere göre bariz şekilde arttığı görülmektedir. Bir kolu Sivriler köyünün güneyinden, diğer kolu ise daha güneyden gelip milli park sınırına girmeden birleşen alt havzada zamana göre mikrobiyal yük azalma eğilimde iken fekal kirlilik artma eğilimindedir. Akış yönüne doğru istasyonlar sırasıyla Alt Kol (4Y) ve Üst Kol (5Y) birleştikten sonra Milli Park Girişi (3Y), Milli Park İçi (2Y) ve son olarak Saka Gölü (1S)'dür ve fekal kirliliğin 2Y istasyonunun olduğu bölgede daha yoğun olduğu belirlenmiştir. Bu fekal kirliliğin Saka Gölü'ne akış esnasında ise seyreldiği düşünülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise havzanın su kalitesi toplam koliform ve fekal koliform parametreleri bakımından II. sınıf kapsamında olduğu tespit edilmiştir. 4Y noktasında 2021 yaz döneminde görülen yüksek miktarda toplam koliform bakteri

üremesi fekal koliform üremesi ile desteklenmemektedir, nitekim 37ºC'de toplam üreyen koloni sayısının 22ºC'de üreyen toplam koloni sayısına göre nispeten düşük olması kaynağın fekal olmadığını akla getirmektedir.

Yavuz Deresi alt havzası genelinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında ilkbahar ve yaz dönemlerinde suda çözünmüş oksijen miktarının düştüğü görülmektedir. Genel anlamda dere pH, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreri sonuçlarına göre I. sınıf kalitesindeyken, suda çözünmüş oksijen miktarının ise ilkbahar ve yaz dönemlerinde ortalama III. sınıf seviyesinde olduğu belirlenmiştir.

8.1.1.1. Saka Gölü (1S)

Saka Gölü (1S) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-2 ve EK-3'te sunulmuştur. Buna göre 1S istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.3'te gösterilmiştir.



Şekil 8.3. Saka Gölü (1S) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

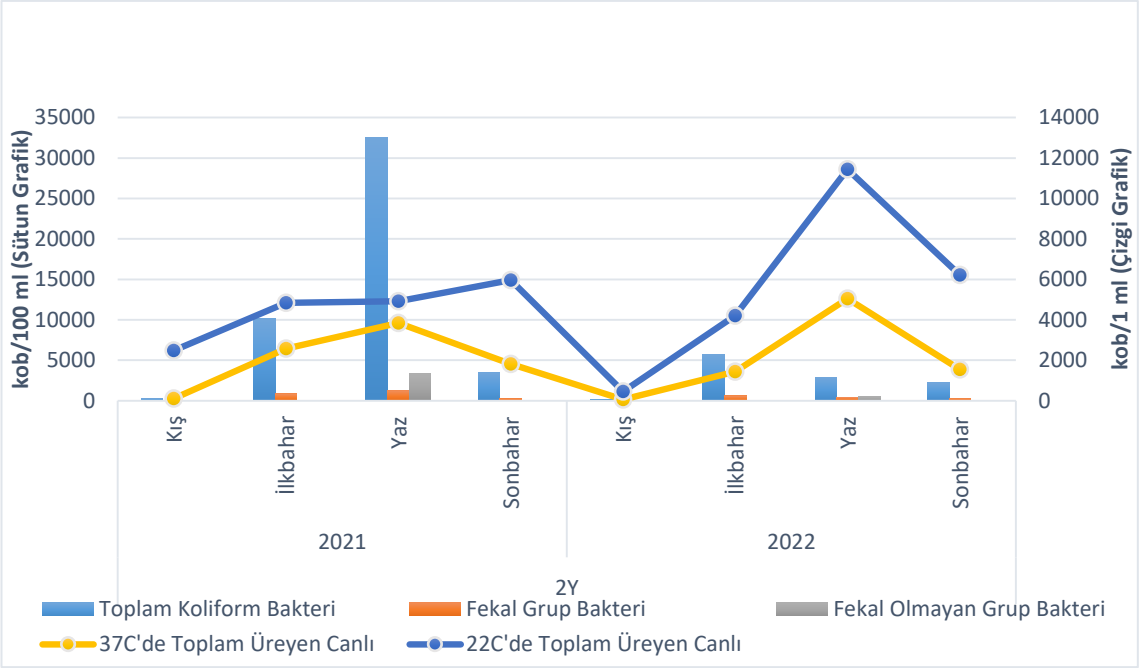
Saka Gölü (1S) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında yaz dönemlerinde genel mikrobiyolojik yükte artış olduğu gözlenmiştir. Hem fekal hem de fekal olmayan bakteri gruplarında yaz dönemlerinde belirgin bir artış

olmakla birlikte 2021 ve 2022 yılları arasındaki mikrobiyolojik üreme profilleri benzerdir. Bu durum istasyondaki mikrobiyolojik yük döngüsü üzerinde dış etkenlerin olmadığını düşündürmektedir. Genel çerçevede 1S istasyonunun tespit edilen toplam koliform ve fekal koliform bakteri parametreleri bakımından kalitesi II. sınıf düzeyindedir.

Saka Gölü (1S) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında yaz ve sonbahar dönemlerinde sudaki çözünmüş oksijen seviyesinde azalma ve iletkenlik seviyesinde ve iletkenliğe bağlı olarak toplam çözünmüş katı miktarında artış gözlenmiştir. Özellikle 2021 yaz ve sonbahar döneminde Saka Gölü'ndeki çözünmüş oksijen miktarı kritik seviyelere kadar düşmüştür (mevsim sırasıyla LDO 4,75; 3,61 mg/l ve yüzdesi 56; 32,1). Saka Gölü'nün genel anlamda pH, toplam çözünmüş katı, renk (525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) kalitesi I. sınıf olmakla diğer parametrelerin kalite sınıfları mevsimsel olarak değişmektedir. Saka Gölü'nün 2021 yılında deniz ile bağlantısı kış döneminde açık, ilkbahar döneminde kısmen açık, yaz ve sonbahar döneminde kapalı olduğu; 2022 yılında ise kış ve ilkbahar dönemlerinde kısmen açık olmakla birlikte yaz ve sonbaharda kapalı olduğu gözlenmiştir. Bu sebepten dolayı yaz ve sonbahar dönemlerinde suyun iletkenliği ve toplam çözünmüş katı maktarının arttığı düşünülmektedir.

8.1.1.2. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y)

Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-4 ve EK-5'te sunulmuştur. Buna göre 2Y istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.4'te gösterilmiştir.



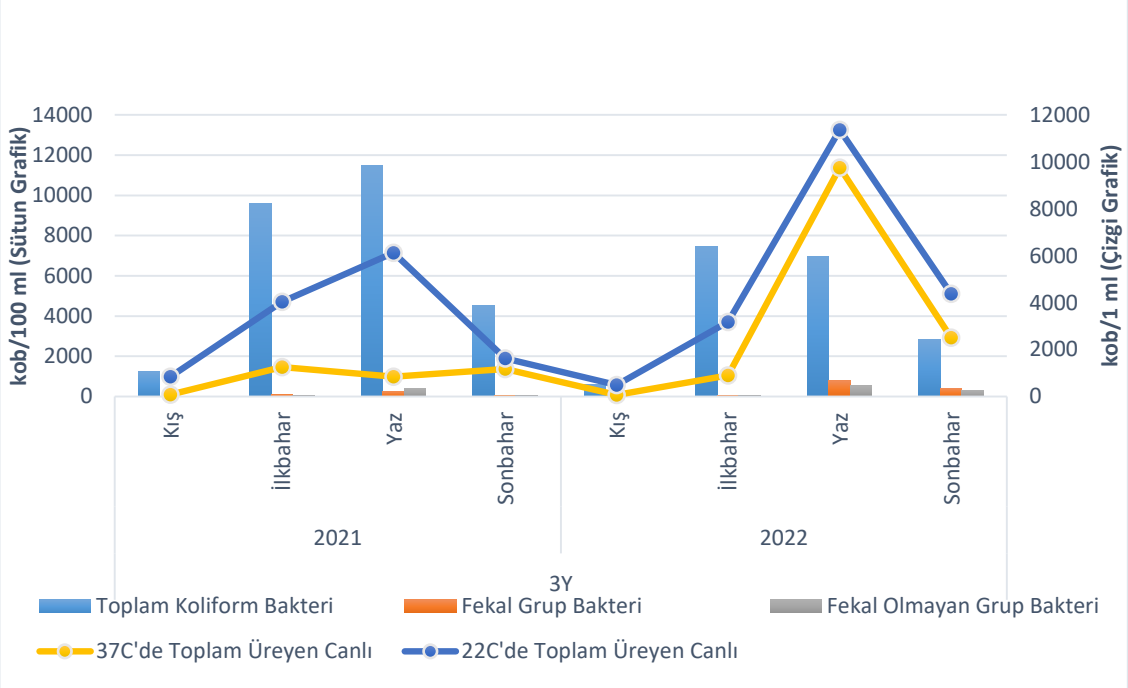
Şekil 8.4. Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonu Yavuz Deresi'nin Milli Park sınırlarını geçtikten hemen sonra konumlandırılmıştır. 2Y istasyonuna ait 2021-2022 yılları mevsimlere göre mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları genel olarak toplam koliform parametresi açısından azalma eğiliminde olmakla birlikte, 22°C ve 37°C'de üreyen toplam canlı sayıları artma eğilimindedir. İstasyonun özellikle kış aylarında fekal bakteri açısından kalite seviyesinin I ve II. sınıf, bahar ve yaz dönemlerinde ise III. sınıf kapsamında olduğu belirlenmiştir. Toplam koliform bakteri açısından ise genel anlamda II. sınıf kapsamındadır.

Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y) istasyonu fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yılları genelinde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir. Yaz dönemlerinde Yavuz Deresi alt havzasındaki diğer istasyonlara benzer olarak 2021 yaz döneminde sudaki çözünmüş oksijen miktarı kritik seviyelere kadar düşmüştür.

8.1.1.3. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y)

Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-6 ve EK-7'de sunulmuştur. Buna göre 3Y istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.5'te gösterilmiştir.



Şekil 8.5. Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

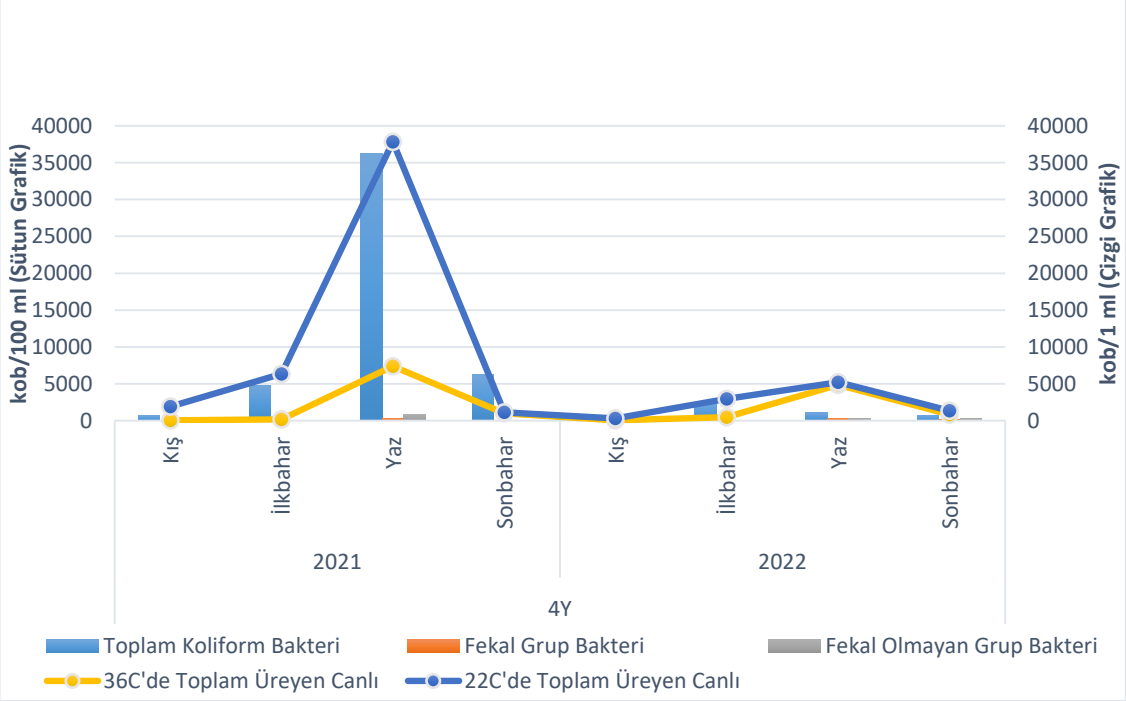
Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y) istasyonu Yavuz Deresi'nin Milli Park sınırlarına girmeden hemen öncesinde konumlandırılmıştır. 2Y istasyonunu ile konum olarak aralında fazla bir mesafe bulunmamaktadır. Bundan dolayı gerek mikrobiyal yük gerekse fizikokimyasal özellikler açısından benzer bir profil sergilemektedir. 3Y istasyonuna ait 2021-2022 yılları mevsimlere göre mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları genel olarak toplam koliform parametresi açısından azalma eğiliminde olmakla birlikte, fekal bakteri, 22ºC ve 37ºC'de üreyen toplam canlı sayıları artma eğilimindedir. İstasyon genel olarak II. sınıf düzeyinde toplam koliform ve fekal koliform kalite sınıflarına sahiptir. Bununa birlikte 2022 yılı yaz döneminde özellikle fekal koliform bakteri, 22ºC ve 37ºC'de üreyen toplam canlı üremelerinde ortalamanın üzerinde bir artış görülmüştür.

2022 yılı yaz ve sonbahar döneminde istasyonun fekal koliform kalite seviyesi III. sınıfa gerilemiştir.

Yavuz Deresi – Milli Park İçi (3Y) istasyonu fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yılları genelinde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir. Yaz dönemlerinde Yavuz Deresi alt havzasındaki diğer istasyonlara benzer olarak 2021 yaz döneminde sudaki çözünmüş oksijen miktarında azalmalar gözlenmiştir.

8.1.1.4. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y)

Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-8 ve EK-9'da sunulmuştur. Buna göre 4Y istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.6'da gösterilmiştir.



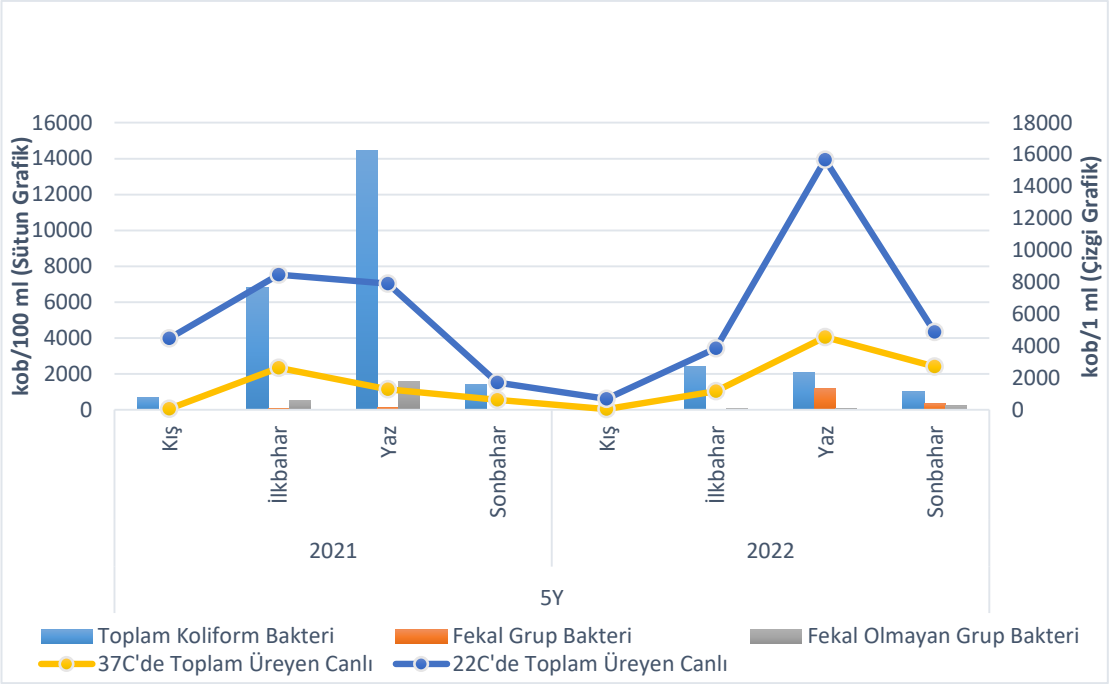
Şekil 8.6. Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonu derenin güneybatı yönünden gelen koludur ve 3Y istasyonu öncesinde Sivriler Köyü güneyinden gelen kol ile birleşir. 4Y istasyonuna ait 2021-2022 yılları mevsimlere göre mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları genel olarak gerek toplam koliform gerekse fekal koliform bakteri kapsamında II. sınıf düzey kaliteye sahiptir. Ancak 2021 yaz döneminde görülen yüksek miktarda toplam koliform bakteri üremesi fekal koliform üremesi ile desteklenmemektedir, nitekim 37^{o}C'de toplam üreyen koloni sayısının 22^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısına göre nispeten düşük olması kaynağın fekal olmadığını akla getirmektedir. Görülen bu toplam koliform ve 22^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı üremesi sonbahar döneminde ortalama seviyesinde olmuştur ve 2022 yılı içerisinde tüm mevsimlerde görülen üreme sayılarında bariz sapma olmadığı gözlenmiştir.

Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y) istasyonu fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yılları genelinde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir. Yaz dönemlerinde Yavuz Deresi alt havzasındaki diğer istasyonlara benzer olarak 2021 yaz döneminde sudaki çözünmüş oksijen miktarı kritik seviyelere kadar düşmüştür.

8.1.1.5. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y)

Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-10 ve EK-11'de sunulmuştur. Buna göre 5Y istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.7'de gösterilmiştir.

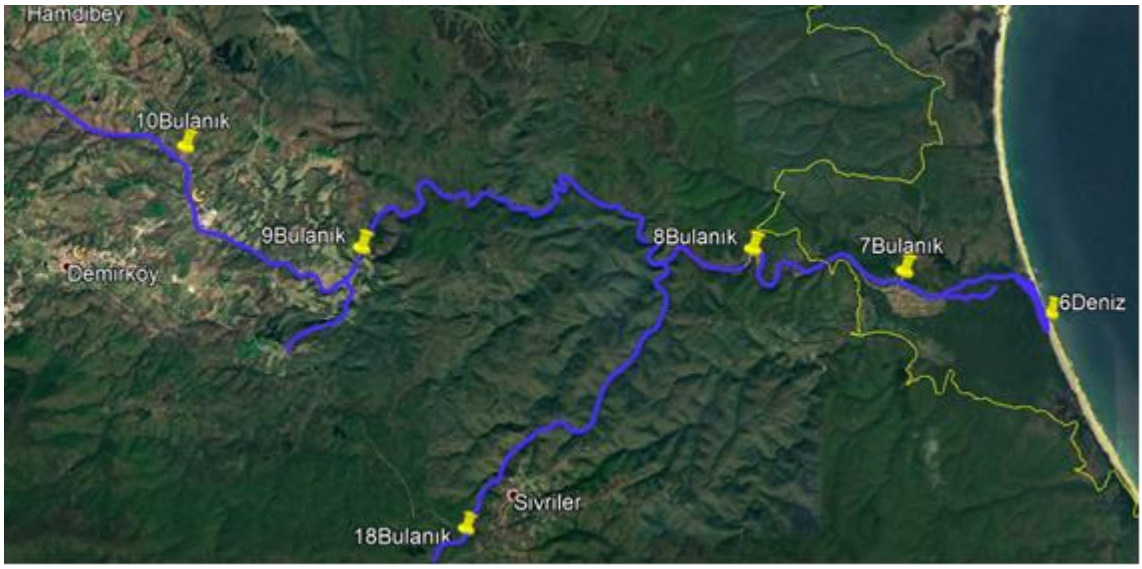


Şekil 8.7. Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonu derenin Sivriler köyü güneyinden gelen kolu üzerinde konumlandırılmıştır. Bu dere kolu 3Y istasyonu öncesinde Sivriler köyü güneyinden gelen kol olan 4Y ile birleşir. 5Y istasyonuna ait 2021-2022 yılları mevsimlere göre mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları genel olarak hem toplam koliform hem de fekal koliform bakteri kalitesi açısından II. sınıf düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte fekal bakteri grubu üremesi 2022 yaz döneminde ortalama seviyenin üzerinde bir oranda artış göstermiştir. Şekil 8.7'de de görüldüğü üzere istasyondaki toplam koliform ve fekal olmayan grup bakteri üremeleri azalış eğiliminde iken, fekal grup bakteri, 22ºC ve 37ºC'de üreyen toplam canlı sayıları artış eğilimdedir.

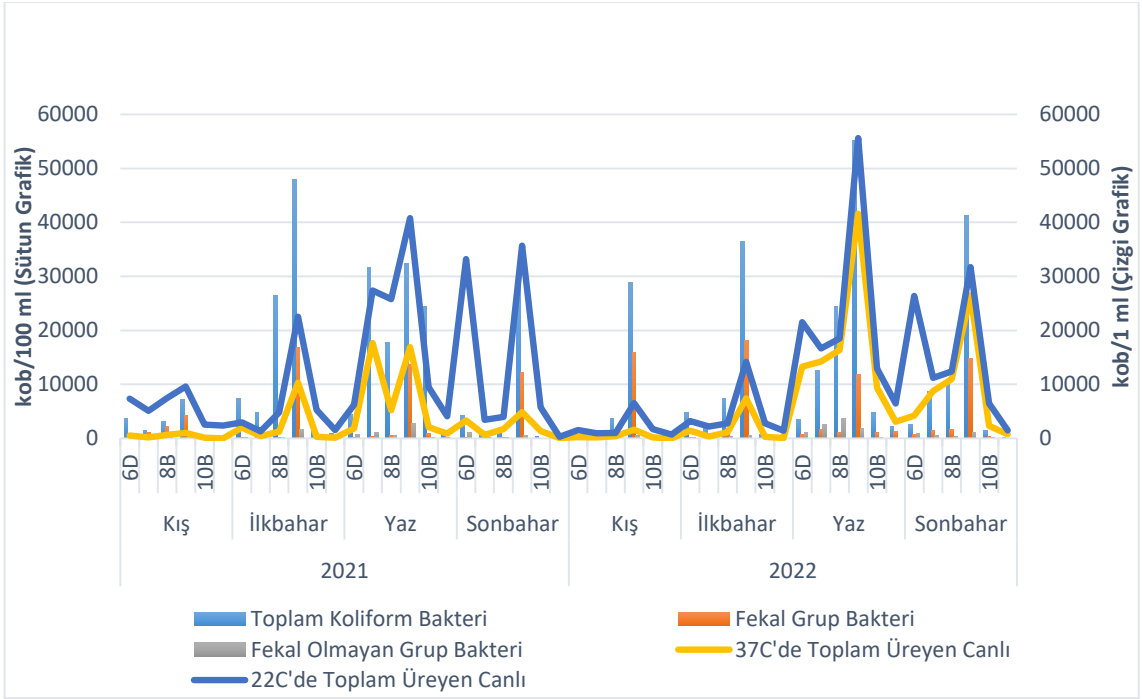
Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y) istasyonu fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yılları genelinde Yavuz Deresi genelinde görülen tabloya benzer şekilde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir.

8.1.2. Bulanık Deresi Havzası



Şekil 8.8. Bulanık Deresi havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü

Araştırma sahasının en büyük havzası konumunda olan Bulanık Deresi havzasına ait 2021-2022 yıllarında mevsimsel olarak gerçekleştirilen önceden belirlenmiş istasyonların (Bölüm 6) mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları Şekil 8.9'da gösterilmiştir.

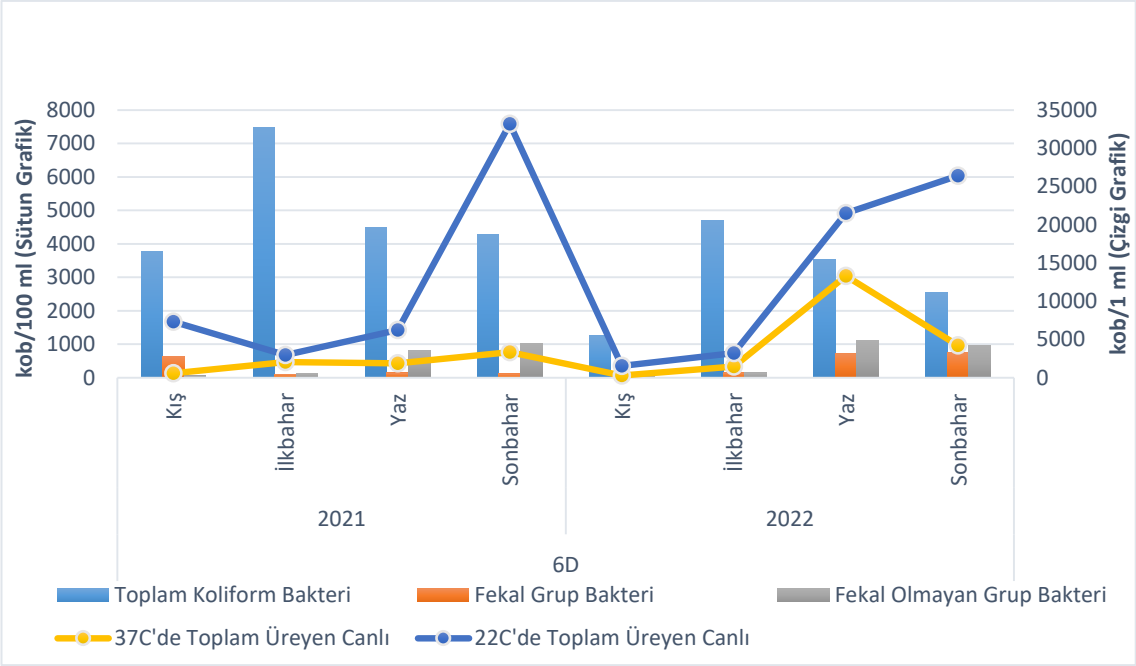


Şekil 8.9. Bulanık Deresi havzası mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarının genel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 18B> | 10B>9B>,8B>7B>6D)

Bulanık Deresi havzası genelinde mikrobiyolojik kültür sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında yaz dönemlerinde mikrobiyolojik yükün diğer mevsimlere göre bariz şekilde arttığı görülmektedir. Bununla birlikte ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde her ne kadar mikrobiyolojik kirlilik seviyeleri benzer olsa da yıllara göre artış eğiliminde olduğu göze çarpmaktadır. Bulanık Deresi havzası, araştırma sahasındaki diğer havzalara göre sürekli anlamda ve daha yüksek miktarda fekal kirliliğe maruz kalmakta olup özellikle Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunda tespit edilen hem genel hem de fekal mikrobiyolojik kirlilik oldukça üst seviyelerdedir. Kaynağını Yıldız Dağları'ndan alarak Karadeniz'e boşalan Bulanık Deresi'nde aynı kol üzerinde bulunan sırasıyla Demirköy Girişi (10B), Demirköy Çıkışı (9B), Milli Park Girişi (8B), Fidanlık Yanı (7B) ve son olarak Deniz Gölü (6D) istasyonlarında fekal mikrobiyolojik kirlilik durumu parabolik bir görüntü sergilemektedir. Yani 10B'den 9B'ye artış sonrasında ise genel olarak 6D'ye doğru azalış göstermektedir. 9B istasyonunda görülen mikrobiyolojik kirlilik seviyeleri ise tepe noktasını oluşturmaktadır. Bunun yanında Bulanık Deresi'nin Sivriler köyü kuzeyinden akarak Milli Park Girişi (8B) istasyonundan önce ana kol ile birleşen sürekli akar (yaz-kış) alt kollarından biri 18B istasyonu hem kaynağa yakın hem de yerleşim yerlerine uzak olmasından ötürü mikrobiyolojik yük ortalaması diğer istasyonlara göre oldukça düşüktür.

8.1.2.1. Deniz Gölü (6D)

Deniz Gölü (6D) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-12 ve EK-13'te sunulmuştur. Buna göre 6D istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.10'da gösterilmiştir.



Şekil 8.10. Deniz Gölü (6D) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

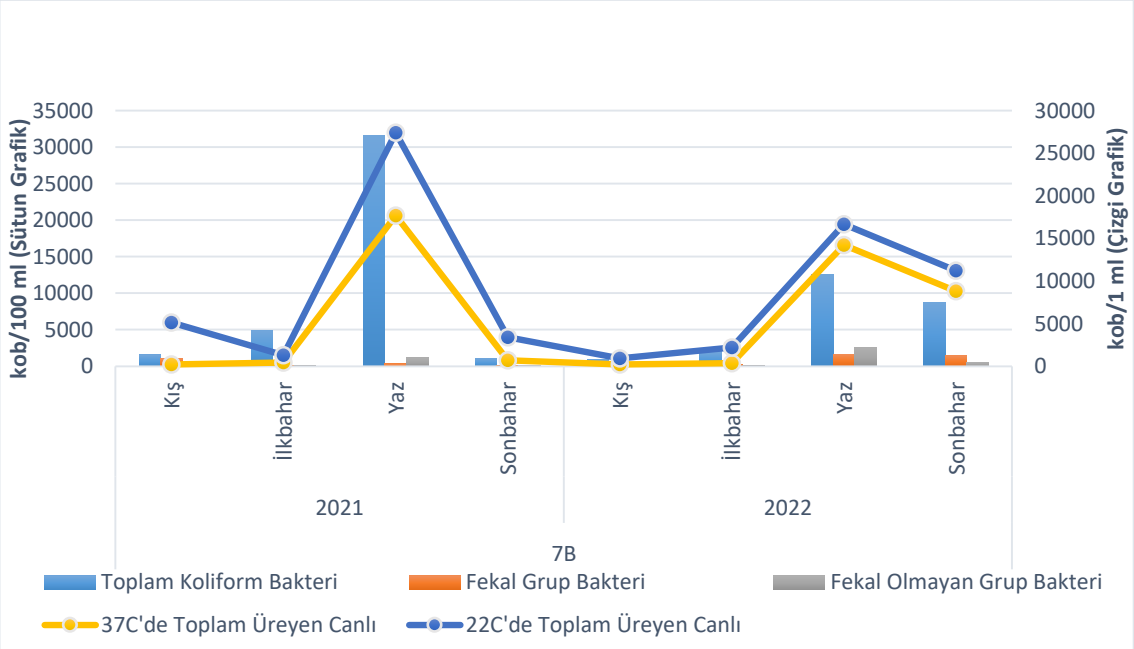
Deniz Gölü (6D) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında ilkbahar dönemlerinde toplam koliform bakteri sayısında artış yaşandığı ama fekal koliform bakteri seviyesinin genel anlamda yaz döneminde yükseldiği görülmektedir. Bununla birlikte 2021-kış döneminde görülen yüksek fekal koliform seviyesinin sebebinin aynı dönemde önceki istasyonlarda görülen fekal koliform bakteri seviyesinin yüksekliği sebebiyle olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında Deniz Gölü'nde genel anlamda toplam koliform bakteri mevcudiyeti azalma eğilimindeyken; fekal grup, fekal olmayan grup, 22°C ve 37°C'de üreyen toplam canlı sayıları artış eğilimindedir. Genel olarak istasyonda tespit edilen toplam kolifom ve fekal koliform kalite seviyesi II. sınıftır.

Deniz Gölü (6D) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında yaz dönemlerinde suda çözünmüş oksijen seviyelerinde azalma olduğu görülmektedir. Özellikle 2021 yaz döneminde bu seviye oldukça kritik seviyelere kadar düşmüştür (LDO 0,18 mg/l ve yüzdesi 1,7). Bununla birlikte iletkenlik ve toplam çözünmüş katı miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Deniz Gölü'nün genel anlamda pH, toplam çözünmüş katı, renk (dalga boyu ölçümleri) kalitesi I. sınıf olmakla diğer parametrelerin kalite sınıfları mevsimsel olarak değişmektedir. Deniz Gölü'nün 2021 yılında deniz ile bağlantısı kış döneminde açık, ilkbahar döneminde kısmen açık, yaz ve

sonbahar döneminde kapalı olduğu; 2022 yılında ise kış ve ilkbahar dönemlerinde kısmen açık olmakla birlikte yaz ve sonbaharda kapalı olduğu gözlenmiştir. Bu sebepten dolayı yaz ve sonbahar dönemlerinde suyun iletkenliği ve toplam çözünmüş katı miktarının arttığı, suda çözünmüş oksijen miktarının ise azaldığı düşünülmektedir.

8.1.2.2. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B)

Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-14 ve EK-15'te sunulmuştur. Buna göre 7B istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.11'de gösterilmiştir.



Şekil 8.11. Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

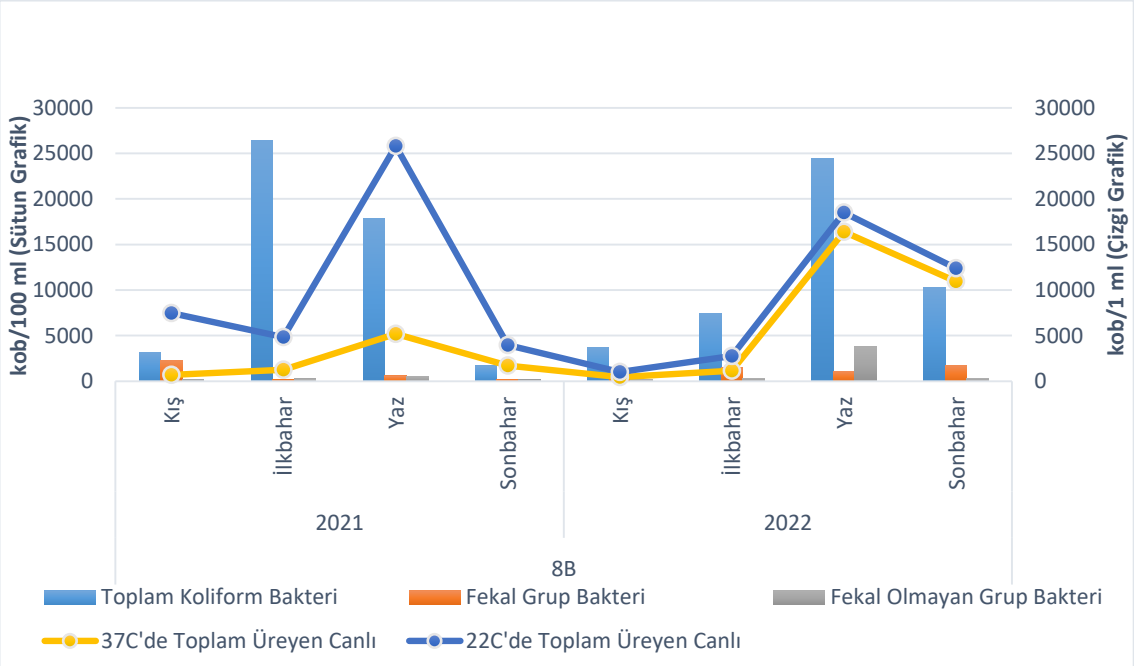
Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonu, Bulanık Deresi'nin Milli Park sınırını geçtikten hemen sonra konumlandırılmıştır. 7B istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında özellikle yaz dönemlerinde tüm mikrobiyolojik kültür parametrelerinde artış yaşandığı görülmektedir. Genel olarak istasyonun durumu bir önceki istasyon olan Milli Park Girişi (8B) istasyonu ile benzerdir. Ayrıca iki istasyon arasında baskı yaratacak herhangi bir unsurun bulunmaması da analiz sonuçlarını desteklemektedir. 7B istasyonunda genel anlamda toplam koliform bakteri seviyesinin eğilimi değişmezken diğer parametrelerin artış eğiliminde olduğu

belirlenmiştir. Genel olarak istasyonda tespit edilen toplam kolifom ve fekal koliform kalite seviyesi II. sınıftır.

Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel durumu dere üzerindeki diğer istasyonlara benzer şekilde oldukça iyi durumdadır. pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir.

8.1.2.3. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B)

Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-16 ve EK-17'de sunulmuştur. Buna göre 8B istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.12'de gösterilmiştir.



Şekil 8.12. Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

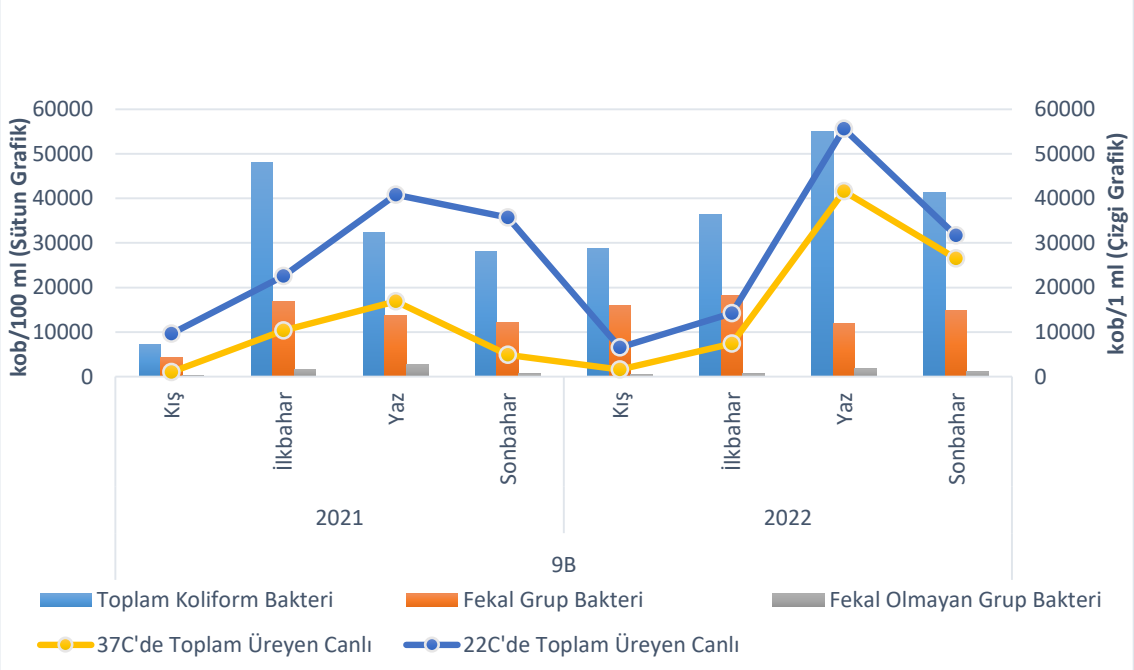
Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonu, Bulanık Deresi'nin Milli Park sınırından hemen önce konumlandırılmıştır. İstasyonun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında özellikle yaz dönemlerinde tüm mikrobiyolojik kültür parametrelerinde artış yaşandığı görülmektedir. Genel olarak bakıldığında sürekli

olarak yüksek seviyelerde fekal bakteri mevcudiyetine sahip olan Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun etkileri 8B istasyonunda görüldüğü, 7B istasyonuna doğru ise seyreldiği düşünülmektedir. 8B istasyonunda genel anlamda toplam koliform bakteri seviyesinin eğilimi değişmezken diğer parametrelerin artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. İstasyonun genel mikrobiyolojik kalitesi toplam koliform parametresi açısından II. sınıf iken, fekal koliform bakteri açısından III. sınıftır.

Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel durumu dere üzerindeki diğer istasyonlara benzer şekilde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir.

8.1.2.4. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B)

Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-18 ve EK-19'da sunulmuştur. Buna göre 9B istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.13'te gösterilmiştir.



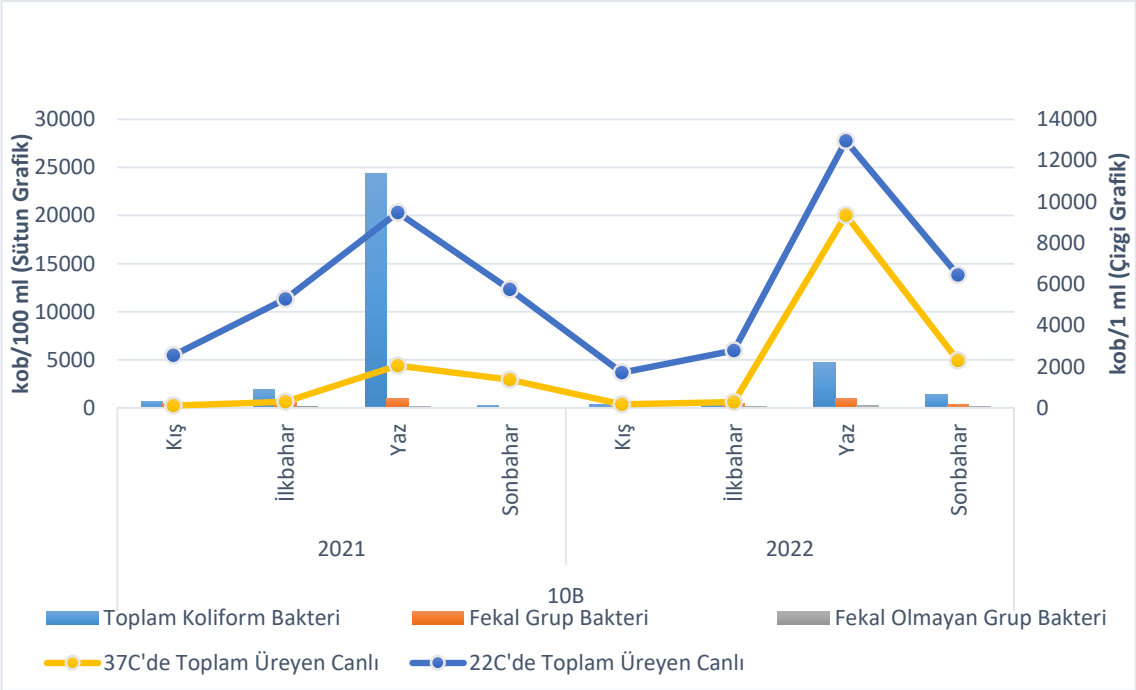
Şekil 8.13. Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Araştırma sahası genelinde sonuçlar incelendiğinde tüm parametreler bazında en yüksek seviyelerde üreme görülen istasyonun Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) olduğu görülmektedir. İstasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında özellikle ilkbahar dönemlerinde mikrobiyolojik kültür üremelerinin kış dönemlerine göre farklılaştığı gözlenmiştir. Diğer dönemlerde ise mikrobiyolojik üreme profilleri benzerdir. İstasyonda fekal olmayan grup bakteri hariç, diğer parametrelerin üreme seviyelerinin artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. 9B istasyonunun genel olarak mikrobiyolojik kalite sınıflandırması toplam koliform parametresi için III. sınıf, fekal koliform bakterisi için ise IV. sınıf olarak belirlenmiştir. 9B istasyonundaki mikrobiyolojik kültür analiz verileri ile önceki numune alma noktası olan Demirköy Girişi (10B) istasyonu analiz verileri arasında tüm mikrobiyolojik parametreler bazında yüksek seviyelerde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu da istasyon üzerinde antropojen bir baskı olduğunu düşündürmektedir.

Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel durumu bir önceki numune alma noktası olan 10B ile benzer şekilde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir. Ancak yaz dönemlerinde sudaki çözünmüş oksijen seviyelerinde azalma görülmektedir.

8.1.2.5. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B)

Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-20 ve EK-21'de sunulmuştur. Buna göre 10B istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.14'te gösterilmiştir.



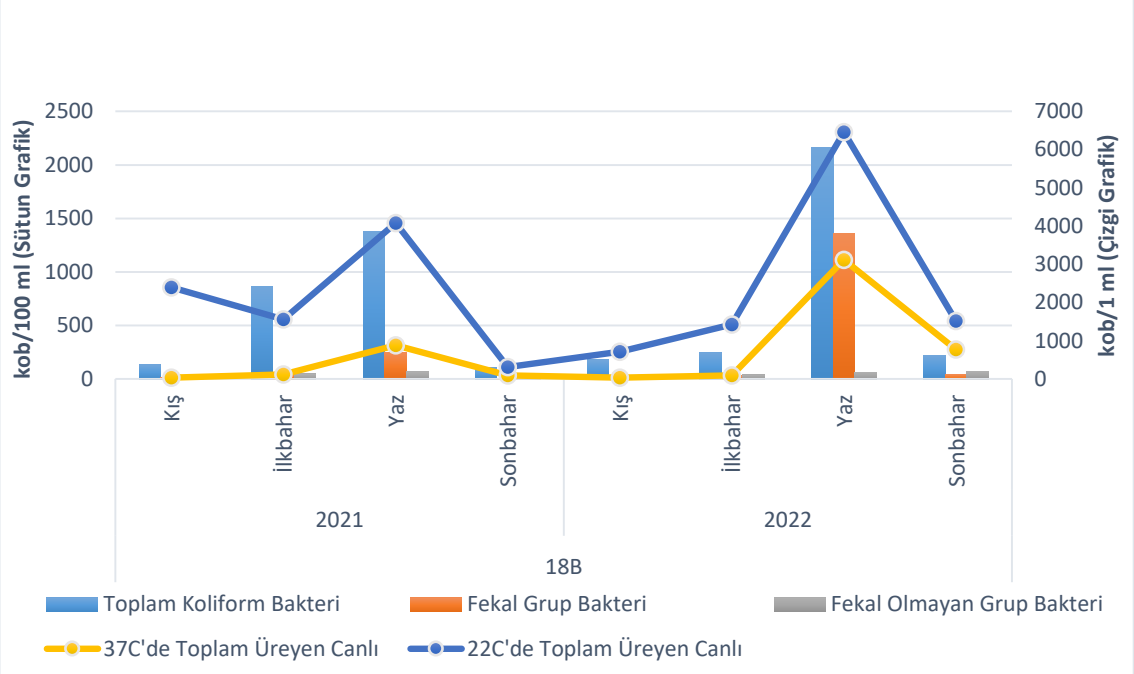
Şekil 8.14. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel olarak yaz dönemlerinde tüm parametreler açısından mikrobiyolojik yükün arttığı gözlenmektedir. 2021-yaz döneminde görülen toplam koliform bakteri seviyesinin yüksekliği diğer dönemlerde tekrarlamamıştır. Bu da anlık bir akış sebebiyle bu seviyelerde toplam koliform bakteri mevcudiyetinin olduğunu düşündürmektedir. Genel olarak bakıldığında 10B istasyonunda toplam koliform bakteri seviyesi azalma eğiliminde iken; fekal ve fekal olmayan grup bakteri, 22^{o}C ve 37^{o}C'de üreyen toplam canlı sayıları artış eğilimindedir. İstasyonda tespit edilen toplam koliform kalite seviyesinin genel anlamda II. sınıf, fekal koliform kalite seviyesinin ise III. sınıf olduğu gözlenmiştir.

Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel durumu dere üzerindeki diğer istasyonlara benzer şekilde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir. Ancak yaz dönemlerinde sudaki çözünmüş oksijen seviyelerinde azalma görülmektedir.

8.1.2.6. Bulanık Deresi – Alt Kol (18B)

Bulanık Deresi – Alt Kol (18B) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-22 ve EK-23'te sunulmuştur. Buna göre 18B istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.15'te gösterilmiştir.



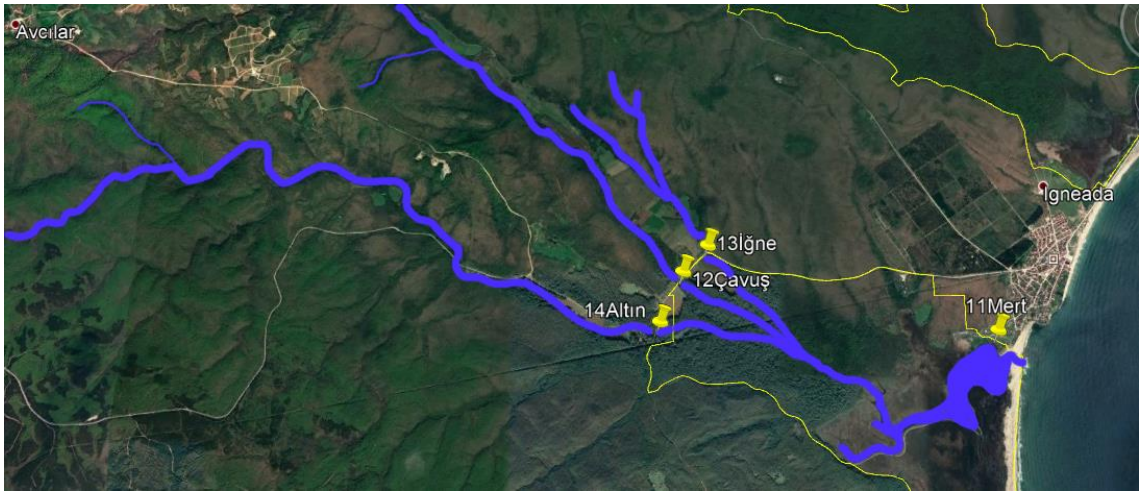
Şekil 8.15. Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (18B) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Bulanık Deresi – Alt Kol (18B) istasyonu, Bulanık Deresi'nin Sivriler köyü kuzeyinden akarak Milli Park Girişi (8B) istasyonundan önce ana kol ile birleşen sürekli akar (yaz-kış) alt kollarından birinde konumlandırılmıştır. 18B istasyonu, araştırma sahası üzerinde mikrobiyolojik üreme sayılarının en az görüldüğü noktalardan biridir. Hem etrafında gerek noktasal gerekse noktasal olmayan kirlilik yaratacak antropojen bir unsurun olmayışı hem de derenin alt kolunun kaynağına yakın olması istasyonda mikrobiyolojik yük seviyesinin az olmasının birincil nedeni olduğu düşünülmektedir. Yine de 2022 yaz döneminde tespit edilen istasyon verileri ortalamalarına göre yüksek seviyedeki toplam koliform ve özellikle fekal grup bakteri üremesinin, yeraltı suları üzerinden derenin kontamine olduğu şüphesini doğurmaktadır. Genel anlamda istasyondaki fekal olmayan grup bakteri seviyeleri sabit iken, diğer parametrelerdeki görülen üreme seviyeleri artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Yine genel olarak

istasyonun toplam koliform bakteri ve fekal koliform bakteri kalite seviyeleri II. sınıftır. Hatta 2021-sonbahar, 2022-kış dönemlerinde fekal koliform bakteri açısından I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Nitekim 2022-yaz döneminde bu seviye III. sınıfa düşmüştür.

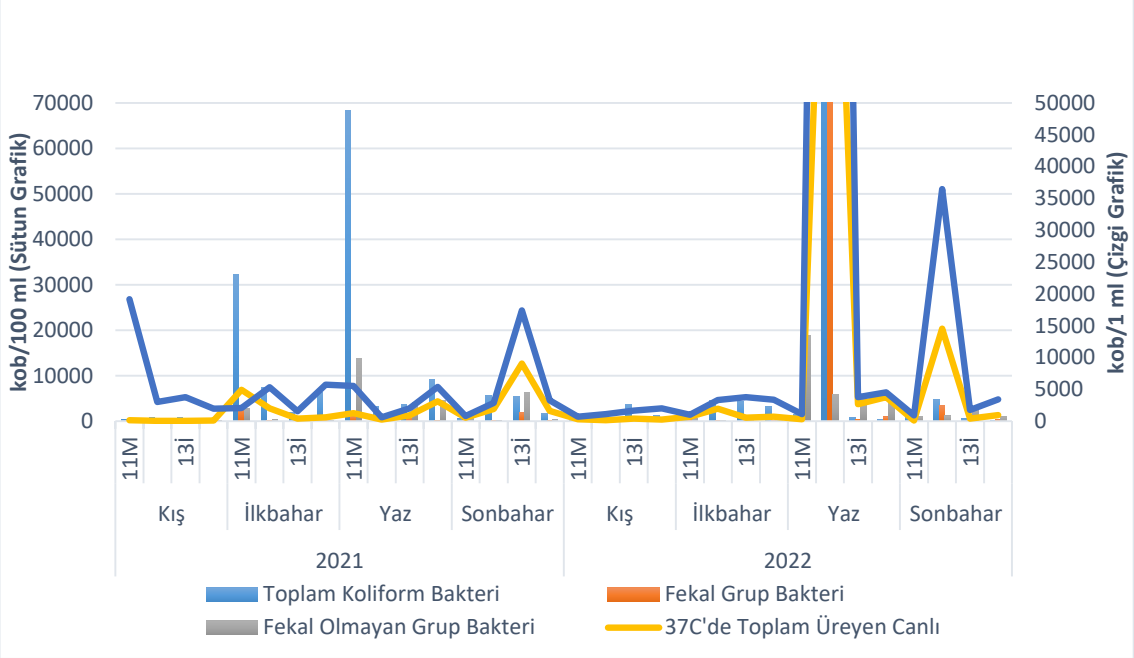
Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (18B) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel durumu dere üzerindeki diğer istasyonlara benzer şekilde pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir.

8.1.3. Çavuşköprü Deresi Havzası



Şekil 8.16. Çavuşköprü Deresi havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü

İğneada beldesinin güneyindeki Mert Gölü'nü de kapsayan Çavuşköprü Deresi havzasına ait 2021-2022 yıllarında mevsimsel olarak gerçekleştirilen önceden belirlenmiş istasyonların (Bölüm 6) mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları Şekil 8.17'de gösterilmiştir.



**12Ç istasyonu 2022-yaz dönemi toplam koliform, fekal grup, 22°C ve 37°C'de üreyen toplam canlı sayıları verileri (sırasıyla 168000, 98070 kob/100ml; 278000, 116500 kob/ml) grafiğin gösterim bütünlüğünü bozduğundan ötürü grafikte üst sınır belirlenmiştir.*

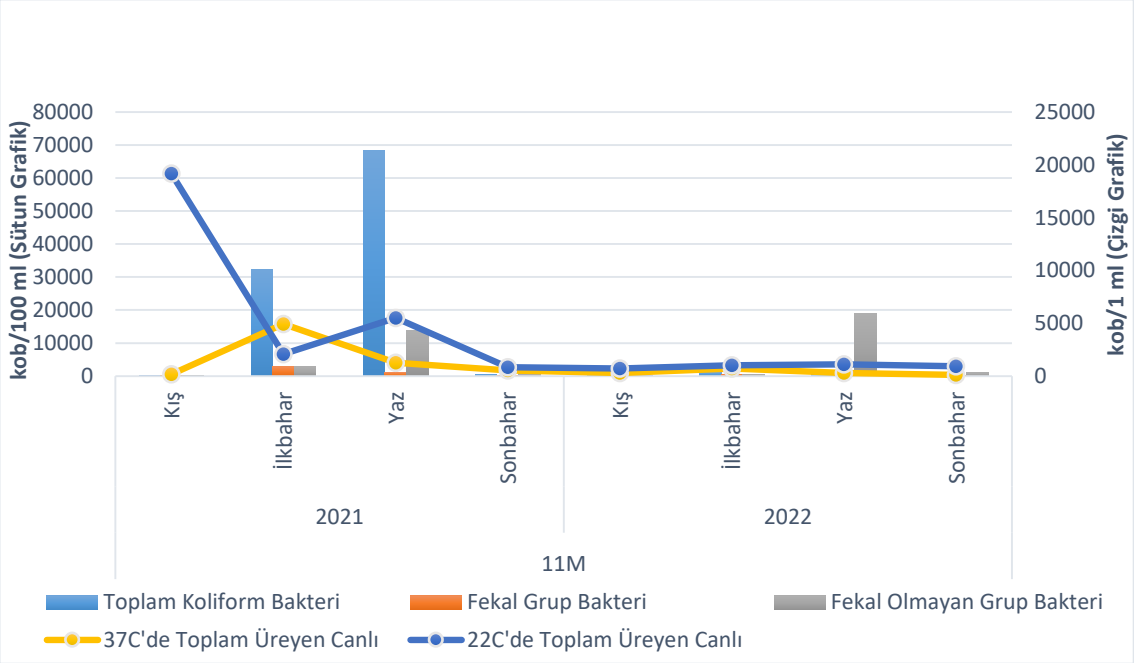
Şekil 8.17. Çavuşköprü Deresi havzası mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarının genel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 12Ç | 13İ | 14A > 11M)

Çavuşköprü Deresi havzası genelinde mikrobiyolojik kültür sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel olarak sonbahar aylarında fekal grup bakteri seviyelerinde artış olduğu belirlenmiştir. 2021 yılı ilkbahar ve yaz dönemlerinde Mert Gölü'nde görülen genel mikrobiyal yük, aynı yılın ilerleyen dönemlerinde ve 2022 yılında tekrarlamadığı görülmektedir. Bu dönemlerde Mert Gölü'nde görülen üreme profili, İğneada'nın kuzey mevkiisinde bulunan Erikli Gölü'nde de oldukça benzerdir. Aynı anda İğneada beldesi çevresindeki iki gölün benzer profil çizmesi mikrobiyal kaynağın antropojen kaynaklı olabileceğini akla getirmektedir. Bunun yanında 2022'nin sonbahar-yaz dönemlerinde özellikle yaz dönemi olmak üzere Çavuşköprü Deresi üzerindeki istasyonda (12Ç) tüm parametreler açısından oldukça yüksek miktarda mikrobiyolojik üreme saptanmıştır. Bu durum dere üzerinde bu dönemlerde noktasal anlamda fekal bir baskı olduğunu düşündürmektedir. Ancak yüksek miktarda görülen bu baskının Mert Gölü'nün genel mikrobiyolojik kalitesi üzerinde bir etki yaratmadığı gözlenmiştir. Havza geneline bakıldığında su kalite sınıfının ortalama olarak toplam koliform bakteri düzeyinde II. sınıf, fekal koliform bakteri düzeyinde ise IV. sınıf olduğu görülmektedir. Çavuşköprü Deresi (12Ç), İğneada Deresi (13İ) ve Altın Dere (14A) farklı kollardan gelerek Mert

Gölü'nün hemen öncesindeki orman alanında birleşerek Mert Gölü'ne boşalmaktadır. Özellikle farklı derelerden gelen mikrobiyal yükün bu ormanlık alanda tutulduğu, longoz ormanlarının bu noktada kirliliği absorbe edici bir özellik gösterdiği düşünülmektedir.

8.1.3.1. Mert Gölü (11M)

Mert Gölü (11M) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-24 ve EK-25'te sunulmuştur. Buna göre 11M istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.18'de gösterilmiştir.



Şekil 8.18. Mert Gölü (11M) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

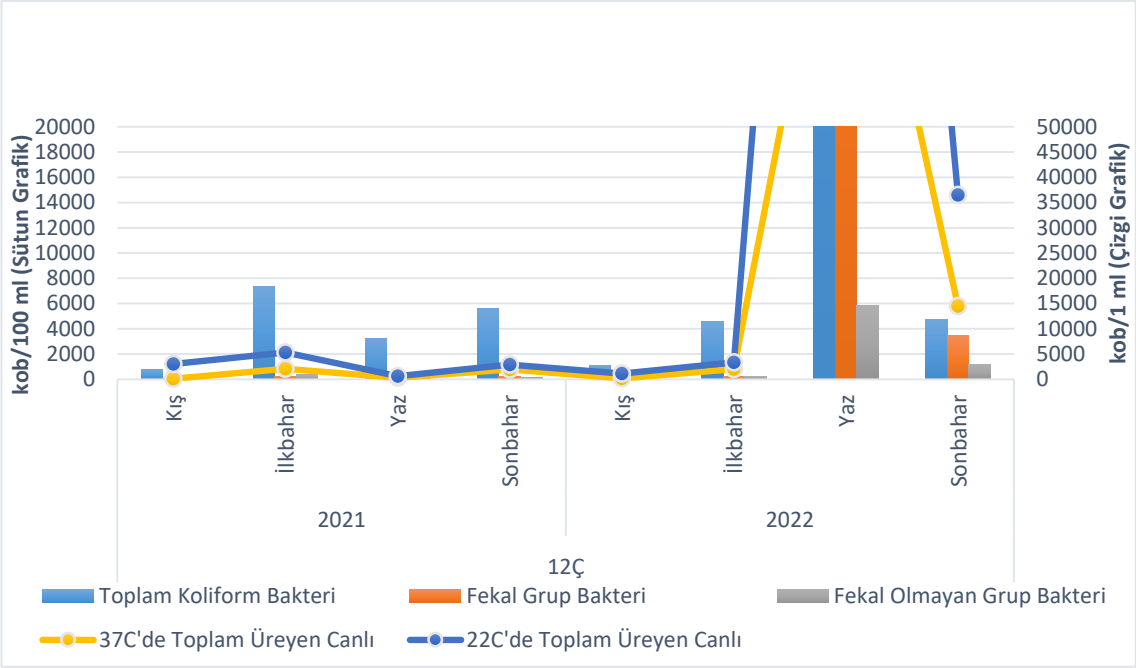
Mert Gölü (11M) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel anlamda yaz dönemlerinde fekal olmayan grup bakteri seviyesinde artış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Mert Gölü'ndeki fekal olmayan bakteri grubu haricinde diğer parametreler azalış eğilimindedir. 2021 yılı ilk üç döneminde görülen 22^{o}C'de üreyen toplam canlı sayısı, toplam koliform ve fekal bakteri grubu üremeleri tekrarlamamıştır ve diğer dönemlerde mikrobiyal yükün ortalama seviyelerde olduğu gözlenmiştir. 2021 yılının ilkbahar döneminde Mert Gölü'ne yüksek miktarda ördek salımı yapılmıştır. 2021 ilkbahar ve yaz dönemlerinde bazı parametrelerde görülen artışın yapılan bu salım etkisiyle yaşandığını veya göl üzerinde

farklı olarak antropojen bir baskı meydana geldiğini akla getirmektedir. Mert Gölü'nün kalite seviyeleri gerek toplam koliform gerekse fekal koliform bakteri açısından 2021 yılında genel olarak III. sınıf iken 2022 yılında II. sınıftır. Özellikle 2021 ilkbahar döneminde gölün fekal koliform bakteri açısından kalite seviyesinin IV. sınıf olduğu gözlenmiştir.

Mert Gölü (11M) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında özellikle yaz dönemlerinde göldeki pH ve renk parametrelerinde bozulmaların olduğu görülmektedir. Gölün her dönem elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı seviyelerinin çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu parametreler bazında genel anlamda gölün kalite seviyesi IV. sınıftır. Diğer yandan gölün her dönem suda çözünmüş oksijen seviyeleri oldukça uygun seviyelerde olduğu ve kalite seviyesinin I. sınıf olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak istasyon ölçümleri sonucuna göre pH ve renk (436 ve 525 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri kış dönemlerinde I. sınıf kaliteye sahip iken yaz dönemlerinde III. sınıfa kadar düşmektedir. 2022 yaz döneminde pH kalitesinin IV. sınıfa kadar düştüğü gözlenmiştir. Mert Gölü'nün 2021 yılında deniz ile bağlantısı kış döneminde açık, ilkbahar döneminde kısmen açık, yaz ve sonbahar döneminde kapalı olduğu; 2022 yılında ise kış ve ilkbahar dönemlerinde kısmen açık olmakla birlikte yaz ve sonbaharda kapalı olduğu gözlenmiştir. Mert Gölü'nün genel fizikokimyasal profilinin Erikli Gölü ile benzer olduğu göze çarpmaktadır.

8.1.3.2. Çavuşköprü Deresi (12Ç)

Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-26 ve EK-27'de sunulmuştur. Buna göre 12Ç istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.19'da gösterilmiştir.



**12Ç istasyonu 2022-yaz dönemi toplam koliform, fekal grup, 22ºC ve 37ºC'de üreyen toplam canlı sayıları verileri (sırasıyla 168000, 98070 kob/100ml; 278000, 116500 kob/ml) grafiğin gösterim bütünlüğünü bozduğundan ötürü grafikte üst sınır belirlenmiştir.*

Şekil 8.19. Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

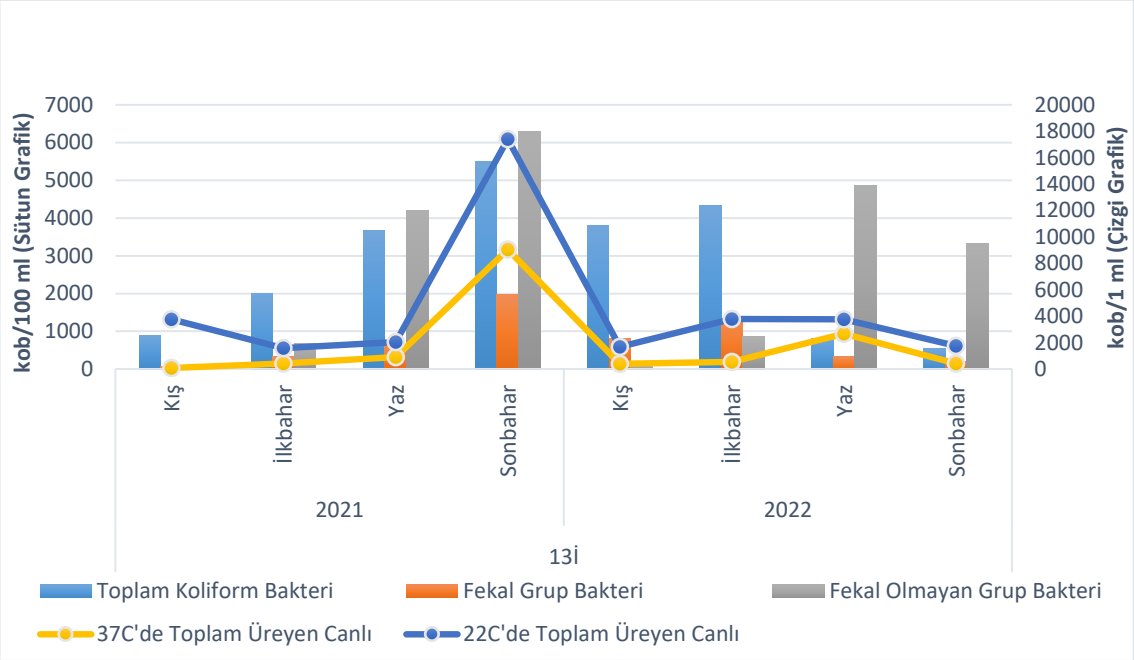
Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında mikrobiyolojik yük genel anlamda ilkbahar dönemlerinde artma, sonbahar döneminde ise azalma eğilimi göstermekte olup parabolik bir grafik görüntüsü çizmektedir. Ancak özellikle 2022 yaz döneminde tüm araştırma sahası içerisinde en yüksek seviyede toplam koliform bakteri, fekal bakteri grubu, 22ºC ve 37ºC'de üreyen toplam canlı sayıları bu istasyonda görülmüştür. Bu durum dere üzerinde bu dönemde noktasal anlamda fekal bir kirlilik unsuru olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte istasyonda tespit edildiği üzere derenin genel anlamda zamana göre tüm mikrobiyolojik parametrelerin yük seviyesinin artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. İstasyonda tespit edilen toplam koliform ve fekal koliform bakteri açısından genel olarak kalite seviyesi II. sınıf olmakla birlikte 2022 yaz döneminde her iki parametre için de IV. sınıftır. Ayrıca 2022 sonbahar döneminde de fekal koliform bakteri açısından bir önceki dönemle benzer şekilde olduğu yani IV. sınıf kalite derecesine sahip olduğu gözlenmiştir.

Çavuşköprü Deresi (12Ç) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında havzadaki diğer derelerde de görüldüğü üzere yaz dönemlerinde suyun çok durgun olmasından ötürü sudaki çözünmüş oksijen miktarının kritik seviyelere

kadar düştüğü görülmektedir. Bundan dolayı yaz dönemlerinde suda çözünmüş oksijen miktarının kalite sınıflandırılmasının III ila IV. sınıf düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Haricinde istasyonda tespit edilen pH, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından Çavuşköprü Deresi'nin kalite seviyesinin genel olarak I. sınıf olduğu söylenebilir.

8.1.3.3. İğneada Deresi (13İ)

İğneada Deresi (13İ) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-28 ve EK-29'da sunulmuştur. Buna göre 13İ istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.20'de gösterilmiştir.



Şekil 8.20. İğneada Deresi (13İ) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

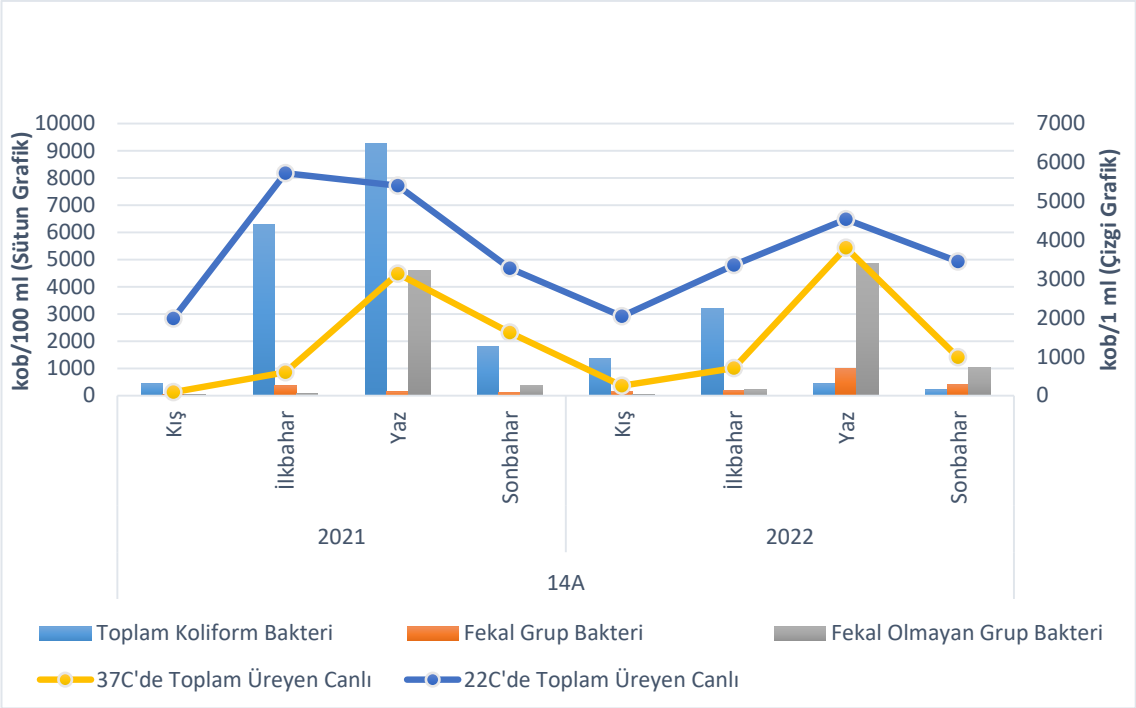
İğneada Deresi (13İ) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında mikrobiyolojik yük 12Ç istasyonuna benzer şekilde fekal bakteri grubu hariç genel anlamda ilkbahar döneminde artan sonbahar döneminde azalan parabolik bir görüntü çizmektedir. Fekal bakteri grubunda ise 2021 sonbahar ve 2022 ilkbahar döneminde ortalamanın üzerinde bir üreme görülmüştür. Genel olarak istasyonun fekal koliform bakteri parametresi açısından kalite seviyesinin III. sınıf, toplam koliform parametresi açısından ise II. sınıf olduğu söylenebilir. İstasyon ölçüm

sonuçlarına göre İğneada Deresi'nin genel anlamda fekal olmayan bakteri grubu haricinde mikrobiyolojik yükü azalma eğilimindedir.

İğneada Deresi (13İ) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında havzadaki diğer derelerde de görüldüğü üzere yaz dönemlerinde suyun çok durgun olmasından ötürü sudaki çözünmüş oksijen miktarının kritik seviyelere kadar düştüğü görülmektedir. Bundan dolayı yaz ve sonbahar dönemlerinde suda çözünmüş oksijen miktarının kalite sınıflandırılmasının III ila IV. sınıf düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. İğneada Deresi'nin yoğun olarak vejetasyon altında olmasından ötürü dökülen yapraklar nedeniyle özellikle sonbahar döneminde renk parametresinde bozulma meydana gelmektedir. 2021 sonbahar döneminde suyun da aşırı durgun olmasının verdiği etkiyle derenin renk kalitesi IV. sınıf seviyesine kadar gerilemiştir. Bunun yanında istasyonda tespit edilen pH, iletkenlik, toplam çözünmüş katı parametreleri açısından İğneada Deresi'nin kalite seviyesinin genel olarak I. sınıf, renk (dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından ise II. sınıf seviyesinde olduğu belirlenmiştir.

8.1.3.4. Altın Dere (14A)

Altın Dere (14A) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-30 ve EK-31'de sunulmuştur. Buna göre 14A istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.21'de gösterilmiştir.

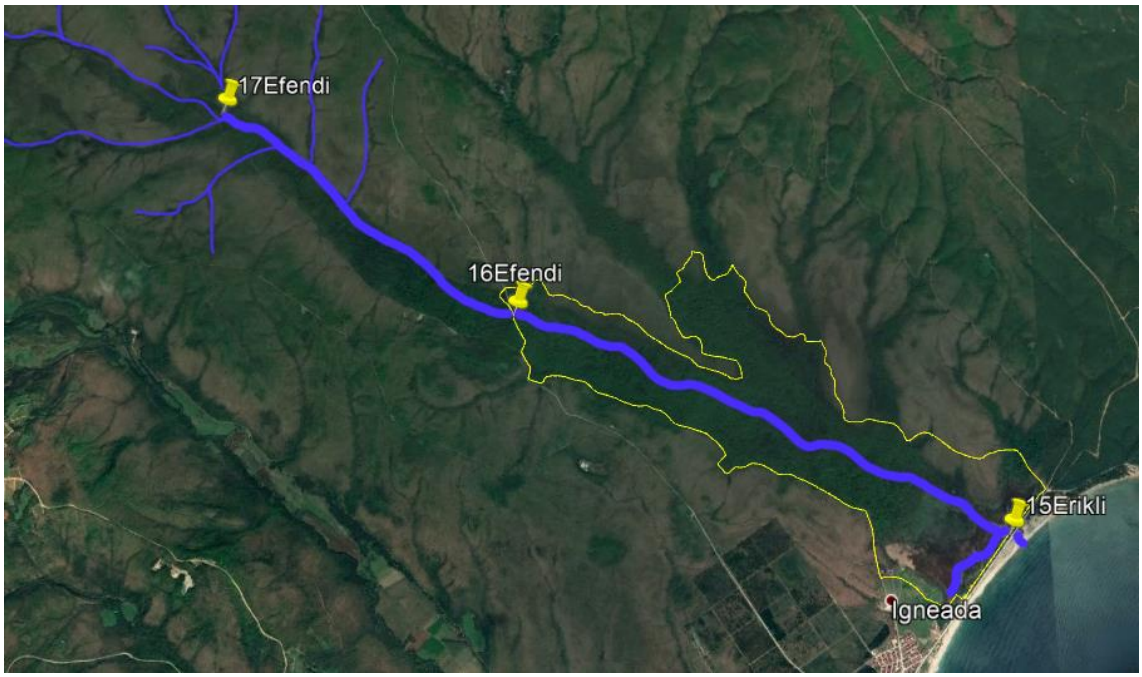


Şekil 8.21. Altın Dere (14A) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Altın Dere (14A) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında mikrobiyolojik yük havzadaki diğer derelerde görülen profile benzer şekilde genel anlamda ilkbahar döneminde artan sonbahar döneminde azalan parabolik bir görüntü çizmektedir. Mikrobiyolojik kültür analizi verilerine göre istasyonun toplam koliform bakteri ve 22°C'de üreyen toplam canlı sayısı azalma eğiliminde iken fekal ve fekal olmayan bakteri grubu ile 37°C'de üreyen toplam canlı sayısı artma eğilimindedir. Derenin genel olarak toplam koliform ve fekal koliform bakteri açısından kalite seviyesi II. sınıftır. Tüm mikrobiyolojik parametreler açısından genel kalite seviyesinin 2021 ilkbahar dönemi hariç değişime uğramadığı göze çarpmaktadır.

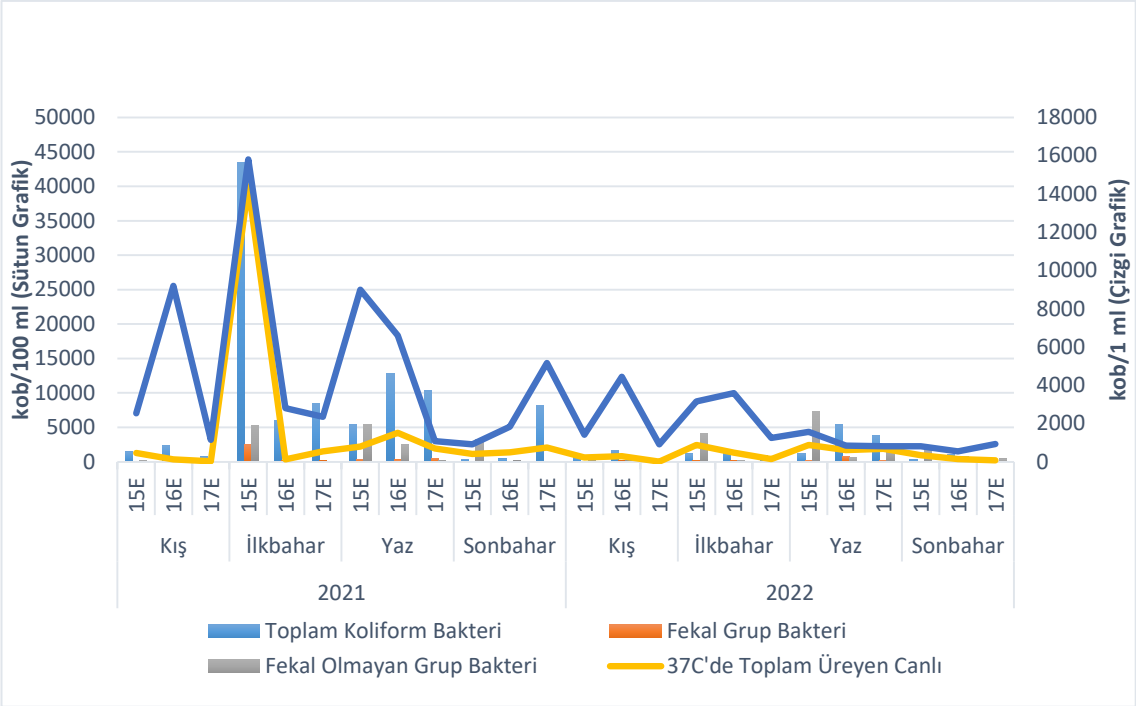
Altın Dere (14A) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında havzadaki diğer derelerde tespit edildiği kadar olmasa da yaz dönemlerinde suyun durgun olmasından ötürü sudaki çözünmüş oksijen miktarında azalmalar olduğu belirlenmiştir. Ancak genel anlamda derenin fizikokimyasal durumunun stabil olduğu görülmektedir. Altın Dere analiz sonuçlarına göre pH, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve renk (436, 525 ve 620 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından genel olarak I. sınıf kaliteye sahiptir.

8.1.4. Efendi Deresi Havzası



Şekil 8.22. Efendi Deresi havzası üzerindeki numune alma noktalarına ait uydu görüntüsü

İğneada beldesinin kuzeyindeki Erikli Gölü'nü de kapsayan Efendi Deresi havzasına ait 2021-2022 yıllarında mevsimsel olarak gerçekleştirilen önceden belirlenmiş istasyonların (Bölüm 6) mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları Şekil 8.23'te gösterilmiştir.

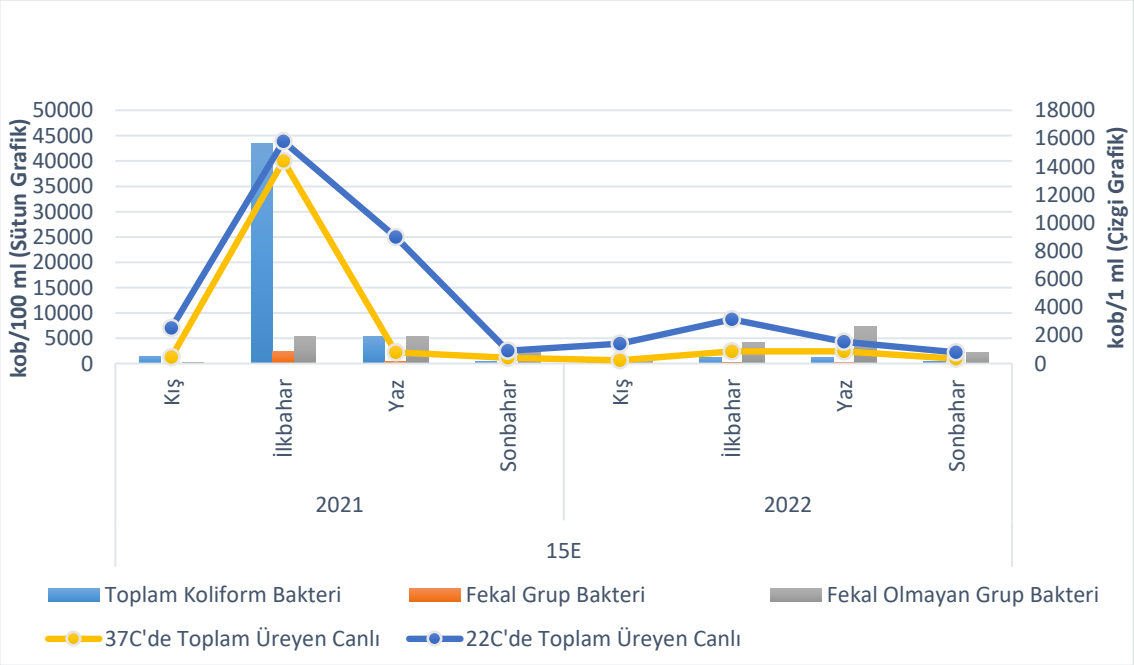


Şekil 8.23. Efendi Deresi havzası mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarının genel gösterimi (Dere akış yönü sırasıyla 17E > 16E > 15E)

Efendi Deresi havzası genelinde mikrobiyolojik kültür sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel olarak ilkbahar dönemlerinde havza üzerinde mikrobiyolojik bir baskı yaşandığı görülmektedir. Efendi Deresi akış yönü doğrultusunda istasyonlar sırasıyla Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E), Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E), Erikli Gölü (15E) şeklinde olup 2021 yılının ilk dönemlerinde mikrobiyolojik yük seviyesinin ağırlıklı olarak 15E istasyonunda, 2022 yılında ise 16E istasyonunda yüksek olduğu gözlenmiştir. 2021 yılının özelikle ilkbahar döneminde Erikli Gölü'nde görülen yüksek miktardaki toplam koliform bakteri seviyesi ileriki dönemlerde azalmış, 2022 yılında ise ortalama seviyelerde seyretmiştir. Daha önce "8.1.3. Çavuşköprü Deresi Havzası" başlığında bahsedildiği üzere 2021 yılı özellikle ilkbahar döneminde Erikli Gölü'nde görülen üreme profili, İğneada'nın güney mevkiisinde bulunan Mert Gölü'nde de oldukça benzerdir. Aynı anda İğneada beldesi çevresindeki iki gölün benzer profil çizmesi mikrobiyal kaynağın antropojen kaynaklı olabileceğini akla getirmektedir. Havza geneline bakıldığında su kalite sınıfının ortalama olarak toplam koliform ve fekal koliform bakteri parametreleri açısından sırasıyla II. ve III. sınıf olduğu görülmektedir.

8.1.4.1. Erikli Gölü (15E)

Erikli Gölü (15E) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-32 ve EK-33'te sunulmuştur. Buna göre 15E istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.24'te gösterilmiştir.



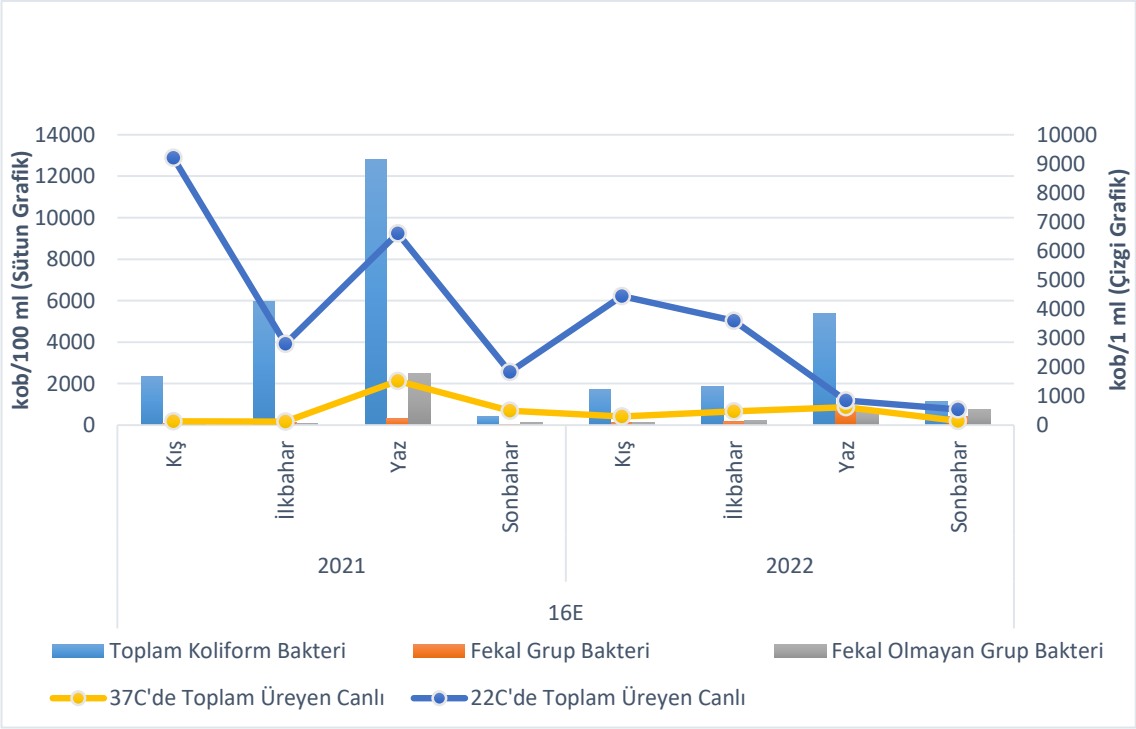
Şekil 8.24. Erikli Gölü (15E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Erikli Gölü (15E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında genel anlamda ilkbahar dönemlerinde diğer mevsimlere göre mikrobiyal artışın yaşandığı görülmektedir. Mert Gölü'ne (11M istasyonu) benzer şekilde 2021 yılı ilkbahar ve yaz dönemlerinde görülen 22°C ve 36°C'de üreyen toplam canlı sayısı, toplam koliform ve fekal bakteri grubu üremeleri tekrarlamamıştır ve diğer dönemlerde mikrobiyal yükün ortalama seviyelerde olduğu gözlenmiştir. 2021 ilkbahar ve yaz dönemlerinde yaşanan bu mikrobiyal yük artışının göl üzerinde farklı olarak antropojen bir baskı meydana geldiğini akla getirmektedir. Erikli Gölü'nde yıllara göre fekal olmayan grup bakteri seviyesi haricinde diğer analizi gerçekleştirilen mikrobiyal parametreler azalış eğilimindedir. Gölün kalite seviyeleri gerek toplam koliform gerekse fekal koliform bakteri açısından genel olarak II. sınıftır. Özellikle 2021 ilkbahar döneminde gölün fekal koliform kalite seviyesinin IV. sınıf olduğu gözlenmiştir.

Erikli Gölü (15E) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında gölün her dönem elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı seviyelerinin çok yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu parametreler bazında genel anlamda gölün kalite seviyesi IV. sınıftır. Diğer yandan gölün her dönem suda çözünmüş oksijen seviyeleri oldukça uygun seviyelerde olduğu ve kalite seviyesinin I. sınıf olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak istasyon ölçümleri sonucuna göre pH ve renk (436 ve 525 nm dalga boyu ölçümleri) parametreleri kış dönemlerinde I. sınıf kaliteye sahip iken yaz dönemlerinde III. sınıfa kadar düşmektedir. 2022 yaz döneminde pH kalitesi IV. sınıfa kadar düştüğü gözlenmiştir. Erikli Gölü'nün 2021 yılında deniz ile bağlantısı kış döneminde açık, ilkbahar döneminde kısmen açık, yaz ve sonbahar döneminde kapalı olduğu; 2022 yılında ise kış ve ilkbahar dönemlerinde kısmen açık olmakla birlikte yaz ve sonbaharda kapalı olduğu gözlenmiştir. Erikli Gölü'nün genel fizikokimyasal profilinin Mert Gölü ile benzer olduğu göze çarpmaktadır.

8.1.4.2. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E)

Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-34 ve EK-35'te sunulmuştur. Buna göre 16E istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.25'te gösterilmiştir.



Şekil 8.25. Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

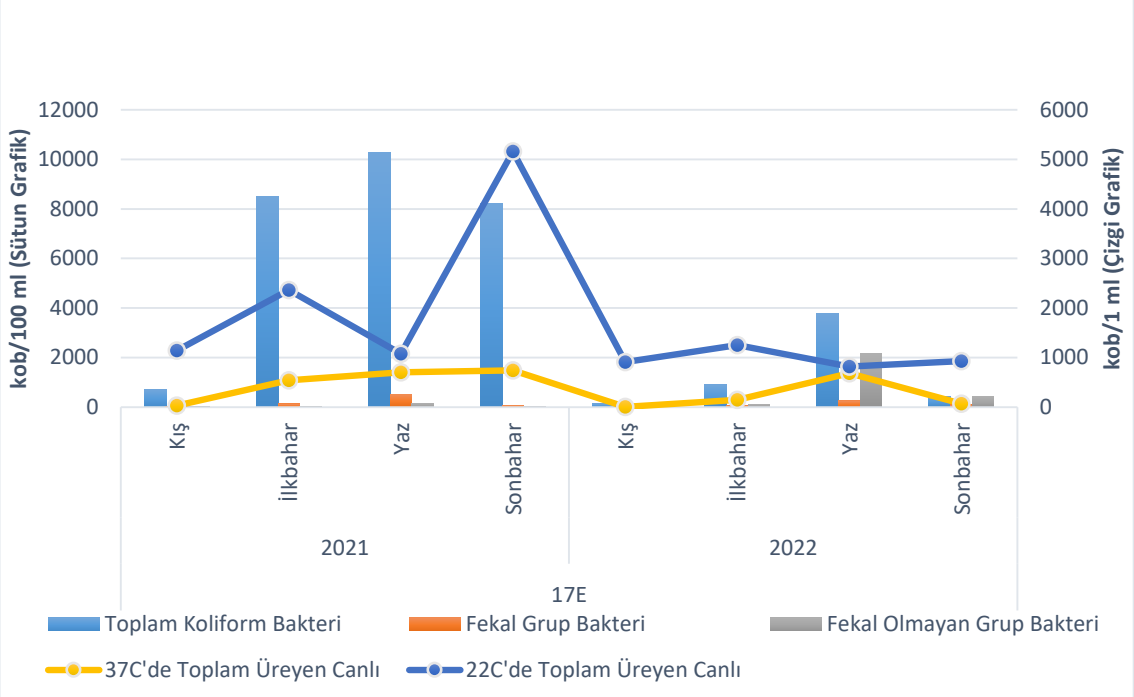
Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonu Efendi Deresi'nin Milli Park sınırlarına girdiği yerde konumlandırılmıştır. 16E istasyonuna ait 2021-2022 yılları mevsimlere göre mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde kış dönemlerinde 22ºC'de üreyen toplam canlı sayısı seviyesinde artış olduğu; toplam koliform, fekal grup bakteri ve fekal olmayan grup bakteri seviyelerinin ise ilkbaharda artmaya başladığı ve yaz döneminde en üst noktaya ulaştığı görülmektedir. Bir önceki numune alma noktası olan Kaynakların Birleşme Noktası (17E) istasyonuna benzer olarak mikrobiyal kültür analiz sonucuna göre istasyondaki 22ºC'de üreyen toplam canlı sayısı ve toplam koliform bakteri seviyeleri zamana dayalı olarak azalış eğiliminde iken diğer parametrelerin eğilimi yatay durumdadır. İstasyonun hem toplam koliform bakteri hem de fekal koliform bakteri açısından kalite seviyeleri genel olarak II. sınıf olduğu belirlenmiştir.

Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında sonbahar-yaz dönemlerinde suyun çok durgun olmasından ötürü sudaki çözünmüş oksijen miktarının kritik seviyelere kadar düştüğü görülmektedir (2021 sonbahar ve 2022 yaz dönemleri sırasıyla LDO 0,41; 0,49 mg/l ve

yüzdesi 3,5; 5,6). Bundan dolayı yaz ve sonbahar dönemlerinde suda çözünmüş oksijen miktarının kalite sınıflandırılmasının III ila IV. sınıf düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Efendi Deresi'nin yoğun olarak vejetasyon altında olmasından ötürü dökülen yapraklar nedeniyle özellikle sonbahar döneminde renk parametresinde bozulma meydana gelmektedir. 2021 sonbahar döneminde suyun da aşırı durgun olmasının verdiği etkiyle derenin renk (436 nm dalga boyu) kalitesi IV. sınıf seviyesine kadar düşmüştür. Bunun yanında istasyonda tespit edilen pH, iletkenlik, toplam çözünmüş katı parametreleri açısından istasyonun kalite seviyesinin genel olarak I. sınıf olduğu belirlenmiştir.

8.1.4.3. Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)

Efendi Deresi - Kaynakların Birleşme Noktası (17E) istasyonunun 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel analiz sonuçları detaylı olarak EK-36 ve EK-37'de sunulmuştur. Buna göre 17E istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları indirgenmiş olarak Şekil 8.26'da gösterilmiştir.



Şekil 8.26. Efendi Deresi - Kaynakların Birleşme Noktası (17E) istasyonunun mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının genel olarak grafiksel gösterimi

Mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre 2021-2022 yıllarında Efendi Deresi - Kaynakların Birleşme Noktası (17E) istasyonunun mikrobiyal yük seviyesi, 22°C'de üreyen toplam canlı sayısı hariç ilkbahar döneminde artıp yaz döneminde en yüksek

seviyelere ulaştıktan sonra akabinde sonbahar döneminde azalan parabolik bir profil göstermektedir. Mikrobiyal kültür analiz sonucuna göre istasyondaki 22ºC'de üreyen toplam canlı sayısı ve toplam koliform bakteri seviyeleri zamana dayalı olarak azalış eğiliminde iken diğer parametrelerin eğilimi yatay durumdadır. İstasyonun hem toplam koliform bakteri hem de fekal koliform bakteri açısından kalite seviyeleri genel olarak II. sınıf olduğu belirlenmiştir.

Efendi Deresi - Kaynakların Birleşme Noktası (17E) istasyonunun fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre yaz dönemlerinde suyun çok durgun olmasından ötürü sudaki çözünmüş oksijen miktarının düştüğü görülmektedir. Bundan dolayı yaz ve sonbahar dönemlerinde suda çözünmüş oksijen miktarının kalite sınıflandırılmasının III ila IV. sınıf düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. İstasyonda tespit edilen iletkenlik miktarı genel anlamda kalite seviyesi açısından II. sınıfa karşılık gelmektedir. Haricinde istasyonun tespit edilen pH, toplam çözünmüş katı ve renk (dalga boyu ölçümleri) parametreleri açısından kalitesinin I. sınıf olduğu belirlenmiştir.

8.2. İğneada Longoz Ormanları Havza ve Alt Havzalarına Ait Su Numunelerinin Mikrobiyolojik Kültür ile Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Genel İstatistkiki Değerlendirmesi

8.2.1. Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarına Göre Numunelerde Benzerlik ve Aykırılıkların Saptanması

İğneada Longoz Ormanları havza ve alt havzalarına 2021-2022 yıllarına ait mevsimsel olarak gerçekleştirilen 18 istasyona ait 144 numunenin toplam koliform, fekal koliform, enterokok(fekal streptokok), *Clostridium perfringens* (vejetatif+spor), *Clostridia* (vejetatif+spor), *Pseudomonas aerguniosa*, 37ºC'de üreyen toplam koloni sayısı, 22ºC'de üreyen toplam koloni sayısı parametreleri kültür analizleri sonuçlarına göre numuneler arasındaki benzerlik ve aykırılıkları belirlemeye yönelik %95 güven aralığında K-Ortalama kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz gerçekleştirilmeden önce varsayımların sağlanması için veriler Z standardına dönüştürülmüştür. Parametreler bazında sonuç dağılımlarının daha iyi anlaşılabilmesi için 5 adet kümeleme yapılması öngörülmüştür. ANOVA analizi sonucuna göre K-Ortalama kümeleme analizine dahil edilen mikrobiyolojik kültür analizi sonuçlarından *Clostridia* (vejetatif+spor) parametresi

hariç diğer parametreler istasyonlar bazında anlamlı bir ayırıcıdır ($p<0,05$; *Clostridia* (vejetatif+spor) $p>0,05$). Çalışma kapsamında parametreler bazında ortalama seviyelerde üreme gösteren 137 analiz sonucu 3. kümede iken; ortalamaya göre 1. kümede 1 numune, 2. kümede 1 numune, 4. kümede 5 numune ve 5. kümede ise 1 numune olmak üzere toplamda 7 numune aykırılık göstermektedir (Çizelge 8.1).

Çizelge 8.1. K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre kümelere ait genel bilgiler

	1.Küme	**2.Küme**	**3.Küme**	**4.Küme**	**5.Küme**
Numune Sayısı	1	1	137	4	1
İstasyon ve Dönem	12Ç (2022-Yaz)	9B (2021-İlkbahar)	Ortalama seviyede üreme görülen istasyonlar ve dönemler	• 9B (2021-Yaz) • 9B (2022-Kış) • 9B (2022-İlkbahar) • 9B (2022-Sonbahar)	9B (2022-Yaz)
Toplam numune sayısı=144					

K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarının numuneleri kümelere ayırıcı özellikleri Çizelge 8.2'de sunulmuştur.

Çizelge 8.2. K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre mikrobiyolojik parametrelerin küme ayırıcı özellikleri

Analiz Sonucu*	**1.Küme**	**2.Küme**	**3.Küme**	**4.Küme**	**5.Küme**
Toplam Koliform	8,97390	2,23259	-,14442	1,48683	2,63145
Fekal Koliform	11,24818	1,50766	-,14133	1,36615	1,14210
Enterokok (Fekal Streptokok)	1,18792	3,40663	-,17860	4,77114	,78855
Clostridium perfringens (vejetatif+spor)	4,30903	9,33717	-,15932	1,82803	,86872
Clostridia (vejetatif+spor)	1,97735	,23419	-,01733	,03704	,01422
Pseudomonas aerguniosa	-,13638	,05653	-,10188	,64975	11,43849
37^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı	10,30935	,60958	-,13023	,86386	3,46707
22^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı	11,02231	,56664	-,11604	,59754	1,91903

*Z değerine göre

Çizelge 8.2 değerlerine göre 3. küme skorları ortalama 144 numunenin 137'sinin skorunu içererek mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına göre ortalama seviyeleri ifade etmektedir. Buna göre; 1. kümeye dağılmış olan 12Ç (2022-Yaz) numune sonuçları 3.

kümeye göre toplam koliform, fekal koliform, 37ºC'de üreyen toplam koloni sayısı, 22ºC'de üreyen toplam koloni sayısı parametreleri açısından artış yönünde oldukça saptığını göstermektedir. 2. kümeye dağılan 9B (2021-İlkbahar) numune sonuçları ise *Clostridium perfringens (vejetatif+spor)* açısından artış yönünde yüksek miktarda sapma göstermekte olup toplam koliform, fekal koliform ve entorokok(fekal streptokok) parametresi açısından sapma seviyesi daha düşüktür. 4. kümeye dağılmış olan 9B istasyonuna ait 4 numune sonucu, ortalamaya göre enterokok parametresi açısından artış yönünde yüksek miktarda sapma göstermiştir. Son olarak 5. kümeye dağılmış olan 9B (2022-Yaz) numunesine ait sonuçlar ortalamaya göre *Pseudomonas aerguniosa* parametresi açısından oldukça yüksek seviyede artış olarak sapma göstermişken; 37ºC'de üreyen toplam koloni sayısı, toplam koliform ve fekal koliform parametreleri açısından düşük seviyede sapmıştır. Kümelere ait 100 ml numunede üreme gösteren koloni bakteri ortalamaları Çizelge 8.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 8.3. K-Ortalama kümeleme analizi sonucuna göre kümelere ait 100 ml'de ortalama koloni bakteri verileri.

Küme	***T. Koliform***	***F. Koliform***	***Enterokok***	***C. perfringens (v+s)***	***Clostridia (v+s)***	***P. aeruginosa***	***37ºC ÜKS***	***22ºC ÜKS***
1	168000	97000	720	350	5880	0	116500	278000
2	48000	14400	1720	730	1680	10	10320	22560
3	5687,58	416,48	104,09	12,31	1074	1,79	2221,57	5881,55
4	34725	13200	2335	162,50	1205	40,75	13103,50	23315
5	55100	11300	540	90	1150	600	41600	55600
Toplam	8258,32	1614,99	184,59	24,35	1115,75	7,07	3647,15	8716,62

8.2.2. Mikrobiyolojik Kültür ile Fizikokimyasal Analiz Sonuçları Arasındaki İlişkinin İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi

İğneada Longoz Ormanları havza ve alt havzalarına ait su numunelerinin mikrobiyolojik kültür ile fizikokimyasal analiz sonuçları (EK 2-37) arasındakı ilişkiyi saptamaya yönelik %95 güven aralığında korealasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle verilerin dağılımlarının normal dağılımlı olmadığı tespit edilmiştir (Shapiro-Wilk $p<0,05$). Bundan dolayı istasyonlardan elde edilen analiz sonuçları arasındaki ilişkinin saptanması maksadıyla Spearman sıra korealasyonu analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna ait veriler Çizelge 8.4'te sunulmuştur.

Çizelge 8.4. Mikrobiyolojik Kültür ile Fizikokimyasal Analiz Sonucu Korealasyon Tablosu

Parametre		Su Sıcsklığı (ºC)	pH	ORP	LDO(mg/l)	LDO(%)	İletkenlik	Toplam Çözünmüş Katı	Toplam Alkalinite	Bulanıklık	Renk(Pt-Co)	Renk (436 nm)	Renk (525 nm)	Renk (620 nm)
Toplam Koliform	p	**,502**	,206	,084	**-,341**	-,098	,255	,255	,247	-,122	-,007	,026	-,036	-,139
	r	**,000**	,013	,317	**,000**	,243	,002	,002	,003	,145	,937	,754	,667	,096
Fekal Koliform	p	,292	-,067	,095	-,196	-,074	,135	,135	,207	,289	,250	,274	,263	,264
	r	,000	,425	,256	,019	,379	,106	,106	,013	,000	,003	,001	,001	,001
Enterokok (Fekal Streptokok)	p	**,426**	-,064	,158	**-,423**	-,220	,161	,161	,219	,125	,095	,114	,091	,062
	r	**,000**	,449	,059	**,000**	,008	,054	,054	,008	,135	,255	,175	,279	,459
Clostridium perfringens (vejetatif+spor)	p	,305	-,026	,048	-,128	,041	,158	,158	,158	,200	,150	,209	,176	,161
	r	,000	,754	,566	,128	,630	,058	,059	,058	,016	,074	,012	,035	,054
Clostridia (spor)	p	**,441**	,099	,085	-,215	-,041	**,413**	**,413**	,271	,266	**,355**	**,447**	**,364**	,279
	r	**,000**	,237	,311	,010	,622	**,000**	**,000**	,001	,001	**,000**	**,000**	**,000**	,001
Clostridia (vejetatif+spor)	p	**,580**	,227	-,144	**-,347**	-,095	**,619**	**,619**	**,538**	**,394**	**,432**	**,478**	**,412**	**,364**
	r	**,000**	,006	,085	**,000**	,256	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**
Pseudomonas aerguniosa	p	,051	-,113	,248	-,039	-,032	,025	,026	-,064	-,049	-,028	,011	,020	-,097
	r	,540	,177	,003	,642	,701	,768	,761	,447	,562	,737	,899	,814	,246
37 ºC'de üreyen toplam koloni sayısı	p	**,515**	,252	-,034	**-,463**	-,204	,319	,319	,357	,011	,057	,085	,052	,000
	r	**,000**	,002	,687	**,000**	,014	,000	,000	,000	,897	,497	,311	,536	,997
22 ºC'de üreyen toplam koloni sayısı	p	,273	,051	,117	**-,333**	-,187	,046	,046	,063	,055	,130	,102	,053	,044
	r	,001	,540	,164	**,000**	,025	,583	,585	,455	,513	,121	,224	,528	,603
Fekal Grup	p	**,358**	-,073	,111	-,283	-,118	,144	,144	,216	,241	,225	,239	,225	,221
	r	**,000**	,382	,186	,001	,157	,084	,085	,009	,004	,007	,004	,007	,008
Fekal Olmayan Grup	p	**,578**	,227	-,144	**-,346**	-,096	**,618**	**,618**	**,538**	**,395**	**,432**	**,479**	**,412**	**,364**
	r	**,000**	,006	,085	**,000**	,250	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**	**,000**
Spearman Sıra Korelasyonu Analizi, n=144														

Spearman sıra korelasonu analiz sonuçları detaylı olarak incelendiğinde toplam koliform ve enterokok paramatrelerinin suda çözünmüş oksijen miktarı ile aralarında ters yönlü orta seviyede bir korelasyon olduğu görülmektedir. *Clostridia* spor ve vejetatif+spor parametreleri ile numunelerin renk, iletkenlik ve toplam çözünmüş katı parametreleri arasında ise orta ila yüksek seviye arasında pozitif bir ilişki olduğu, ayrıca farklı dalga boylarında ölçülen renk parametreleri ile de pozitif yönlü korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. *P. aeruginosa* ve suyun oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) arasında düşük seviyede anlamlı pozitif ilişki olmakla birlikte, benzer ilişki fekal koliform bakteri verisi ile suyun bulanıklığı ve rengi arasında gözlenmiştir. Genel olarak "7.6.1. Temel Bileşenler Analizi (TBA) İle Verilerin İndirgenmesi" başlığında değişken indirgenmesi sonucu bulunan "fekal grup bakteri" ve "fekal olmayan grup bakteri" verileri ile fizikokimyasal analiz sonuçları arasındaki korelasyon ilişkisi incelendiğinde fekal grup bakteri verileri ile fizikokimyasal analiz sonuçları arasında anlamlı bir güçlü ilişki olmadığını, ancak fekal olmayan grup bakteri verileri ile iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve toplam alkalinite verileri arasında orta seviyede pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Suyun sucaklığının genel olarak çoğu mikrobiyolojik parametre üzerinde etkisi olduğu gözlenmiştir. Özellikle toplam koliform, *Clostridia* (spor, vejetatif+spor), enterokok, 37^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı ile aralarında orta seviyede spozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. *P. aeruginosa* parametresiyle ise su sıcaklığı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Fekal olmayan grup bakterilerin fekal grup bakterilere göre su sıcaklığı ile arasındaki ilişki seviyesi pozitif yönlü olarak daha şiddetli olduğu gözlenmiştir.

İstasyonlardan elde edilen mikrobiyolojik kültür ve fizikokimyasal analiz sonuçlarının 2021 ve 2022 yılları arasında %95 güven aralığında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenebilmesi maksadıyla bir non-parametrik test olan Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiştir (Verilerin çoğunluğu normal dağılmamaktadır). Test sonucuna göre; 2021-2022 yılları arasında bütün istasyonlar için mikrobiyolojik kültür parametrelerinden toplam koliform bakteri analizi verileri anlamlı bir şekilde azalmış iken; fizikokimyasal parametrelerden pH verileri azalmış, renk (620 nm) ölçüm verileri ise artmıştır ($p<0,05$). Diğer parametre verileri için ise genel anlamda yıllara göre anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

8.3. İğneada Longoz Ormanları Havza ve Alt Havzalarına Ait Su Numunelerinin Moleküler Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları sahasında Bölüm 6'da belirtilmiş istasyonlardan alınan numunelere kaynağa yönelik 16S rRNA genlerini hedefleyen *Bacteroidales* tespitinin yapılması maksadıyla "7.4. kPZR Yöntemi ile Moleküler Analizlerin Gerçekleştirilmesi" başlığında detayları verilen metot kapsamında moleküler analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarını içeren detaylı veriler, EK'lerde (2-37) sunulan istasyonlara ait sonuçlarda gösterilmiştir.

kPZR çalışmalarında referans olarak kullanılan standart eğrilere ait grafikler EK-38'de sunulmuştur. Standart eğrilere ait verim, eğim ve kesişim bilgileri Çizelge 8.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 8.5. kPZR çalışmalarında referans olarak kullanılan standart eğrilere ait sayısal veriler

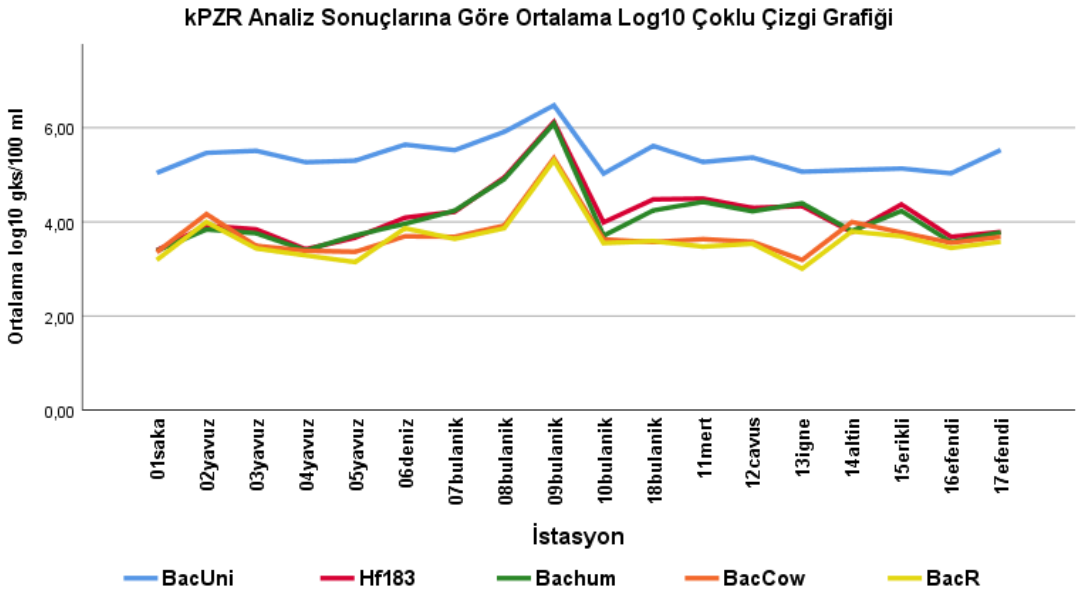
Analiz Çalışması (Assay)	***kPZR Verimi % (R^2)***	***Eğim***	***Kesişim***
BacUni	99,6	-3,3323	36,192
HF183	103,9	-3,2325	35,509
Bachum	102,2	-3,2697	36,567
BacCow	103,6	-3,2376	36,004
BacR	99,5	-3,3331	37,344

Çizelge 8.5'te gösterildiği üzere PZR verimleri (R^2) universal primer olan BacUni için yüzde 99,6; insan kaynaklı MKT primerleri olan HF183 ve Bachum için sırasıyla yüzde 103,9 ve 102,2; büyükbaş hayvan kaynaklı MKT primerleri olan BacCow ve BacR için ise sırasıyla yüzde 103,6 ve 99,5'tir. Buna göre insan ve büyükbaş hayvan MKT için Bachum ve BacR yöntemlerinin verimlerinin HF183 ve BacR'ye göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Vadde ve arkadaşlarının (2018) göl suyu numunelerinde gerçekleştirdiği benzer bir çalışmada PZR verimlerinin BacUni için yüzde 100, Bachum için 102, HF183 için 99,7 ve BacCow için ise 100,3 olduğunu belirlenmiştir. Atık su tesisleri numunelerinde gerçekleştirilen farklı bir çalışmada ise PZR verimlerinin BacUni için yüzde 98, Bachum için 95, BacCow için ise 98 olduğu ifade edilmiştir (Kildare vd., 2007). Sonuç olarak elde edilen PZR verimleri farklı coğrafyalarda gerçekleştirilen moleküler MKT analiz verimleri ile benzerlik göstermektedir. Primerlerin ölçüm aralıkları ise numunelere göre 5-10^7 arasında değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 8.6. İğneada Longoz Ormanları havza ve alt havzalarının su örneklerinde MKT yöntemlerinin mevsimsel olarak tespit frekansları

Mevsim	Numune Sayısı	Pozitif Numune Sayısı (%)				
		BacUni (Universal)	*HF183 (İnsan)*	*Bachum (İnsan)*	*BacCow (Büyükbaş Hayvan)*	*BacR (Büyükbaş Hayvan)*
Kış	36	36 (100)	34 (94,4)	33 (91,6)	31 (86,1)	29 (80,5)
İlkbahar	36	36 (100)	35 (97,2)	35 (97,2)	34 (94,4)	31 (86,1)
Yaz	36	36 (100)	36 (100)	36 (100)	36 (100)	36 (100)
Sonbahar	36	36 (100)	34 (94,4)	32 (88,8)	32 (88,8)	31 (86,1)
Toplam	144	144 (100)	139 (96,5)	136 (94,4)	133 (92,3)	127 (88,1)

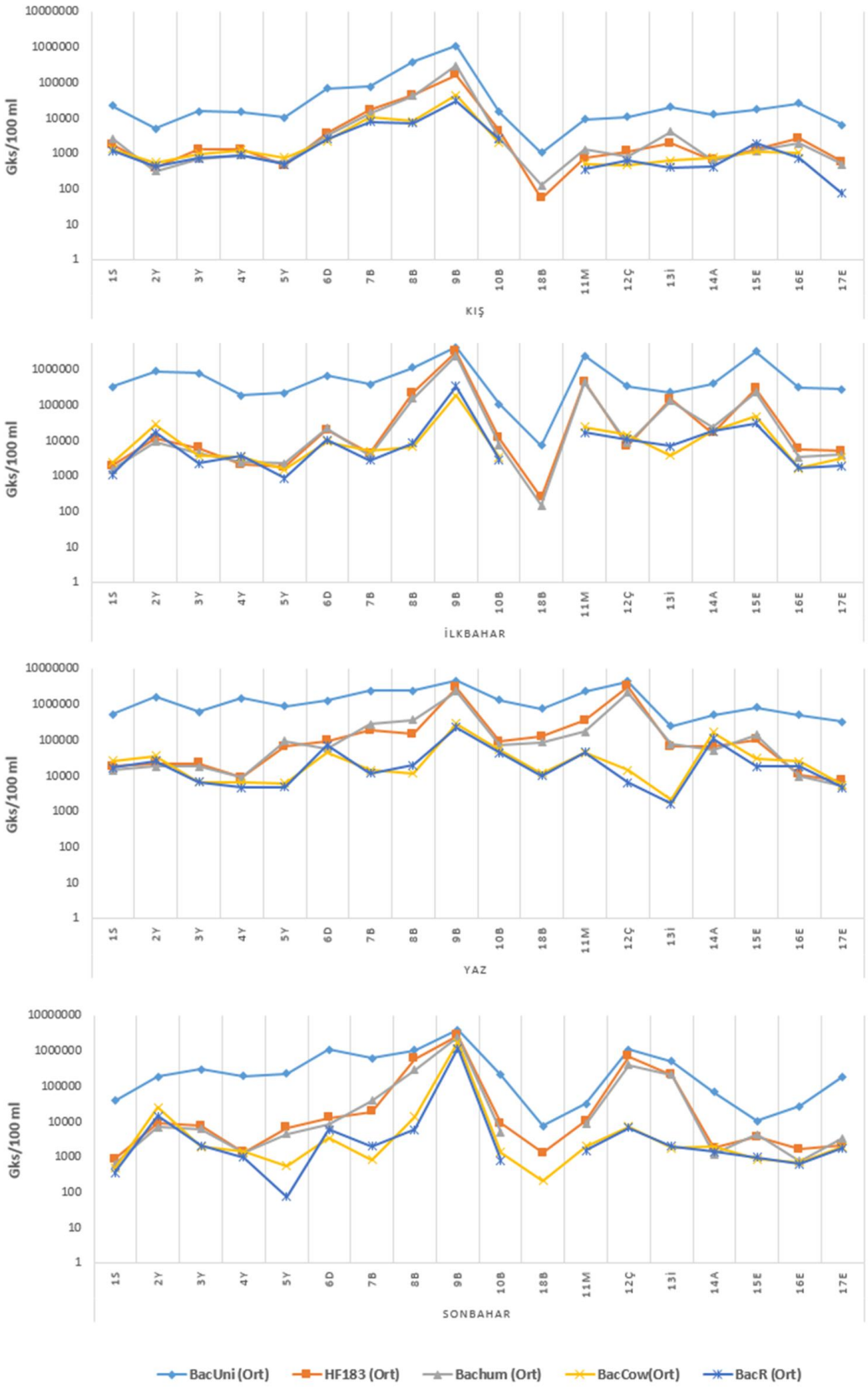
Gerçekleştirilen kPZR analizlerine göre istasyonlara ait 2021-2022 yılları geneli $\log_{10}$ genom kopya sayısı (gks) ortalamalarına ait veriler Şekil 8.27'de gösterilmiştir.



Şekil 8.27. İstasyonlara ait 2021-2022 yılları genel $\log_{10}$ genom kopya sayısı (gks) ortalamalarına ait çizgi grafiği

Şekil 8.27'de de görüldüğü üzere 2021-2022 yıllarında tüm mevsimlerin ortalaması bazında 9B istasyonunda görülen insan kaynaklı *Bacteroidales* 16S rRNA gen miktarı araştırma sahası kapsamındaki diğer istasyonlara göre oldukça yüksektir. Bununla birlikte genel anlamda İğneada Longoz Ormanları havza ve alt havzalarında insan kaynaklı fekal baskının büyükbaş hayvana göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ancak antropojen kaynaklara mesafe olarak daha uzak konumda olan istasyonlarda (1S, 4Y, 16E ve 17E gibi) genel anlamda insan ve büyükbaş hayvan kaynaklı tespit edilen *Bacteroidales* 16S rRNA gen miktarının benzer olduğu da göze çarpmaktadır. Bu durumda yerleşim yerlerine yakınlaştıkça havzalardaki su kaynaklarının antropojen bir fekal baskıya maruz kaldığı söylenebilir. Bulanık Deresi ana havzası, Yavuz Deresi alt havzası, Çavuşköprü Deresi havzası ve Efendi Dere havzasının genel durumları değerlendirildiğinde mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına benzer şekilde Bulanık Deresi'nde en yüksek miktarda insan kaynaklı *Bacteroidales* 16S rRNA genlerinin saptandığı görülmektedir.



Şekil 8.28. Mevsimlere göre istasyonlara ait ortalama kPZR analiz sonuçları

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzalardaki istasyonlara ait mevsimsel ortalama kPZR analiz sonuçlarına göre Bulanık Deresi'nin Demirköy çıkışı istasyonunda (9B) her mevsim yüksek oranda hem insan hem de büyükbaş hayvan kaynaklı *Bacteroidales* 16S rRNA genlerine saptanmıştır. Bununla birlikte Çavuşköprü Deresi istasyonunda da (12Ç) yaz ve sonbahar dönemlerinde yüksek oranda insan kaynaklı mikrobiyal yük tespit edilmiştir. Genel olarak Bulanık Deresi'nin alt kolu üzerindeki kaynağa yakın konumda olan 18B istasyonunda ise hem insan hem de büyükbaş hayvan kaynaklı mikrobiyal yük diğer istasyonlara göre daha düşük seviyededir.

8.3.1. kPZR Analiz Sonuçları ile Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçları Arasındaki İlişkinin İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzalardaki istasyonlara ait mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları ile kPZR analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik %95 güven aralığında korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Veriler standardize edilmemiş sayısal değerler olarak analize alınmış olup dağılımları normal değildir ($p<0,05$). Verilerin dağılımlarının normal olmamasından ötürü aralarındaki korelasyon ilişkisini saptamak maksadıyla Spearman sıra korealasyonu analizi gerçekleştirilmiştir. kPZR ölçümlerine göre analiz sonucu TSA olan veriler standart eğrilere göre hesaplanmış olan en düşük veri olan 5 gks/100 ml olarak belirtilmiştir.

Çizelge 8.7. kPZR ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında gerçekleştirilen Spearman sıra korelasyonu analizine ait veriler

Mikrobiyolojik Analiz Parametresi	BacUni r*	HF183 r*	Bachum r*	BacCow r*	BacR r*
Toplam Koliform	**,862**	,692	,718	,735	,730
Fekal Koliform	,698	**,861**	**,843**	,705	,712
Enterokok (Fekal Streptokok)	,710	,731	,728	,684	,688
Clostridia (vejetatif+spor)	,649	,748	,748	,670	,681
Clostridia (spor)	,578	,645	,635	,506	,521
Clostridium perfringens (vejetatif+spor)	,574	,610	,599	,543	,561
Pseudomonas aeruginosa	,343	,312	,312	,358	,377
37 °C'de üreyen toplam koloni sayısı	**,816**	,732	,729	,673	,672
22 °C'de üreyen toplam koloni sayısı	,678	,596	,602	,583	,605
Fekal Grup	,737	**,864**	**,851**	,724	,732
Fekal Olmayan Grup	,579	,647	,637	,508	,523

**n=144, tüm parametreler için p<0,001*

kPZR ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi %95 güven aralığında saptamaya yönelik gerçekleştirilen Spearman sıra korelasyonu analizi sonuçlarına göre (Çizelge 8.7) istasyonlardan elde edilen mikrobiyolojik kültür parametrelerinden fekal koliform ve "fekal grup bakteri" parametre verileri ile insan kaynaklı MKT yöntemleri olan HF183 ile Bachum arasında yüksek derecede pozitif yönlü korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte benzer şekilde genel fekal *Bacteroidales* 16S rRNA genlerini tespit etmeye yönelik çalışılan BacUni yöntemi ile toplam koliform parametresi ve 37^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı arasında da yüksek derecede pozitif yönlü korelasyon saptanmıştır. Büyükbaş hayvan kaynaklı *Bacteroidales* 16S rRNA genlerinin takibinde kullanılan BacCow ve BacR yöntemleri verileri ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında da pozitif yönlü anlamlı bir korelasyon ilişkisi olmakla birlikte insan kaynaklı MKT yöntemleri kadar ilişkilerinin kuvvetli olmadığı belirlenmiştir.

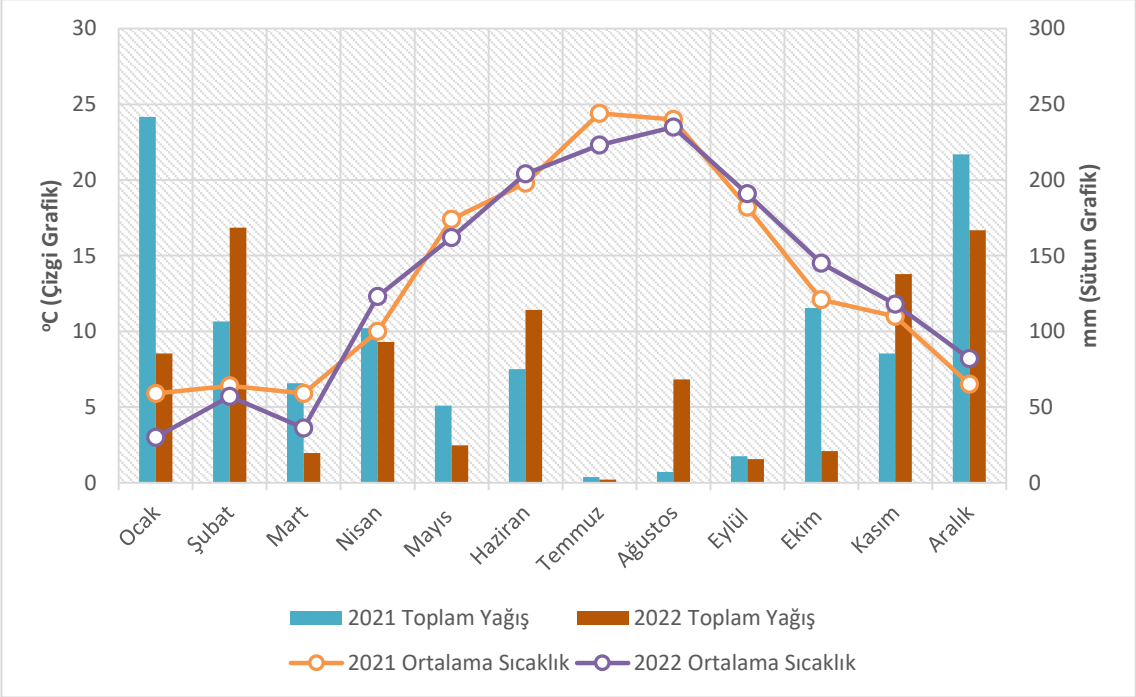
8.4. İğneada Longoz Ormanları Araştırma Sahasının 2021-2022 Yıllarındaki İklim Elemanlarına Ait Verilerin Değerlendirilmesi

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları kapsayan araştırma sahasının 2021-2022 yılları aylık ortalama sıcaklık (^{o}C), toplam yağış (mm) verileri Çizelge 8.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8.8. Araştırma sahasının 2021-2022 yılları aylık ortalama sıcaklık (^{o}C) ve toplam yağış (mm) verileri

	2021		2022	
Ay	**Ortalama Sıcaklık (^{o}C)**	**Toplam Yağış (mm)**	**Ortalama Sıcaklık (^{o}C)**	**Toplam Yağış (mm)**
Ocak	5,9	241,7	3	85,3
Şubat	6,4	106,6	5,7	168,5
Mart	5,9	65,6	3,6	19,6
Nisan	10	102	12,3	92,9
Mayıs	17,4	50,8	16,2	24,7
Haziran	19,8	75,1	20,4	114,2
Temmuz	24,4	3,7	22,3	2
Ağustos	24	7,1	23,5	68,2
Eylül	18,2	17,4	19,1	15,6
Ekim	12,1	115,4	14,5	20,8
Kasım	11	85,3	11,8	137,9
Aralık	6,5	217	8,2	166,8

İklim profilinin daha kolay anlaşılabilmesi maksadıyla Çizelge 8.8'deki aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri Şekil 8.29'da görselleştirilmiştir.



Şekil 8.29. Araştırma sahasının 2021-2022 yılları aylık ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) verilerinin görselleştirilmiş sunumu

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları kapsayan sahanın 2021-2022 yılları aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri, "4.5. Bölgenin İklim Elemanlarına Ait Uzun Süreli Veriler" başlığında sunulan uzun süreli veriler ile benzer bir profil göstermektedir. Nitekim araştırma sahasında 2021 yılında yağışların daha çok kış ve bahar aylarında olduğu, 2022 yılında ise yaz döneminde bir önceki yıla göre daha sık yağışların yaşandığı görülmektedir.

Elde edilen aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine istinaden numunenin alındığı dönemi kapsayan 2021-2022 yılları mevsimlere göre ortalama sıcaklık(°C), toplam yağış(mm) Çizelge 8.9'da gösterilmiştir. 2021 kış dönemi hesaplaması yapılırken 2020 yılının Aralık ayının verileri hesaba dahil edilmiştir. Kırklareli Demirköy'e ait 2020 yılı Aralık aylık sıcaklık ortalaması MGM'ye göre 7,8 °C olup toplam yağış miktarı ise 57,8 mm'dir.

Çizelge 8.9. Araştırma sahasının 2021-2022 yılları mevsimlere göre ortalama sıcaklık (ºC) ve toplam yağış (mm) verileri (2020 Aralık dahil)

Yıl	*Mevsim*	*Ortalama Sıcaklık (ºC)*	*Toplam Yağış (mm)*
2021	*Kış*	6,7	406,1
	İlkbahar	11,1	218,4
	Yaz	22,73	86,5
	Sonbahar	13,76	72,7
2022	*Kış*	5,06	470,8
	İlkbahar	10,7	137,2
	Yaz	22,06	184,4
	Sonbahar	15,13	174,3

8.4.1. İklim Elemanlarına Ait Veriler ile İstasyonlara Ait Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarının İlişkisinin İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları kapsayan araştırma sahasının 2021-2022 yılları mevsimlere göre ortalama sıcaklık(ºC), toplam yağış(mm) verileri ile istasyonlardan elde edilen mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları (EK 2-37) ve "7.6.1. Temel Bileşenler Analizi (TBA) İle Verilerin İndirgenmesi" başlığında belirtilen indirgenmiş değişkenler olan fekal ve fekal olmayan grup bakteri verileri arasındaki ilişki %95 güven aralığında korelasyon analizi ile test edilmiştir. Analize ölçüm anında nitel olarak 1-5 arasında değerlendirilen su yüksekliği verileri de dahil edilmiştir. Analize alınacak sayısal verilerin normal dağılımlı olmaması ve ayrıca su yüksekliği verisinin sıralı (ordinal) olmasından ötürü Spearman sıra korelasyonu analizinden yararlanılmıştır.

Çizelge 8.10. İklim verileri ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında gerçekleştirilen Spearman sıra korelasyonu analizine ait veriler

Parametre	***İstatiksel Katsayı***	***Ortalama Sıcaklık (°C)***	***Toplam Yağış (mm)***	***Su Yüksekliği (Nitel)***
Su Yüksekliği (Nitel)	r	**-,719**	,387	1,000
	p	**,000**	,000	.
Toplam Koliform	r	,419	-,372	-,360
	p	,000	,000	,000
Fekal Koliform	r	,286	-,232	-,170
	p	,001	,005	,042
Enterokok (Fekal Streptokok)	r	,490	-,444	-,398
	p	,000	,000	,000
Clostridium perfringens (vejetatif+spor)	r	,186	-,164	-,150
	p	,026	,050	,073
Clostridia (spor)	r	,332	-,386	-,138
	p	,000	,000	,099
Clostridia (vejetatif+spor)	r	**,611**	**-,506**	-,355
	p	**,000**	**,000**	,000
Pseudomonas aerguniosa	r	,096	-,203	-,098
	p	,253	,015	,241
37 °C'de üreyen toplam koloni sayısı	r	**,637**	-,494	-,488
	p	**,000**	,000	,000
22 °C'de üreyen toplam koloni sayısı	r	,403	-,291	-,420
	p	,000	,000	,000
Fekal Grup	r	,380	-,311	-,289
	p	,000	,000	,000
Fekal Olmayan Grup	r	**,612**	**-,505**	-,355
	p	**,000**	**,000**	,000
Tüm analizler için n=144				

Çizelge 8.10 verileri ışığında İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaların bulunduğu sahanın 2021-2022 yılları mevsimsel ortalama sıcaklığı (°C) ile su yüksekliğinin arasında beklenildiği üzere anlamlı bir şekilde kuvvetli ters yönlü bir korelasyon ilişkisi vardır. Bununla birlikte su yüksekliği ile 2021-2022 yılları mevsimsel toplam yağış miktarı (mm) arasında zayıf ila orta derecede pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur.

Mikrobiyolojik kültür analiz verileri ile iklim verileri arasında genel çerçevede zayıf ila orta derecede anlamlı negatif ya da pozitif ilişkilerin olduğu ($0,001<r<0,5$; $p<0,05$) gözlenmektedir. Ancak mevsimsel ortalama sıcaklık (°C) ile *Clostridia* (vejetatif+spor), 37 °C'de üreyen toplam koloni sayısı ve fekal olmayan grup bakteri verileri arasında orta ile kuvvetli derecede pozitif yönlü ilişki saptanmıştır. Bununla

birlikte *Clostridia* (vejetatif+spor) ve fekal olmayan grup bakteri verisi ile mevsimsel toplam yağış miktarı (mm) verisi arasında da benzer bir ilişki bulunmaktadır. Haricinde genel anlamda fekal grup bakteri verileri mevsimsel ortalama sıcaklık (^oC) ile zayıf dereceli pozitif yönlü; mevsimsel toplam yağış miktarı (mm) verisi ile de yine zayıf dereceli negatif yönlü korelasyon ilişkisi göstermektedir. Bunun yanında *Clostridium perfringens* (vejetatif+spor) verisi ile mevsimsel toplam yağış miktarı (mm) verisi arasında, *Pseudomonas aerguniosa* verisi ile mevsimsel ortalama sıcaklık (^oC) ve su yüksekliği (nitel) arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi mevcut değildir. Ağırlıklı olarak çevresel kökenli olan *Clostridia* (vejetatif+spor) ve fekal olmayan grup bakteri verilerinin iklim parametreleri verileri ile arasında saptanan yüksek korelasyon ilişkisinin olağan olduğu bu da gerçekleştirilen istatiksel analiz sonuçlarının tutarlı olduğuna kanaat getirmektedir.

Mevsimlere göre ortalama sıcaklık(^oC), toplam yağış(mm) verileri ile istasyonlardan elde edilen fekal grup bakteri verisi üzerindeki etkisi %95 güven aralığında çoklu doğrusal regresyon analizi ile test edilmiştir. Bağımsız değişkenler olan mevsimsel ortalama sıcaklık ve toplam yağışı verileri ile bağımlı değişken olan fekal grup bakteri verisi sayısal değerler olup analizin varsayımları sağlanmaktadır. Gerçekleştirilen regresyon analizi sonucuna göre araştırma sahasının mevsimsel ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin, istasyonlardan elde edilen fekal grup bakteri verileri için anlamlı birer yordayıcı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$; $R^2=0,149$).

Sonuç olarak her ne İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları kapsayan araştırma sahasının 2021-2022 yılları mevsimlere göre ortalama sıcaklık(^oC), toplam yağış(mm) verileri ile istasyonlardan elde edilen mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında %95 güven aralığında korelasyon ilişkisi bulunuyor olsa da fekal grup bakteri verilerinin dağılımında iklimsel faktörlerin etkisinin kuvvetli olduğu düşünülmemektedir.

8.4.2. İstasyonlara Ait Mikrobiyal Kültür ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Mevsimlere Göre Dağılımlarının İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzalardaki istasyonlara ait mikrobiyolojik kültür ve fizikokimyasal parametrelerin analiz sonuçlarının mevsimlere göre dağılımını belirlemeye yönelik %95 güven aralığında non-parametrik test olan

Kruskal-Wallis testi gerçekleştirilmiştir (Veriler normal dağılmamaktadır). Buna göre H_o hipotezi "Parametre analiz sonuçlarının mevsimlere göre dağılımları arasında anlamlı bir farklılık yoktur." şeklinde kurulmuş olup $p<0,05$ durumunda H_o reddedilmiştir. Gerçekleştirilen Kruskal-Wallis testi verileri Çizelge 8.11'de belirtilmiştir.

Çizelge 8.11. İstasyonlara ait mikrobiyolojik kültür ve fizikokimyasal parametrelerin analiz sonuçlarının mevsimlere göre dağılımını gösterir Kruskal-Wallis testi tablosu

Parametre	***Genel Skor (p)***	***Kış-Sonbahar (p)***	***Kış-İlkbahar (p)***	***Kış-Yaz (p)***	***Sonbahar-İlkbahar (p)***	***Sonbahar-Yaz (p)***	***İlkbahar-Yaz (p)***
Toplam Koliform	**<0,001**	0,414	**<0,001**	**<0,001**	**0,009**	**<0,001**	1,000
Fekal Koliform	**0,001**	1,000	0,292	**0,001**	1,000	**0,042**	0,334
Enterokok (Fekal Streptokok)	**<0,001**	0,204	**0,025**	**<0,001**	1,000	**<0,001**	**0,008**
Clostridium perfringens (vejetatif+spor)	**0,009**	1,000	0,118	**0,024**	0,436	0,115	1,000
Clostridia (spor)	**<0,001**	0,627	**0,002**	**<0,001**	0,292	**0,011**	1,000
Clostridia (vejetatif+spor)	**<0,001**	**<0,001**	**0,018**	**<0,001**	1,000	**0,009**	**<0,001**
Pseudomonas aerguniosa	0,478	-	-	-	-	-	-
37 °C'de üreyen toplam koloni sayısı	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	1,000	0,12	**0,003**
22 °C'de üreyen toplam koloni sayısı	**<0,001**	0,431	0,389	**<0,001**	1,000	**0,025**	**0,029**
Fekal Grup	**<0,001**	0,748	0,174	**<0,001**	1,000	**0,005**	**0,04**
Fekal Olmayan Grup	**<0,001**	**0,019**	**<0,001**	**<0,001**	1,000	**<0,001**	**0,009**
pH	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**0,04**	**0,015**	1,000
ORP	**0,003**	**0,003**	1,000	1,000	**0,018**	0,095	1,000
LDO (mg/l)	**<0,001**	**<0,001**	**0,019**	**<0,001**	0,879	**0,005**	**<0,001**
LDO %	**<0,001**	0,235	0,45	**0,002**	**0,001**	0,721	**<0,001**
İletkenlik	**<0,001**	**<0,001**	**0,004**	**<0,001**	1,000	1,000	0,653
Toplam Çözünmüş Katı	**<0,001**	**<0,001**	**0,004**	**<0,001**	1,000	1,000	0,657
Toplam Alkalinite	**<0,001**	**<0,001**	**0,003**	**<0,001**	**0,001**	1,000	0,107
Bulanıklık	**<0,001**	1,000	**<0,001**	1,000	**0,001**	1,000	**0,008**
Renk (Pt-Co)	0,12	-	-	-	-	-	-
Renk (436 nm)	0,387	-	-	-	-	-	-
Renk (525 nm)	0,184	-	-	-	-	-	-
Renk (620 nm)	0,078	-	-	-	-	-	-
Tüm analizler için n=144							

Kruskal-Wallis testi sonuçlarına göre istasyonlara ait mikrobiyolojik kültür parametrelerinden olan *Pseudomonas aerguniosa* bakterisi verisi ile fizikokimya parametresi olan suyun rengine ait ölçüm verileri (Pt-Co ve dalga boyu ölçümleri) için mevsimlere göre dağılımları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (H_o kabul edilmiştir $p>0,05$). Yani mevsimlere göre ortaya çıkan iklimsel farklılıkların bu parametrelerin verileri üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır. *Pseudomonas aerguniosa* bakterisi ölçümlerine ait verilerin "8.4.1. İklim Elemanlarına Ait Veriler ile İstasyonlara Ait Mikrobiyolojik Kültür Analiz Sonuçlarının İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi" başlığında da belirtildiği üzere mevsimsel ortalama sıcaklık (^oC) verisi ile herhangi bir korelasyon ilişkisi göstermemesi bu sonucu desteklemektedir. Haricinde diğer tüm parametrelerin genel skorlarına bakıldığında en az iki mevsim arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu tespit edilmiştir (Genel skor $p<0,05$). Buna göre genel olarak kış ile yaz dönemi arasındaki farklılaşma oranları en fazla iken, parametre bazında en az farklılaşma sonbahar-ilkbahar dönemleri arasındadır. Gerek fekal gerekse fekal olmayan grup bakterilerde mevsimler arasında farklılaşma en fazla yaz aylarında yaşanmıştır.

İstasyonlara ait su numunelerinin fizikokimyasal analiz sonuçları verilerinde mevsimler arasında farklılaşma en fazla kış döneminde görülmektedir. Veriler arasında en fazla benzerliğin ise diğer dönemlere nazaran yaz-sonbahar döneminde olduğu belirlenmiştir. Suyun rengi hariç diğer tüm fizikokimyasal parametre verilerinde mevsimlere göre anlamlı bir farklılaşma olduğu tespit edilmiştir.

8.5. Genel Değerlendirme, Tartışma ve Öneriler

İğneada Longoz Ormanları, Türkiye'nin en büyük taşkın ormanı ekosistemlerinden biridir. Istranca (Yıldız) Sıradağları'ndan Karadeniz'e doğru akan nehirlerin, bazı göl ve bataklıkların birleştiği longoz bölgesi, çeşitli ekosistemlerin bir arada bulunduğu ve önemli sulak alanların yer aldığı bir noktadır. 12.05.2023 tarihli 32188 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Cumhurbaşkanı Kararnamesi ile İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı bünyesindeki longoz alanlarının büyük bir bölümü "Kesin Korunacak Hassas Alanlar" statüsüne dahil edilmiştir. Dolayısıyla, İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havzanın ve alt havzalarının su kalitesinin korunması, longozun ekosistemlerinin ve biyoçeşitliliğinin sürdürülebilirliği için hayati bir öneme sahiptir. İğneada yerleşimi, Milli Park içerisindeki kıyı kumullarını fiziksel olarak ikiye böler.

Kuzeyde bulunan kıyı kumulları, Erikli Gölü'nün doğu kısmından başlayarak İğneada'ya kadar uzanır. Güneyde yer alan kıyı kumulları ise Mert Gölü'nü denize bağlayan kanal bölgesinden başlayarak Saka Gölü'nün güneyine kadar devam eder ve bazı yerlerde genişliği 50-60 metreye kadar ulaşır. Karadeniz'in güneybatısına özgü bitki türleriyle büyük önem taşıyan yaklaşık 10 km uzunluğundaki kumullar, önemli bir ekosistemdir. İğneada ve çevresi, İstanbul ve Tekirdağ gibi büyük şehirlere olan yakınlığı nedeniyle son yıllarda rekreasyonel açıdan da önemli bir konuma gelmiştir. Karadeniz'e kıyısı olan İğneada, Erikli ve Mert Gölleri'nin her iki tarafında yer almasıyla da dikkat çekmektedir. Yapılan turizm yatırımları, İğneada ve çevresini turistik açıdan daha da öne çıkarmıştır. Bununla birlikte, Demirköy ve İğneada'da gelişen kampçılık aktiviteleri, insanlar için spor ve kültürel etkinliklerin yapıldığı ayrı bir alan oluşturmuştur. Sonuç olarak, Demirköy ve İğneada'nın turizm açısından öne çıkması, bu yerleşim bölgeleri ve çevresinde dönemsel olarak nüfus artışına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra İğneada Longoz Ormanları ve çevresinde uzun yıllardır büyükbaş hayvancılık yapılmaktadır, ancak genel olarak ticari düzeyde değildir. Ticari olarak büyükbaş hayvancılık yapan işletme sayısı oldukça azdır.

Ortaya çıkan kalıcı ya da dönemsel nüfus artışları ve gerçekleştirilen büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinin, İğneada Longoz Ormanlarını besleyen su havzaları üzerinde yaratabileceği fekal baskının belirlenebilmesi maksadıyla İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen sürekli akan derelerden numuneler alınmıştır. Bu bağlamda, en büyük havza Bulanık Deresi havzası olup, bu havzadan 6 adet Bulanık Deresi ve derenin beslediği Deniz Gölü'nden; Bulanık Dere'nin alt havzalarından biri olan Yavuz Dere ve derenin beslediği Saka Gölü'nden olmak üzere toplamda 11 adet numune alma noktası belirlenmiştir. Ayrıca, Çavuşköprü Deresi havzasından Mert Gölü ile birlikte 4 adet; Efendi Dere havzasından ise Erikli Gölü ile birlikte 3 adet numune alma noktası tespit edilerek, toplam istasyon sayısı 18 adet olarak tespit edilmiştir. İstasyonlara ait numunelerde mikrobiyolojik kültür yöntemiyle fekal indikatör bakteri ve diğer mikrobiyolojik parametrelerin saptamaları gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sorumluluğundaki 31.12.2004 tarihli 25687 sayılı "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" mülga (17.12.2022) "Ek Tablo 1: Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" referans değerleri doğrultusunda kalite sınıfı değerlendirmesine tabii tutulmuştur. Bununla birlikte

numunelerin kPZR analizleri gerçekleştirilerek insan ya da hayvan kaynaklı mikrobiyal kaynak takipleri kaynağa özgü *Bacteroidales* 16S rRNA genlerinin tespiti sağlanarak gerçekleştirilmiş ve mikrobiyolojik kültür sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca hem istasyonlarda numune alımı esnasında hem de laboratuvarda numunelerin fizikokimyasal analizleri gerçekleştirilerek mikrobiyolojik parametreler ile istatistiki ilişkisi belirlenmiştir. Gerçekleştirilen fizikokimyasal analiz sonuçlarının ise mikrobiyolojik kültür analiz sonuçlarına benzer olarak Tarım ve Orman Bakanlığı sorumluluğundaki 30.11.2011 tarihli ve 28483 sayılı resmi gazetede yayınlanan "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre kalite sınıfı değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Son olarak İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları bölgesine ait iklim elemanlarının mikrobiyolojik kültür ve fizikokimyasal analiz sonuçlarına etkisi tespit edilmiştir.

Araştırma sahasının topografyası, İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalardaki su kalitesinde aynı dönemde farklı şekillerde etkileyecek kadar geniş bir alana yayılmaktadır. Sahadaki en büyük havza konumundaki Bulanık Deresi havzası ve alt havzası konumundaki Yavuz Deresi havzasında aynı dönem içerisinde farklı sonuçlar görülebilmektedir. Bulanık Deresi havzasını oluşturan Bulanık Deresi, Kırklareli'nin Demirköy ilçesinden geçerek İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı sınırlarına girmekte akabinde Deniz Gölü'ne ve Karadeniz'e boşalmaktadır. Ayrıca Bulanık Deresi oluşumu açısından Milli Park içerisinde bulunan Hamam ve Pedina Gölleri ile Yavuz Deresi alt havzasının boşaldığı Saka Gölü ile de bağlantılıdır. Bulanık Deresi'nin özellikle Demirköy Çıkışı istasyonunun (9B) 2021-2022 yıllarında bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen her mevsim mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları oldukça yüksek seviyelerde olup kalite seviyesi genel olarak toplam koliform bakteri için III. sınıf (ortalama 34675 kob/100ml), fekal koliform için ise IV. sınıftır (ortalama 11688 kob/100ml). Demirköy'den önceki istasyonlarda ve Demirköy çıkışından sonraki Deniz Gölü'ne boşalana kadar ki diğer istasyonlarda gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre 9B istasyonunda görülen bu fekal kirliliğin boşalana kadar seyrelme eğiliminde olduğu görülmektedir. Ayrıca, Bulanık Deresi'nin Sivriler köyü kuzeyinden sürekli olarak akarak Milli Park Girişi (8B) istasyonundan önce ana kol ile birleşen, yaz-kış sürekli akan alt kollarından biri olan 18B istasyonu, kaynağa yakın olmasına rağmen yerleşim yerlerine

uzak olması nedeniyle mikrobiyolojik yük açısından diğer istasyonlara göre oldukça düşük bir ortalamaya sahiptir (ortalama toplam koliform 661 kob/100ml, fekal koliform 191 kob/100ml). Demirköy çıkışı istasyonu haricinde genel anlamda Bulanık Deresi'nin tüm dönemlerde ve tüm istasyonlarda toplam koliform ve fekal koliform bakteri açısından kalitesinin sırasıyla II. ve IV. sınıf olduğu belirlenmiştir (sırasıyla ortalama 10574 ve 2309 kob/100ml). Bununla birlikte Bulanık Deresi'nin fizikokimyasal kalite seviyesi tüm mevsimlerde genel anlamda I. sınıftır. Derenin boşaldığı Saka Gölü'nde 2022 yılının son dönemlerinde fekal kirliliğin artış eğilimde olduğu gözlenmiştir. Bulanık Deresi'nin alt havzası konumundaki Yavuz Deresi'ne ait analiz verileri detaylı incelendiğinde ise hem toplam koliform hem de fekal koliform parametreleri açısından II. sınıf kaliteye sahip olmakla birlikte (sırasıyla ortalama 5422 ve 173 kob/100ml), yaz dönemlerinde sudaki çözünmüş oksijen miktarı hariç fizikokimyasal parametreleri açısından da I. sınıf kaliteye sahiptir. Yavuz Deresi alt havzasındaki genel mikrobiyolojik yükün 2022 yılında 2021 yılına göre azaldığı görülmektedir. Mert Gölü'ne boşalarak akabinde Karadeniz ile buluşan Çavuşköprü Deresi havzasısının kollarını oluşturan ana kaynak Çavuşköprü Deresi, Altın Dere ve İğneada Deresi'ne ait hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal profilleri birbirlerine göre oldukça farklılık göstermektedir. Özellikle 2022 yaz döneminde Çavuşköprü Deresi'nde görülen yüksek seviyedeki fekal bakteri mevcudiyeti (fekal koliform 97000 kob/100 ml) dereye noktasal anlamda fekal atık bırakıldığını düşündürmektedir. Bununla birlikte hem İğneada hem de Çavuşköprü Deresi'nin yaz ve sonbahar dönemlerinde su seviyesindeki düşüşle birlikte derenin ağırlıklı olarak vejetasyon altında olmasından ötürü renk parametresinde bozulmalara ve çözünmüş oksijen miktarında ise kritik seviyelere kadar (minimum LDO 2,37 mg/l; %26,2) azalmaya sebep olmuştur. Mert Gölü'nün analiz sonuçları ise Çavuşköprü Deresi havzasında görülen fekal baskının göl etrafındaki longoz ekosistemi tarafından absorbe edildiğini göstermektedir (ortalama toplam koliform 13287 kob/100ml, fekal koliform 518 kob/100ml). Çavuşköprü Deresi'nin tüm dönemlerde ve tüm istasyonlarda toplam koliform ve fekal koliform bakteri açısından kalitesinin sırasıyla II. ve IV. sınıf olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla ortalama 10815 ve 3445 kob/100ml). Erikli Gölü'ne boşalan Efendi Deresi yoğun vejetasyon altında olmasından ötürü özellikle sonbahar döneminde renk parametresi açısından kalite seviyesi IV. sınıfa kadar düşmektedir. Benzer şekilde yaz ve sonbahar dönemlerinde sudaki çözünmüş oksijen miktarı kritik seviyelere kadar

düşmüştür (LDO 0,41-2,6 mg/l; %3,5-28,3). Bununla birlikte derenin mikrobiyolojik analiz sonuçları neticesine göre fekal bakteri seviyesinin çok düşük olması, etrafında antropojen kaynaklı baskı yaratabilecek bir unsur olmamasıyla açıklanabilir. İğneada'nın kuzeyinde bulunan Erikli Gölü ise beldenin güneyinde bulunan Mert Gölü ile benzer bir mikrobiyolojik ve fizikokimyasal profil göstermektedir. Genel olarak havzanın su kalite sınıfının ortalama olarak toplam koliform ve fekal koliform bakteri parametreleri açısından sırasıyla II. ve III. sınıf olduğu gözlenmiştir (sırasıyla ortalama 5773 ve 545 kob/100ml). Araştırma sahasındaki tüm havzalara ait mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları incelendiğinde yaz dönemlerinde mikrobiyal yükün arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte Amerika ve Avrupa kıtalarındaki ulusal parklarda gerçekleştirilen bakteriyololojik çalışmalarda da sıcak havalarda göl ve diğer su kaynaklarında mikrobiyal yük seviyesinde genel bir artış olduğunun gözlenmiş olması bu durumu destekler niteliktedir (Crabill, Donald, Snelling, Foust & Southam, 1999; McCarthy, 2020; Schoonover ve Lockaby, 2006; Xue, Lin, Lamar, Lamori & Sherchan, 2018).

18 istasyona ait 144 numunenin toplam koliform, fekal koliform, enterokok(fekal streptokok), *Clostridium perfringens* (vejetatif+spor), *Clostridia* (vejetatif+spor), *Pseudomonas aerguniosa*, 37^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı, 22^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı parametreleri kültür analizi sonuçlarına göre numuneler arasındaki benzerlik ve aykırılıkları belirlemeye yönelik %95 güven aralığında gerçekleştirilen K-Ortalama kümeleme analizi sonuçlarına göre 12Ç (2022-yaz) ve 9B (2021 ilkbahar ve yaz, 2022 tüm dönemler) istasyonlarına ait 7 numunenin analiz sonuçlarında diğer 137 numuneye göre yüksek miktarda aykırılık belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu numunelere ait istasyonların mevkiilerinde derelerin mikrobiyolojik profillerini değiştirecek seviyede noktasal olarak fekal ya da diğer kirlilik kaynaklarının olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Acarlar Longozu'nu besleyen Acarlar Gölü üzerinde yapılan bir çalışmada ilkabahar-yaz döneminde toplam koliform seviyelerinde artış yaşandığı, özellikle bir numune alma noktasında ise kış döneminde görülen yüksek seviyedeki toplam koliform bakteri mevcudiyetinin ise noktasal anlamda fekal bir kirlilik kaynağı neticesinde olabileceği belirtilmiştir (Ertürk, 2005). Bununla birlikte Usman ve arkadaşları (2020) tarafından Nijerya'da Rima Longozu'nu besleyen su kaynakları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada yüksek seviyelerdeki toplam ve fekal koliform seviyelerin antropojen kaynaklı olabileceği belirtilmiştir.

Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları verileri arasında %95 güven aralığında çeşitli korelasyon ilişkileri tespit edilmiştir ($p>0,05$). Suda çözünmüş oksijen miktarı ile toplam koliform ve enterokok üreme verileri arasında ters yönlü bir ilişki, *Clostridia* ile suların renk/iletkenlik/toplam çözünmüş katı verileri arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca, suyun bulanıklığı ve rengi ile fekal koliform bakteri arasında benzer bir pozitif ilişki belirlenmiştir. Fekal olmayan grup bakteriler; iletkenlik, toplam çözünmüş katı ve toplam alkalinite ile orta seviyede pozitif bir ilişkiye sahiptir. Su sıcaklığı ise birçok mikrobiyolojik parametre üzerinde etkilidir, özellikle toplam koliform, *Clostridia*, enterokok ve 37ºC'de üreyen toplam koloni sayısı ile pozitif bir ilişki göstermiştir. Benzer olarak Hindistan'da gerçekleştirilen bir çalışmada, araştırmacılar Kshipra Nehri suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerini değerlendirmiş olup suda çözünmüş oksijen miktarı ile mikrobiyolojik indikatörler arasında ters yönlü bir ilişki bulmuştur (Diwan vd., 2018). Ayrıca bu çalışma sonucuna benzer şekilde Buritis Gölü üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada sudaki toplam koliform ve termotolerant koliform (ağırlıkla fekal kökenli) bakteri verileri ile suyun bulanıklığı ve rengi arasında orta seviyede pozitif yönlü bir korelasyon ilişkisi gözlenmiştir (Kikuda vd., 2022).

Gerçekleştirilen analizlere göre, İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzalardaki istasyonlardan elde edilen mikrobiyolojik kültür ile kPZR analiz sonuçları arasında yüksek derecede pozitif korelasyon tespit edilmiştir. İnsan kaynaklı MKT yöntemleri olan HF183 ve Bachum ile "fekal grup bakteri" parametreleri arasında çok kuvvetli pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur (Spearman $r>0,8$; $p<0,001$). Ayrıca, BacUni yöntemiyle tespit edilen universal *Bacteroidales* 16S rRNA genleri ile toplam koliform parametresi ve 37ºC'de üreyen toplam koloni sayısı arasında da yüksek derecede pozitif korelasyon saptanmıştır. Ancak, büyükbaş hayvan kaynaklı *Bacteroidales* 16S rRNA genlerinin takibinde kullanılan BacCow ve BacR yöntemleri verileri ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasındaki ilişki insan kaynaklı MKT yöntemleri kadar güçlü değildir (Spearman $r<0,8$; $p<0,001$). Özetle İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarda tespit edilen fekal kirliliğin büyük ölçüde insan kaynaklı olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek miktarda fekal bakteri kültür üremeleri görülen istasyonlarda insana özgü MKT yöntemleriyle gerçekleştirilen analiz sonuçları da oldukça yüksek seviyelerdedir. Literatürde HF183 ve Bachum yöntemleriyle su kaynaklarında insan kaynaklı mikrobiyal kaynak takibine yönelik gerçekleştirilen

moleküler analiz sonuçları ile kültür tabanlı FİB analiz sonuçları arasındaki ilişki tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar insan kaynaklı MKT yöntemleri ile FİB verileri arasında anlamlı bir ilişki saptayamazken (H. Green, Weller, Johnson & Michalenko, 2019; Yasar vd., 2021), bazı araştırmacılar ise orta ila yüksek derecede pozitif bir ilişki saptamışlardır (Ahmed, Yusuf, Hasan, Goonetilleke & Gardner, 2010; Gourmelon vd., 2010; Malla vd., 2018; Vadde, 2018). Ancak genel çerçevede bakıldığında derleme çalışmalarında insan kaynaklı MKT yöntemleri ile kültür tabanlı FİB analiz sonuçları arasında (özellikle toplam koliform, fekal koliform ve enterokok) anlamlı bir korelasyon ilişkisi görüldüğü ifade edilmektedir (Harwood vd., 2014). Kaynağa özgü mikrobiyal kaynak takibi moleküler analizinin en önemli eksikliklerinden biri tespit edilen *Bacteroidales* 16S rRNA genlerinin canlı bir konakçıya ait olup olmamasının bilinmemesidir. Fakat elde edilen veriler kaynağa özgü bulguların yoğunluğuna göre değerlendirme yapılmasını sağlayabilir.

İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt havzaları kapsayan bölgede 2021-2022 yıllarında yağışlar genellikle kış ve bahar aylarında yoğunlaşmıştır, ancak 2022 yılında yaz döneminde daha fazla yağış gözlenmiştir. 2021-2022 yıllarında sıcaklık ortalamasının 5,9-22,4^{o}C, toplam yağış miktarının ise 135,5-438,5 mm aralığında olduğu görülmektedir. Bu çalışma ile 2021-2022 yılları mevsimsel sıcaklık ve yağış verileri ile mikrobiyolojik kültür analiz sonuçları arasında bazı ilişkilerin bulunduğu belirlenmiştir. İklimsel faktörlerle mikrobiyolojik parametreler arasında gözlemlenen ilişkilerde, mevsimsel ortalama sıcaklık ile *Clostridia* (vejetatif+spor), 37^{o}C'de üreyen toplam koloni sayısı ve fekal olmayan grup bakteri arasında orta ila kuvvetli derecede pozitif bir ilişki belirlenmiştir (Spearman $r>0,6$; $p<0,001$). Bununla birlikte fekal grup bakteri verileri ile mevsimsel ortalama sıcaklık arasında zayıf dereceli pozitif bir ilişki tespit edilirken (Spearman $r=0,286$; $p=0,001$), mevsimsel toplam yağış miktarı arasında zayıf dereceli negatif bir ilişki gözlenmiştir (Spearman $r= -0,232$; $p=0,005$). Bu durum fekal grup bakterilerin dağılımını etkileyen iklim faktörlerinin karmaşık bir etkileşimine işaret etmektedir. Benzer şekilde Lenart-Boron ve arkadaşları (2016), Bialka Nehri üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, nehirdeki fekal koliform ve enterokok kirliliğinin her ne kadar iklime bağlı olarak değişim gösterse de özellikle bölgede rekreasyon amaçlı insan sayısının arttığı Aralık-Mart ve Haziran-Ağustos dönemlerinde en yüksek seviyelere ulaştığını belirtmiştir. Sonuç olarak, İğneada Longoz Ormanlarını besleyen havza ve alt

havzaların iklim özellikleri ile mikrobiyolojik parametreler arasında ilişkilerin olduğu ancak bu ilişkilerin genellikle zayıf ila orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Kruskal-Wallis testi sonuçlarına göre, istasyonlara ait mikrobiyolojik kültür parametresi olan *Pseudomonas aerguniosa* bakterisi ve fizikokimyasal parametrelerinden suyun rengine ait ölçüm verilerinin mevsimlere göre dağılımlarında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Bu sonuçlar, iklimsel değişimlerin bu parametreler üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Genel skorlarına bakıldığında tüm parametreler arasında en az iki mevsim arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Mikrobiyolojik parametrelerde kış ile yaz dönemi arasındaki farklılaşma oranları en yüksek bulunurken, parametre bazında en az farklılaşma sonbahar ve ilkbahar dönemleri arasında gözlenmiştir. Fekal ve fekal olmayan grup bakterilerinde ise en belirgin farklılaşma yaz aylarında kaydedilmiştir. Su numunelerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, mevsimlere göre en büyük farklılaşmanın kış döneminde olduğu görülmüştür. Yaz ve sonbahar dönemleri arasında ise veriler arasında daha fazla benzerlik gözlenmiştir. Su rengi dışındaki tüm fizikokimyasal parametrelerde mevsimlere göre anlamlı bir farklılaşma tespit edilmiştir.

Longoz ormanları, sürdürülebilir bir ekosistem olarak birçok doğal işlevi yerine getirir ve ekosistem sağlığı için büyük bir öneme sahiptir. Bu ormanlar, su kaynaklarının korunması, erozyonun önlenmesi, habitat sağlanması ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi gibi ekolojik hizmetler sunar. Bu bağlamda, longoz ormanlarının besleyen havza ve alt havzalarına ait suların mevsimsel olarak mikrobiyolojik indikatörlerinin ve fizikokimyasal durumunun belirlenmesi oldukça önemlidir. Mikrobiyolojik indikatörler, suyun mikrobiyolojik kirlilik düzeyini belirlemek için kullanılan organizmalardır. Bu indikatörler, su kalitesiyle ilişkili olan patojen mikroorganizmaların varlığını veya yokluğunu gösterir. Örneğin, *E. coli* ve koliform bakteriler, suyun fekal kirlilik düzeyini yansıtan mikrobiyolojik indikatörlerdir. Bu tür indikatörlerin belirlenmesi, su kaynaklarının insan sağlığı açısından güvenli olup olmadığını değerlendirmek için önemlidir. Longoz ormanlarının besleyen havza ve alt havzalarındaki suların mikrobiyolojik indikatörlerinin belirlenmesi, bu alanlarda su kalitesini izlemek ve potansiyel sağlık risklerini değerlendirmek için gereklidir. Fizikokimyasal durumun belirlenmesi ise suyun kimyasal bileşimi ve fiziksel özelliklerini analiz etmeyi içerir. Bu veriler, suyun ekolojik olarak dengeli olup olmadığını, çevre kirliliği veya doğal faktörler

nedeniyle değişiklik gösterip göstermediğini gösterir. Ayrıca, sucul ekosistemlerin sağlığını değerlendirmek, su kalitesi standardını belirlemek ve çevresel etkileri izlemek için bu parametrelerin takibi önemlidir. Belirli bir zaman periyodunda mikrobiyolojik indikatörlerin ve fizikokimyasal durumun belirlenmesinin önemi, su kalitesinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin saptanmasında büyük rol oynar. Longoz ormanlarını besleyen havza ve alt havzalarına ait su kaynaklarının sürekli olarak mikrobiyolojik ve fizikokimyasal durumunun takibi, gelecekteki yönetim stratejileri ve koruma önlemleri için önemli bilgiler sağlar. Bu analizler, potansiyel su kirliliği kaynaklarını tanımlamak ve etkilerini değerlendirmek için kullanılabilir, aynı zamanda su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak ve korumak için stratejiler geliştirmeye yardımcı olur.

İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarının korunabilmesi maksadıyla bazı öneriler geliştirilmiştir:

- *İzleme ağı oluşturulması ve düzenli analizlerin gerçekleştirilmesi:* İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarında su kalitesini izlemek için bir izleme ağı oluşturulmalıdır. Bu ağ, farklı noktalardan su numuneleri almayı ve mikrobiyolojik indikatörlerin ve fizikokimyasal parametrelerin analizini içermelidir. Bu analizlerin belirli aralıklarla veya mevsimsel olarak yapılması, su kalitesindeki değişiklikleri izlemek ve koruma önlemlerini etkin bir şekilde uygulamak için önemlidir.
- *Kaynakları belirleme ve yönetim stratejileri oluşturma:* Mikrobiyolojik indikatörlerin ve fizikokimyasal parametrelerin analizi, potansiyel su kirliliği kaynaklarını belirlemek için kullanılabilir. Bu kaynaklar tespit edildikten sonra, kaynakların kontrol altına alınması ve yönetilmesi için etkili stratejiler geliştirilmelidir.
- *Eğitim ve farkındalık oluşturma:* İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarının su kaynaklarının korunması konusunda toplumun bilinçlendirilmesi önemlidir. Eğitim programları, yerel halkın ve paydaşların su kaynaklarının önemini anlamalarına ve koruma çabalarına katkıda bulunmalarına yardımcı olabilir. Ayrıca, tarım, endüstri ve yerleşim alanlarında su kirliliğini önlemek için iyi tarım uygulamaları ve sürdürülebilir su kullanımı konusunda bilinçlendirme yapılmalıdır.

- *İşbirliği ve yönetişim:* İğneada Longoz Ormanları'nı besleyen havza ve alt havzalarının su kaynaklarının korunması, çok taraflı işbirliği ve etkili yönetişim gerektirir. Yerel yönetimler, sivil toplum örgütleri, akademik kuruluşlar ve diğer ilgili paydaşlar arasında işbirliği mekanizmaları oluşturulmalı ve su kaynaklarının korunması için ortak stratejiler geliştirilmelidir. Ayrıca, ulusal ve uluslararası düzeyde su kaynaklarının korunması için politika ve düzenlemelerin oluşturulması teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

Adamus, P. R. (1992). Data sources and evaluation methods for addressing wetland issues. *Statewide wetland strategies: a guide to protecting and managing the resource. World Wildlife Fund and Island Press, Washington, DC*, 171-211.

Africa, C. W., Nel, J., & Stemmet, M. (2014). Anaerobes and bacterial vaginosis in pregnancy: virulence factors contributing to vaginal colonisation. *Int J Environ Res Public Health, 11*(7), 6979-7000.

Ahmed, W., Staley, C., Sadowsky, M., Gyawali, P., Sidhu, J. P., Palmer, A., . . . Toze, S. (2015). Toolbox approaches using molecular markers and 16S rRNA gene amplicon data sets for identification of fecal pollution in surface water. *Applied and Environmental Microbiology, 81*(20), 7067-7077.

Ahmed, W., Stewart, J., Gardner, T., Powell, D., Brooks, P., Sullivan, D., & Tindale, N. (2007). Sourcing faecal pollution: a combination of library-dependent and library-independent methods to identify human faecal pollution in non-sewered catchments. *Water Research, 41*(16), 3771-3779.

Ahmed, W., Yusuf, R., Hasan, I., Goonetilleke, A., & Gardner, T. (2010). Quantitative PCR assay of sewage-associated Bacteroides markers to assess sewage pollution in an urban lake in Dhaka, Bangladesh. *Canadian Journal of Microbiology, 56*(10), 838-845.

Ashbolt, N. J. (2015). Microbial contamination of drinking water and human health from community water systems. *Current environmental health reports, 2*(1), 95-106.

Ashbolt, N. J., Grabow, W. O., & Snozzi, M. (2001). Indicators of microbial water quality. *Water quality: Guidelines, standards and health*, 289-316.

Bae, S., & Wuertz, S. (2009). Rapid decay of host-specific fecal *Bacteroidales* cells in seawater as measured by quantitative PCR with propidium monoazide. *Water Research, 43*(19), 4850-4859.

Bae, S., & Wuertz, S. (2012). Survival of host-associated bacteroidales cells and their relationship with *Enterococcus spp., Campylobacter jejuni, Salmonella enterica serovar typhimurium*, and adenovirus in freshwater microcosms as measured by propidium monoazide-quantitative PCR. *Applied and Environmental Microbiology, 78*(4), 922-932.

Balkaya, N., & Çelikoba, İ. (2005). Sulakalanlar ve Kızılırmak Deltası. II. *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, MBGAK*, 17-19.

Ballesté, E., & Blanch, A. R. (2010). Persistence of *Bacteroides* species populations in a river as measured by molecular and culture techniques. *Applied and Environmental Microbiology, 76*(22), 7608-7616.

Baron, S. (1996). *Medical microbiology* (4th ed.): University of Texas Medical Branch at Galveston.

Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C., & Glasmacher, A. (2003). *Heterotrophic plate counts and drinking-water safety*: IWA publishing.

Berberoğlu, U. (2013). *Su Mikrobiyolojisi Ve Uygulamaları El Kitabı*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı.

Bernhard, A. E., & Field, K. G. (2000). A PCR assay to discriminate human and ruminant feces on the basis of host differences in *Bacteroides-Prevotella* genes encoding 16S rRNA. *Applied and Environmental Microbiology, 66*(10), 4571-4574.

Boehm, A. B., Wang, D., Ercumen, A., Shea, M., Harris, A. R., Shanks, O. C., . . . Arnold, B. F. (2016). Occurrence of host-associated fecal markers on child hands, household soil, and drinking water in rural Bangladeshi households. *Environmental science & technology letters, 3*(11), 393-398.

Bonjoch, X., Balleste, E., & Blanch, A. (2004). Multiplex PCR with 16S rRNA gene-targeted primers of *Bifidobacterium spp.* to identify sources of fecal pollution. *Applied and Environmental Microbiology, 70*(5), 3171-3175.

Boutard, M., Cerisy, T., Nogue, P.-Y., Alberti, A., Weissenbach, J., Salanoubat, M., & Tolonen, A. C. (2014). Functional diversity of carbohydrate-active enzymes enabling a bacterium to ferment plant biomass. *PLoS genetics, 10*(11), e1004773.

Braddock, T., & Hennessey, D. (2018). *Wetlands: An Introduction*: Bernan Press.

Brewin, P. A., Newman, T. M., & Ormerod, S. (1995). Patterns of macroinvertebrate distribution in relation to altitude, habitat structure and land use in streams of the Nepalese Himalaya. *Archiv für Hydrobiologie*, 79-100.

Briggs, D. (2003). Environmental pollution and the global burden of disease. *British medical bulletin, 68*(1), 1-24.

Brinson, M. M. (1993). A hydrogeomorphic classification for wetlands. Wetlands research program technical report WRP-DE-4. *US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS*.

Brown, C., Walpole, M., Simpson, L., & Tierney, M. (2011). Introduction to the UK National Ecosystem Assessment. *The UK National Ecosystem Assessment Technical Report*, 1-10.

Cabral, J. P. (2010). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *Int J Environ Res Public Health, 7*(10), 3657-3703.

Calcada, E. A., Closset-Kopp, D., Lenoir, J., Hermy, M., & Decocq, G. (2015). Site productivity overrides competition in explaining the disturbance–diversity relationship in riparian forests. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 17*(6), 434-443.

Camur-Elipek, B., Kirgiz, T., Oterler, B., & Tas, M. (2015). Qualitative and quantitative evaluation of water resources that feed into the National Park Igneada Longoz Forests (Turkish Thrace) by using physico-chemical and biological analyses. *Hidrobiológica, 25*(2), 231-237.

Cao, Y., Van De Werfhorst, L. C., Sercu, B., Murray, J. L., & Holden, P. A. (2011). Application of an integrated community analysis approach for microbial source tracking in a coastal creek. *Environmental Science & Technology, 45*(17), 7195-7201.

Carcaillet, C., Bergman, I., Delorme, S., Hornberg, G., & Zackrisson, O. (2007). Long-term fire frequency not linked to prehistoric occupations in northern Swedish boreal forest. *Ecology, 88*(2), 465-477.

Carp, E. (1980). *Directory of wetlands of international importance in the western Palearctic*: Iucn.

Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R. S., Díaz, S., . . . Pereira, H. M. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the

Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*(5), 1305-1312.
Converse, R. R., Blackwood, A. D., Kirs, M., Griffith, J. F., & Noble, R. T. (2009). Rapid QPCR-based assay for fecal *Bacteroides spp.* as a tool for assessing fecal contamination in recreational waters. *Water Research, 43*(19), 4828-4837.
Coşkun, S. (2020). Aras-Kura Kapali Havzasinin Ortalama Sicaklik, Yağiş Ve Akim VerİlerİnİN Trend Analİzİ (TürkİYe). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 30*(2), 29-42.
Cowardin, L. M. (1979). *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*: Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior.
Cowardin, L. M., & Golet, F. C. (1995). US Fish and Wildlife Service 1979 wetland classification: A review. *Classification and inventory of the world's wetlands*, 139-152.
Crabill, C., Donald, R., Snelling, J., Foust, R., & Southam, G. (1999). The impact of sediment fecal coliform reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek, Arizona. *Water Research, 33*(9), 2163-2171.
Çiçek, E. (2004). Subasar ormanların özellikleri ve Türkiye'nin subasar ormanları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 54*(2), 107-114.
David, H. (2005). *Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring*: Cambridge University Press.
De Victorica, J., & Galván, M. (2001). *Pseudomonas aeruginosa* as an indicator of health risk in water for human consumption. *Water Science and Technology, 43*(12), 49-52.
Department of Agriculture-Water and the Environment of Australia. (06.04.2022). Criteria for identifying Wetlands of International Importance. Erişim https://www.awe.gov.au/water/wetlands/ramsar
Detenbeck, N. (2001). *Methods for evaluating wetland condition: wetland classification*. Erişim
Dethier, M. (1990). A marine and estuarine habitat classification system for Washington State. Washington Natural Heritage Program Dept. *Natural Resources*.
Dick, L. K., Bernhard, A. E., Brodeur, T. J., Santo Domingo, J. W., Simpson, J. M., Walters, S. P., & Field, K. G. (2005). Host distributions of uncultivated fecal *Bacteroidales* bacteria reveal genetic markers for fecal source identification. *Applied and Environmental Microbiology, 71*(6), 3184-3191.
Dick, L. K., & Field, K. G. (2004). Rapid estimation of numbers of fecal *Bacteroidetes* by use of a quantitative PCR assay for 16S rRNA genes. *Applied and Environmental Microbiology, 70*(9), 5695-5697.
Diwan, V., Hanna, N., Purohit, M., Chandran, S., Riggi, E., Parashar, V., . . . Stålsby Lundborg, C. (2018). Seasonal variations in water-quality, antibiotic residues, resistant bacteria and antibiotic resistance genes of Escherichia coli isolates from water and sediments of the Kshipra River in Central India. *Int J Environ Res Public Health, 15*(6), 1281.
Dorai-Raj, S., o'Grady, J., & Colleran, E. (2009). Specificity and sensitivity evaluation of novel and existing *Bacteroidales* and *Bifidobacteria*-specific PCR assays on feces and sewage samples and their application for microbial source tracking in Ireland. *Water Research, 43*(19), 4980-4988.
Dufour, A., & Bartram, J. (2012). *Animal waste, water quality and human health*: IWA publishing.

Dumlu, C., & İhtiyar, F. (2017). İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı Sınırları İçerisinde Bulunan Mert Gölü'nün Rekreasyonel Kano Taşıma Kapasitesinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science, 1*(2), 133-144.

Edberg, S., Rice, E., Karlin, R., & Allen, M. (2000). *Escherichia coli:* the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of applied microbiology, 88*(S1), 106S-116S.

Ege, İ. (2022). *İğneada Longoz Ormanlarını Besleyen Derelerin Uygulamalı Hidrografyası ve Sürdürülebilirliği.* (Yüksek Lisans Tezi), Karabük Üniversitesi. Erişim http://acikerisim.karabuk.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/2193

Ertürk, M. D. (2005). *Acarlar Gölündeki mikrobiyolojik ve kimyasal kirlenme olaylarının tespiti.* Marmara Universitesi (Turkey).

Euliss, N. H., LaBaugh, J. W., Fredrickson, L. H., Mushet, D. M., Laubhan, M. K., Swanson, G. A., . . . Nelson, R. D. (2004). The wetland continuum: a conceptual framework for interpreting biological studies. *Wetlands, 24*(2), 448-458.

Felleiter, S. A. (2016). *The relationship of E. coli and total coliform culture to the quantitative molecular detection of various fecal indicators, sources, and pathogens in private drinking water wells.* Queen's University (Canada).

Field, K. G., & Samadpour, M. (2007). Fecal source tracking, the indicator paradigm, and managing water quality. *Water Research, 41*(16), 3517-3538.

Figueras, M. J., & Borrego, J. J. (2010). New perspectives in monitoring drinking water microbial quality. *Int J Environ Res Public Health, 7*(12), 4179-4202.

Finlayson, C., & Van der Valk, A. (1995). Wetland classification and inventory: a summary. *Vegetatio, 118*(1), 185-192.

Fitzmaurice, M., Ong, D. M., & Merkouris, P. (2010). *Research handbook on international environmental law*: Edward Elgar Publishing.

Fremaux, B., Boa, T., & Yost, C. K. (2010). Quantitative real-time PCR assays for sensitive detection of Canada goose-specific fecal pollution in water sources. *Applied and Environmental Microbiology, 76*(14), 4886-4889.

Ghosh, P. (2016). *Hydrological, Morphological, Ecological and Economical important and Threats of Wetland (A Case Study of Sandhya Wetland in Jadupur-2)*: Lulu. com.

Gilbride, K. (2014). Molecular methods for the detection of waterborne pathogens. *Waterborne pathogens*, 231-290.

Gilpin, B., Devane, M., Nourozi, F., Robson, B., Scholes, P., & Lin, S. (2013). Recommendations for the processing and storage of water samples before polymerase chain reaction (PCR) analysis. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 47*(4), 582-586.

Girones, R., Ferrus, M. A., Alonso, J. L., Rodriguez-Manzano, J., Calgua, B., de Abreu Correˆa, A., . . . Bofill-Mas, S. (2010). Molecular detection of pathogens in water–the pros and cons of molecular techniques. *Water Research, 44*(15), 4325-4339.

Gourmelon, M., Caprais, M.-P., Le Mennec, C., Mieszkin, S., Ponthoreau, C., & Gendronneau, M. (2010). Application of library-independent microbial source tracking methods for identifying the sources of faecal contamination in coastal areas. *Water Science and Technology, 61*(6), 1401-1409.

Granikos Travel. (14.12.2022). Mert Gölü. Erişim https://www.granikos.com.tr/tour/trakya-turu-edirne-igneada-longoz-ormanlari-erikli-golu-mert-golu

Green, H., Weller, D., Johnson, S., & Michalenko, E. (2019). Microbial source-tracking reveals origins of fecal contamination in a recovering watershed. *Water, 11*(10), 2162.

Green, H. C., Haugland, R. A., Varma, M., Millen, H. T., Borchardt, M. A., Field, K. G., . . . Kelty, C. A. (2014). Improved HF183 quantitative real-time PCR assay for characterization of human fecal pollution in ambient surface water samples. *Applied and Environmental Microbiology, 80*(10), 3086-3094.

Griffith, J. F., Weisberg, S. B., & McGee, C. D. (2003). Evaluation of microbial source tracking methods using mixed fecal sources in aqueous test samples. *Journal of water and health, 1*(4), 141-151.

Haddaji, D., Ghrabi-Gammar, Z., Hamed, K. B., & Bousselmi, L. (2019). A re-circulating horizontal flow constructed wetland for the treatment of synthetic azo dye at high concentrations. *Environmental Science and Pollution Research, 26*(13), 13489-13501.

Hagedorn, C., & Liang, X. (2011). Current and future trends in fecal source tracking and deployment in the Lake Taihu Region of China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 36*(9-11), 352-359.

Harwood, V. J., Boehm, A. B., Sassoubre, L. M., Vijayavel, K., Stewart, J. R., Fong, T.-T., . . . Ebdon, J. (2013). Performance of viruses and bacteriophages for fecal source determination in a multi-laboratory, comparative study. *Water Research, 47*(18), 6929-6943.

Harwood, V. J., Staley, C., Badgley, B. D., Borges, K., & Korajkic, A. (2014). Microbial source tracking markers for detection of fecal contamination in environmental waters: relationships between pathogens and human health outcomes. *FEMS microbiology reviews, 38*(1), 1-40.

Harwood, V. J., Whitlock, J., & Withington, V. (2000). Classification of antibiotic resistance patterns of indicator bacteria by discriminant analysis: use in predicting the source of fecal contamination in subtropical waters. *Applied and Environmental Microbiology, 66*(9), 3698-3704.

Hasbenli, A. (2006). İğneada Faunası Kesin Rapor. *TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi, Ankara, 39*.

Haugland, R. A., Varma, M., Sivaganesan, M., Kelty, C., Peed, L., & Shanks, O. C. (2010). Evaluation of genetic markers from the 16S rRNA gene V2 region for use in quantitative detection of selected *Bacteroidales* species and human fecal waste by qPCR. *Systematic and Applied Microbiology, 33*(6), 348-357.

Havelaar, A., Pot-Hogeboom, W., Furuse, K., Pot, R., & Hormann, M. (1990). F-specific RNA bacteriophages and sensitive host strains in faeces and wastewater of human and animal origin. *Journal of applied bacteriology, 69*(1), 30-37.

Hengel, B. J. (2018). *Wetlands of Camp Grafton South.* North Dakota State University. Erişim https://www.proquest.com/docview/2160916592/BBF378700B024935PQ/1?accountid=17170

Horwitz, P., Finlayson, C. M., & Weinstein, P. (2012). Healthy wetlands, healthy people: a review of wetlands and human health interactions.

Hughes, F. (2003). The flooded forest: guidance for policy makers and river managers in Europe on the restoration of floodplain forests. *FLOBAR2, 2003*.

Hunter, M. L., & Hunter Jr, M. L. (1999). *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*: Cambridge university press.
İğneada Belediyesi. (2021, 14.12.2022). Avcılar Göllerimize 900 Adet Ördek Bıraktı. Erişim https://www.igneada.bel.tr/avcilar-gollerimize-900-ordek-birakti/81/
Jenkins, M. W., Tiwari, S., Lorente, M., Gichaba, C. M., & Wuertz, S. (2009). Identifying human and livestock sources of fecal contamination in Kenya with host-specific *Bacteroidales* assays. *Water Research, 43*(19), 4956-4966.
Jeter, S. N., McDermott, C. M., Bower, P. A., Kinzelman, J. L., Bootsma, M. J., Goetz, G. W., & McLellan, S. L. (2009). *Bacteroidales* diversity in ring-billed gulls (*Laurus delawarensis*) residing at Lake Michigan beaches. *Applied and Environmental Microbiology, 75*(6), 1525-1533.
Jofre, J., & Blanch, A. (2010). Feasibility of methods based on nucleic acid amplification techniques to fulfil the requirements for microbiological analysis of water quality. *Journal of applied microbiology, 109*(6), 1853-1867.
Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, 106*(1), 110-127.
Kaya, M. (2015). İğneada longoz ormanları ve çevresinin kuşları.
Kent, D. (1994). Designing wetlands for wildlife. *Applied wetland science and technology. Lewis Publishers, Boca Raton, FL*, 283-306.
Kikuda, R., Pereira Gomes, R., Rodrigues Gama, A., De Paula Silva, J. A., Pereira Dos Santos, A., Rodrigues Alves, K., . . . Carneiro, L. C. (2022). Evaluation of water quality of Buritis Lake. *Water, 14*(9), 1414.
Kildare, B. J., Leutenegger, C. M., McSwain, B. S., Bambic, D. G., Rajal, V. B., & Wuertz, S. (2007). 16S rRNA-based assays for quantitative detection of universal, human-, cow-, and dog-specific fecal *Bacteroidales*: a Bayesian approach. *Water Research, 41*(16), 3701-3715.
Kim, S.-Y., Lee, J. E., Lee, S., Lee, H. T., Hur, H.-G., & Ko, G. (2010). Characterization of *Enterococcus spp.* from human and animal feces using 16S rRNA sequences, the esp gene, and PFGE for microbial source tracking in Korea. *Environmental Science & Technology, 44*(9), 3423-3428.
Kırklareli İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (15.12.2022). Doğa Turizmi. Erişim https://kirklareli.ktb.gov.tr/TR-93259/doga-turizmi.html
Kuglerová, L., Jansson, R., Sponseller, R. A., Laudon, H., & Malm-Renöfält, B. (2015). Local and regional processes determine plant species richness in a river-network metacommunity. *Ecology, 96*(2), 381-391.
Layton, A., McKay, L., Williams, D., Garrett, V., Gentry, R., & Sayler, G. (2006). Development of *Bacteroides* 16S rRNA gene TaqMan-based real-time PCR assays for estimation of total, human, and bovine fecal pollution in water. *Applied and Environmental Microbiology, 72*(6), 4214-4224.
Leclerc, H., Schwartzbrod, L., & Dei-Cas, E. (2002). Microbial agents associated with waterborne diseases. *Critical reviews in microbiology, 28*(4), 371-409.
Lenart-Boroń, A., Wolanin, A., Jelonkiewicz, Ł., Chmielewska-Błotnicka, D., & Żelazny, M. (2016). Spatiotemporal variability in microbiological water quality of the Białka river and its relation to the selected physicochemical parameters of water. *Water, Air, & Soil Pollution, 227*, 1-12.

Lite, S., Bagstad, K., & Stromberg, J. (2005). Riparian plant species richness along lateral and longitudinal gradients of water stress and flood disturbance, San Pedro River, Arizona, USA. *Journal of Arid Environments, 63*(4), 785-813.

Liu, H., Zhang, S., Li, Z., Lu, X., & Yang, Q. (2004). Impacts on wetlands of large-scale land-use changes by agricultural development: the small Sanjiang Plain, China. *AMBIO: A Journal of the Human Environment, 33*(6), 306-310.

Liu, Y., Wang, C., Tyrrell, G., & Li, X.-F. (2010). Production of Shiga-like toxins in viable but nonculturable *Escherichia coli* O157: H7. *Water Research, 44*(3), 711-718.

Longozu Koru Platformu. (09.11.2022). İğneada Longoz Ormanları Memelileri. Erişim http://longozukoru.com/longoz/detay/Memeliler/16/9/0

Lu, J., Santo Domingo, J. W., Lamendella, R., Edge, T., & Hill, S. (2008). Phylogenetic diversity and molecular detection of bacteria in gull feces. *Applied and Environmental Microbiology, 74*(13), 3969-3976.

Malla, B., Ghaju Shrestha, R., Tandukar, S., Bhandari, D., Inoue, D., Sei, K., . . . Haramoto, E. (2018). Validation of host-specific Bacteroidales quantitative PCR assays and their application to microbial source tracking of drinking water sources in the Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of applied microbiology, 125*(2), 609-619.

Maltby, E. (2013). *Waterlogged wealth: why waste the world's wet places?* : Routledge.

Maniruzzaman, A. M., Schwabach, A., Cockfield, A. J., Tarlock, A. D., Dernbach, J. C., & Kutting, G. M. (2010). *International Sustainable Development Law-Volume I*: EOLSS Publications.

Matthews, G. V. T. (1993). *The Ramsar Convention on Wetlands: its history and development*.

McCarthy, S. (2020). *Bacterial Water Quality Monitoring as Citizen Science in Congaree National Park, South Carolina.* University of South Carolina.

McQuaig, S., Griffith, J., & Harwood, V. J. (2012). Association of fecal indicator bacteria with human viruses and microbial source tracking markers at coastal beaches impacted by nonpoint source pollution. *Applied and Environmental Microbiology, 78*(18), 6423-6432.

Meays, C. L., Broersma, K., Nordin, R., & Mazumder, A. (2004). Source tracking fecal bacteria in water: a critical review of current methods. *Journal of environmental management, 73*(1), 71-79.

Menteş, S. A. (2019). Online Environmental Activism: The Case of Igneada Floodplain Forest. *Sage Open, 9*(3).

Meteoblue. (31.12.2022). İğneada Hava Durumu Verileri. Erişim https://www.meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled/İğneada_türkiye_745394

Mieszkin, S., Furet, J.-P., Corthier, G., & Gourmelon, M. (2009). Estimation of pig fecal contamination in a river catchment by real-time PCR using two pig-specific *Bacteroidales* 16S rRNA genetic markers. *Applied and Environmental Microbiology, 75*(10), 3045-3054.

Mitsch, W. J., Bernal, B., & Hernandez, M. E. (2015). Ecosystem services of wetlands (Cilt 11, s. 1-4): Taylor & Francis.

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands*: John Wiley & Sons.

Moggridge, H. L., Gurnell, A. M., & Mountford, J. O. (2009). Propagule input, transport and deposition in riparian environments: the importance of connectivity for diversity. *Journal of Vegetation Science, 20*(3), 465-474.

Moore, D., Harwood, V., Ferguson, D., Lukasik, J., Hannah, P., Getrich, M., & Brownell, M. (2005). Evaluation of antibiotic resistance analysis and ribotyping for identification of faecal pollution sources in an urban watershed. *Journal of applied microbiology, 99*(3), 618-628.

Morris, J., Posthumus, H., Hess, T., Gowing, D., & Rouquette, J. (2009). Watery land: the management of lowland floodplains in England. *What is land for*, 135-166.

Noble, R. T., Allen, S. M., Blackwood, A. D., Chu, W., Jiang, S. C., Lovelace, G. L., . . . Wait, D. A. (2003). Use of viral pathogens and indicators to differentiate between human and non-human fecal contamination in a microbial source tracking comparison study. *Journal of water and health, 1*(4), 195-207.

Nshimyimana, J. P., Cruz, M. C., Thompson, R. J., & Wuertz, S. (2017). *Bacteroidales* markers for microbial source tracking in Southeast Asia. *Water Research, 118*, 239-248.

Odagiri, M., Schriewer, A., Hanley, K., Wuertz, S., Misra, P. R., Panigrahi, P., & Jenkins, M. W. (2015). Validation of *Bacteroidales* quantitative PCR assays targeting human and animal fecal contamination in the public and domestic domains in India. *Science of The Total Environment, 502*, 462-470.

Ohad, S., Ben-Dor, S., Prilusky, J., Kravitz, V., Dassa, B., Chalifa-Caspi, V., . . . Rorman, E. (2016). The development of a novel qPCR assay-set for identifying fecal contamination originating from domestic fowls and waterfowl in Israel. *Frontiers in Microbiology, 7*, 145.

Okabe, S., Okayama, N., Savichtcheva, O., & Ito, T. (2007). Quantification of host-specific *Bacteroides–Prevotella* 16S rRNA genetic markers for assessment of fecal pollution in freshwater. *Applied Microbiology and Biotechnology, 74*(4), 890-901.

Okay, A. I., & Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. *Geological Society, London, Special Publications, 156*(1), 475-515.

Oki, T., & Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *Science, 313*(5790), 1068-1072.

Oliver, J. D. (2010). Recent findings on the viable but nonculturable state in pathogenic bacteria. *FEMS microbiology reviews, 34*(4), 415-425.

Ostovar, S. (2021). *Bringing the Ramsar Convention Home: A Critical Examination of the Legal Regulation of the Ecosystem of Lake Urmia.* University of the West of England. Erişim https://www.proquest.com/docview/2579373340/5D79F6D79BCA4441PQ/1?accountid=17170

Pakalne, M. (2004). *Wetland management methods in protected nature areas and their application in LIFE-Nature projects.* Paper presented at the Baltic Environmetntal Forum, University of Latvia Department of Botany and Ecology, Latvia.

Parlak, B., & Sayılı, İ. S. (2012). Mayıslar Sahası (Sarıcakaya-Eskişehir) Polimetal Cevherleşmeleri Alterasyon Zonları İçindeki Kuvars ve Kalsitlerde Sıvı Kapanım Verileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni, 55*(2), 111-136.

Passerat, J., Got, P., Dukan, S., & Monfort, P. (2009). Respective roles of culturable and viable-but-nonculturable cells in the heterogeneity of *Salmonella enterica serovar*

typhimurium invasiveness. *Applied and Environmental Microbiology, 75*(16), 5179-5185.
Perez Linde, N. (2016). *Assessment Habitat Outcomes Of Floodplain Forest Restoration: Case Study At The Ouse Valley Park.* (Doctor of Philosopy), Cranfield University.
Peterken, G., & Hughes, F. (1995). Restoration of floodplain forests in Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research, 68*(3), 187-202.
Pielech, R. (2021). Plant species richness in riparian forests: Comparison to other forest ecosystems, longitudinal patterns, role of rare species and topographic factors. *Forest Ecology and Management, 496*, 119400.
Pitkänen, T., Miettinen, I. T., Nakari, U.-M., Takkinen, J., Siitonen, A., Kuusi, M., . . . Hänninen, M.-L. (2008). Faecal contamination of a municipal drinking water distribution system in association with *Campylobacter jejuni* infections. *Journal of water and health, 6*(3), 365-376.
Pollock, M. M., Naiman, R. J., & Hanley, T. A. (1998). Plant species richness in riparian wetlands—a test of biodiversity theory. *Ecology, 79*(1), 94-105.
Posthumus, H., Rouquette, J., Morris, J., Gowing, D., & Hess, T. (2010). A framework for the assessment of ecosystem goods and services; a case study on lowland floodplains in England. *Ecological Economics, 69*(7), 1510-1523.
Ramsar Organisation. (06.04.2022). The Ramsar Sites Criteria. Erişim https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ramsarsites_criteria_eng.pdf
Ramsar Organisation. (06.04.2022). Ramsar Sites Information Service. Erişim https://rsis.ramsar.org/ris-search/?pagetab=2
Ramsar Organisation. (06.04.2022). Türkiye. Erişim https://www.ramsar.org/wetland/turkey
Ramsar Organisation. (1996). *Resolution Vi.1: Working Definitions Of Ecological Character, Guidelines For Describing And Maintaining The Ecological Character Of Listed Sites, And Guidelines For Operation Of The Montreux Record (Proceedings of the 6TH Meeting of the Conference of the Contracting Parties' (Brisbane, Australia, 19-27 March 1996)* Erişim http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/res/key_res_vi.01e.pdf
Ramsar Organisation. (2016). *Ramsar Handbook 5th Edition*. Erişim https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_e.pdf
Ramsar Regional Centre East Africa. (05.04.2022). Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Erişim http://rrcea.org/ramsar/?ckattempt=1
Reischer, G. H., Ebdon, J. E., Bauer, J. M., Schuster, N., Ahmed, W., Åström, J., . . . Coakley, T. (2013). Performance characteristics of qPCR assays targeting human- and ruminant-associated *Bacteroidetes* for microbial source tracking across sixteen countries on six continents. *Environmental Science & Technology, 47*(15), 8548-8556.
Reischer, G. H., Kasper, D. C., Steinborn, R., Farnleitner, A. H., & Mach, R. L. (2007). A quantitative real-time PCR assay for the highly sensitive and specific detection of human faecal influence in spring water from a large alpine catchment area. *Letters in applied microbiology, 44*(4), 351-356.
Reischer, G. H., Kasper, D. C., Steinborn, R., Mach, R. L., & Farnleitner, A. H. (2006). Quantitative PCR method for sensitive detection of ruminant fecal pollution in

freshwater and evaluation of this method in alpine karstic regions. *Applied and Environmental Microbiology, 72*(8), 5610-5614.
Rodríguez-González, P. M., Ferreira, M. T., Albuquerque, A., Santo, D. E., & Rego, P. R. (2008). Spatial variation of wetland woods in the latitudinal transition to arid regions: a multiscale approach. *Journal of biogeography, 35*(8), 1498-1511.
Sakari, M., Hsia, B. S., Tahir, R., Rafiq, S., Nahavandi, R., Shah, M. D., . . . Yi, A. L. (2014). Estuary and sea-associated wetlands as final sink for organic pollutants: a case study in Sabah, Malaysia. *International Journal of Environment and Bioenergy, 9*(1), 1-16.
Santo Domingo, J. W., & Sadowsky, M. J. (2007). *Microbial source tracking*: ASM press Washington, DC.
Saxena, G., Bharagava, R. N., Kaithwas, G., & Raj, A. (2015). Microbial indicators, pathogens and methods for their monitoring in water environment. *Journal of water and health, 13*(2), 319-339.
SCBWA (State College Borough Water Authority). (08.09.2022). Contaminants. Erişim https://www.scbwa.org/contaminents
Schempf, J. H. (1992). *Wetland classification, inventory, and assessment methods: An Alaskan guide to their fish and wildlife application*: Alaska Department of Fish and Game, Habitat Division.
Schoonover, J. E., & Lockaby, B. G. (2006). Land cover impacts on stream nutrients and fecal coliform in the lower Piedmont of West Georgia. *Journal of hydrology, 331*(3-4), 371-382.
Scodari, P. F. (1997). *Measuring the benefits of federal wetland programs*: Environmental Law Institute.
Scott, T. M., Parveen, S., Portier, K. M., Rose, J. B., Tamplin, M. L., Farrah, S. R., . . . Lukasik, J. (2003). Geographical variation in ribotype profiles of Escherichia coli isolates from humans, swine, poultry, beef, and dairy cattle in Florida. *Applied and Environmental Microbiology, 69*(2), 1089-1092.
Seurinck, S., Defoirdt, T., Verstraete, W., & Siciliano, S. D. (2005). Detection and quantification of the human-specific HF183 *Bacteroides* 16S rRNA genetic marker with real-time PCR for assessment of human faecal pollution in freshwater. *Environmental microbiology, 7*(2), 249-259.
Shahrampour, D., Yavarmanesh, M., Habibi Najafi, M. B., & Mohebbi, M. (2015). Application of F+ RNA coliphages as source tracking enteric viruses on parsley and leek using RT-PCR. *Food and environmental virology, 7*(4), 381-389.
Shanks, O. C., Kelty, C. A., Sivaganesan, M., Varma, M., & Haugland, R. A. (2009). Quantitative PCR for genetic markers of human fecal pollution. *Applied and Environmental Microbiology, 75*(17), 5507-5513.
Shuval, H. (2003). Estimating the global burden of thalassogenic diseases: human infectious diseases caused by wastewater pollution of the marine environment. *Journal of water and health, 1*(2), 53-64.
Siefring, S., Varma, M., Atikovic, E., Wymer, L., & Haugland, R. (2008). Improved real-time PCR assays for the detection of fecal indicator bacteria in surface waters with different instrument and reagent systems. *Journal of water and health, 6*(2), 225-237.
Silkie, S. S., & Nelson, K. L. (2009). Concentrations of host-specific and generic fecal markers measured by quantitative PCR in raw sewage and fresh animal feces. *Water Research, 43*(19), 4860-4871.

Smith, R. D., Ammann, A., Bartoldus, C., & Brinson, M. M. (1995). *An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices*. Erişim

Soge, O., Tivoli, L., Meschke, J., & Roberts, M. (2009). A conjugative macrolide resistance gene, mef (A), in environmental *Clostridium perfringens* carrying multiple macrolide and/or tetracycline resistance genes. *Journal of applied microbiology, 106*(1), 34-40.

Staley, C., Kaiser, T., Lobos, A., Ahmed, W., Harwood, V. J., Brown, C. M., & Sadowsky, M. J. (2018). Application of SourceTracker for accurate identification of fecal pollution in recreational freshwater: a double-blinded study. *Environmental Science & Technology, 52*(7), 4207-4217.

Stevens, G., Mascarenhas, M., & Mathers, C. (2009). Global health risks: progress and challenges (Cilt 87, s. 646-646): SciELO Public Health.

Stewart, R. E., & Kantrud, H. A. (1971). *Classification of natural ponds and lakes in the glaciated prairie region* (Cilt 92): US Bureau of Sport Fisheries and Wildlife.

Straub, T. M., & Chandler, D. P. (2003). Towards a unified system for detecting waterborne pathogens. *Journal of Microbiological Methods, 53*(2), 185-197.

Stricker, A. R., Wilhartitz, I., Farnleitner, A. H., & Mach, R. L. (2008). Development of a Scorpion probe-based real-time PCR for the sensitive quantification of *Bacteroides sp.* ribosomal DNA from human and cattle origin and evaluation in spring water matrices. *Microbiological research, 163*(2), 140-147.

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2004). *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. T.C. Cumhurbaşkanliği Mevzuat Bilgi Sistemi Erişim https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5.

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2015, 20.12.2022). Dilüsyon Hazırlama. *Laboratuvar Hizmetleri.* Erişim https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/m.apan/133663/Dilüsyon%20Hazırlama%20%28Laboratuvar%20Hizmetleri%29.pdf

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü. (08.011.2022). İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı Faunası. Erişim https://bolge1.tarimorman.gov.tr/Documents/menu-dosyalar/İĞNEADA%20LONGOZ/menü%20üçerikleri/Fauna.pdf

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü. (08.011.2022). İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı Florası. Erişim https://bolge1.tarimorman.gov.tr/Documents/menu-dosyalar/İĞNEADA%20LONGOZ/menü%20üçerikleri/flora.pdf

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü. (07.011.2022). İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı Tanıtımı. Erişim https://bolge1.tarimorman.gov.tr/Documents/menu-dosyalar/İĞNEADA%20LONGOZ/menü%20üçerikleri/Tanıtım.pdf

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. (06.04.2022). Ramsar Alanlarımız Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar. Erişim https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/3-%20sulak%20alanlar.pdf

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. (2013). Sulak alanlar. *Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye*.

Tallon, P., Magajna, B., Lofranco, C., & Leung, K. T. (2005). Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective. *Water, air, and soil pollution*, *166*(1), 139-166.

Toranzos, G. A., McFeters, G. A., José Borrego, J., & Savill, M. (2007). Detection of microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters. *Manual of environmental microbiology*, 249-264.

Törnqvist, R., Jarsjö, J., & Karimov, B. (2011). Health risks from large-scale water pollution: trends in Central Asia. *Environment International*, *37*(2), 435-442.

Turoğlu, H. (2012). Istranca Yöresİ'nİn Karadenİz Aklani: Coğrafİ Özellİkler, Sorunlar Ve Önerİler. *Coğrafya Dergisi*(5).

Türkiye İstatistik Kurumu. (09.02.2023). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. Erişim https://biruni.tuik.gov.tr

Ufnar, J. A., Wang, S. Y., Ufnar, D. F., & Ellender, R. D. (2007). *Methanobrevibacter ruminantium* as an indicator of domesticated-ruminant fecal pollution in surface waters. *Applied and Environmental Microbiology*, *73*(21), 7118-7121.

Unno, T., Di, D. Y., Jang, J., Suh, Y. S., Sadowsky, M. J., & Hur, H.-G. (2012). Integrated online system for a pyrosequencing-based microbial source tracking method that targets Bacteroidetes 16S rDNA. *Environmental Science & Technology*, *46*(1), 93-98.

Unno, T., Staley, C., Brown, C. M., Han, D., Sadowsky, M. J., & Hur, H. G. (2018). Fecal pollution: new trends and challenges in microbial source tracking using next-generation sequencing. *Environmental microbiology*, *20*(9), 3132-3140.

US Environmental Protection Agency (USEPA). (1988). *America's Wetlands: Our Vital Link Between Land and Water*.

US Environmental Protection Agency (USEPA). (2001, 02.03.2022). Threats to Wetlands. Erişim https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-01/documents/threats_to_wetlands.pdf

Usman , M. A., Gada, A. A., Bayawa, A. M., Dankani, S. U., & Wali, I. M. (2020). Examination of Surface Water Along River-Rima Floodplain in Wamakko, Sokoto State, Nigeria. *Journal of Geological Research| Volume*, *2*(03).

Vadde, K. K. (2018). *Application of Microbial Source Tracking Techniques to Characterize Fecal Pollution entering Taihu Lake (China).* The University of Liverpool (United Kingdom). Erişim https://www.proquest.com/pagepdf/2511951653/Record/FAD796A092646ACPQ/1?accountid=17170

Vergara, G., Goh, S., Rezaeinejad, S., Chang, S., Sobsey, M., & Gin, K. (2015). Evaluation of FRNA coliphages as indicators of human enteric viruses in a tropical urban freshwater catchment. *Water Research*, *79*, 39-47.

Vinjé, J., Oudejans, S. J., Stewart, J. R., Sobsey, M. D., & Long, S. C. (2004). Molecular detection and genotyping of male-specific coliphages by reverse transcription-PCR and reverse line blot hybridization. *Applied and Environmental Microbiology*, *70*(10), 5996-6004.

Walters, S. P., & Field, K. G. (2009). Survival and persistence of human and ruminant-specific faecal *Bacteroidales* in freshwater microcosms. *Environmental microbiology*, *11*(6), 1410-1421.

Ward, J. V., Malard, F., Tockner, K., & Uehlinger, U. (1999). Influence of ground water on surface water conditions in a glacial flood plain of the Swiss Alps. *Hydrological Processes*, *13*(3), 277-293.

Wetlands International. (23.03.2022). Wetlands for Disaster Risk Reduction. Erişim http://south-asia.wetlands.org

Wexler, H. M. (2007). *Bacteroides*: the good, the bad, and the nitty-gritty. *Clinical microbiology reviews, 20*(4), 593-621.

Wicki, M., Auckenthaler, A., Felleisen, R., Liniger, M., Loutre, C., Niederhauser, I., . . . Baumgartner, A. (2012). Improved detection of *Rhodococcus coprophilus* with a new quantitative PCR assay. *Applied Microbiology and Biotechnology, 93*(5), 2161-2169.

Wiggins, B. A., Cash, P. W., Creamer, W. S., Dart, S. E., Garcia, P. P., Gerecke, T. M., . . . Johnson, E. L. (2003). Use of antibiotic resistance analysis for representativeness testing of multiwatershed libraries. *Applied and Environmental Microbiology, 69*(6), 3399-3405.

Wolf, S., Hewitt, J., & Greening, G. E. (2010). Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination. *Applied and Environmental Microbiology, 76*(5), 1388-1394.

Wolf, S., Hewitt, J., Rivera-Aban, M., & Greening, G. E. (2008). Detection and characterization of F+ RNA bacteriophages in water and shellfish: application of a multiplex real-time reverse transcription PCR. *Journal of virological methods, 149*(1), 123-128.

Wong, K., Fong, T.-T., Bibby, K., & Molina, M. (2012). Application of enteric viruses for fecal pollution source tracking in environmental waters. *Environment International, 45*, 151-164.

World Health Organization (WHO). (2017). Guidelines for drinking-water quality: Fourth Edition Incorporating The First Addendum *Microbial Aspects* (s. 294-295). Geneva: World Health Organization.

Wuertz, S., Wang, D., Reischer, G. H., & Farnleitner, A. H. (2011). Library-independent bacterial source tracking methods *Microbial source tracking: methods, applications, and case studies* (s. 61-112): Springer.

Xu, J., Bjursell, M. K., Himrod, J., Deng, S., Carmichael, L. K., Chiang, H. C., . . . Gordon, J. I. (2003). A genomic view of the human-*Bacteroides thetaiotaomicron* symbiosis. *Science, 299*(5615), 2074-2076.

Xue, J., Lin, S., Lamar, F. G., Lamori, J. G., & Sherchan, S. (2018). Assessment of fecal pollution in Lake Pontchartrain, Louisiana. *Marine Pollution Bulletin, 129*(2), 655-663.

Yaltırık, F., & Asuman, E. (1988). Trakya vejetasyonuna genel bakış ve İğneada subasar (Longos) ormanları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 38*(1), 69-75.

Yasar, S. A., Mills, T. J., Uluturk, Z. I., Ruszczyk, J. M., LeBard, R. J., & Neilan, B. A. (2021). Quantitative detection of human-and canine-associated Bacteroides genetic markers from an urban coastal lagoon. *Water Science and Technology, 84*(7), 1732-1744.

EK-1: İstasyonlara Ait Dönemsel Analiz Takip Formu

İstasyon adı:			
Numune alma dönemi:			
FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER		**MİKROBİYOLOJİK PARAMETRELER**	
Su Sıcaklığı (ºC)		**T. Koliform (cfu/100ml)**	
pH		Şüpheli	
LDO (mg/l)		Sonuç	
LDO %		**Fekal Koliform (cfu/100ml)**	
EC (µs/cm)		Sonuç	
ORP (mV)		***Escherichia coli* (cfu/100ml)**	
TDS (ppm)		Sonuç	
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)		**Fekal Streptokok (cfu/100ml)**	
Bulanıklık (ntu)		Şüpheli	
Renk (Pt-Co) 465 nm		Sonuç	
Renk (m^{-1}) 436 nm		***Clostridium perfringens* (V+S) (cfu/100ml)**	
Renk (m^{-1}) 525 nm		Şüpheli	
Renk (m^{-1}) 620 nm		Sonuç	
		***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	
İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRELER		Sonuç	
Anlık Hava Sıcaklığı (ºC)		***Clostridia* (V+S) (cfu/100ml)**	
Rüzgar		Sonuç	
Su Yüksekliği (Nitel)		***Pseudomonas aeruginosa* (cfu/100ml)**	
		Şüpheli	
		Sonuç	
		36 ºC Toplam Jerm Sayısı (cfu/1ml)	
		Sonuç	
		22 ºC Toplam Jerm Sayısı (cfu/1ml)	
		Sonuç	
Yaz 2021 Su Yüksekliği			

EK-2: Saka Gölü (1S)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	7	23	24,9	10,6	8,8	21,8	25,9	12,2
pH	7,52	8,35	8,53	8,38	7,22	8,01	8,65	8,42
ORP	-42,4	-63,3	-72,7	-61,9	-37,4	-45,2	-82,9	-63,8
LDO (mg/l)	8,01	13,52	4,75	3,61	8,33	11,9	7,88	7,74
LDO %	68,7	158,1	56	32,1	77,2	110	82,1	79,4
EC (µs/cm)	166,7	221	325	617	338,1	334,2	465	516,2
TDS (ppm)	107,0	141,4	208,0	394,9	216,4	213,9	297,6	330,4
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	50	81	91	131	56	64	112	139
Bulanıklık (ntu)	4,91	1,42	3,43	4,28	1,88	1,34	2,99	3,22
Renk (Pt-Co) 465 nm	69	73	56	55	14	66	58	54
Renk (m^{-1}) 436 nm	1,88	2,64	2,16	2,08	0,8	1,72	2,24	2,04
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,8	0,92	0,64	0,72	0,48	0,92	0,96	1
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,48	0,44	0,16	0,24	0,4	0,48	0,52	0,48

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları		**I (Çok iyi)**		**II (İyi)**		**III (orta)**		**IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	12	23,6	25,7	12,6	11,9	22,9	27,2	14,8
Rüzgar	15	22	22	12	18	24	18	22
Su Yüksekliği (Nitel)**	4	3	2	2	4	4	2	4
Yükselti	0 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-3: Saka Gölü (1S)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	810	7200	10600	690	535	5400	7100	740
Fekal Koliform (kob/100ml)	220	80	115	12	116	92	210	125
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	10	15	180	6	24	8	75	16
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	0	22	0	0	0	0	0
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	14	38	650	35	13	74	112	27
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	84	108	7500	510	77	122	3280	860
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	352	300	16880	820	194	565	8810	770
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	3060	1100	17520	1520	1164	1420	14770	1250

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,40	5,57	5,79	4,51	4,28	5,46	5,64	4,67
HF183 (log10 gks/100ml)	3,38	3,23	4,30	2,48	3,04	3,34	4,23	3,15
Bachum (log10 gks/100ml)	3,30	3,18	4,15	2,70	3,51	3,18	4,18	2,89
BacCow (log10 gks/100ml)	3,28	3,15	4,60	2,60	2,86	3,52	4,08	2,75
BacR (log10 gks/100ml)	3,23	3,00	4,38	2,30	2,82	3,08	4,00	2,72

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-4: Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	7,4	21,7	18,5	10,8	9,1	20,4	23,7	12,6
pH	7,9	8,43	7,83	8,51	7,35	7,8	7,57	7,93
ORP	-63	-67,3	-39,3	-68,5	-44,2	-37,7	-49	-51,5
LDO (mg/l)	12,09	9,96	3,07	10,16	12,2	9,01	5,74	9,77
LDO %	99,9	114,4	34,1	91,7	101,6	101,1	68,5	99,5
EC (µs/cm)	147,5	233	474	301	193	226	266	284
TDS (ppm)	94,4	149,1	303,4	192,6	123,5	144,64	170,2	181,76
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	53	84	202,5	154	73	91	124,5	177
Bulanıklık (ntu)	1,44	1,04	3,06	3,36	0,82	1,1	9,47	5,1
Renk (Pt-Co) 465 nm	22	15	34	14	0	7	25	19
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,4	0,56	1,16	0,56	0,12	0,16	0,48	0,64
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,16	0,2	0,36	0,24	0,12	0,12	0,28	0,36
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,08	0,12	0,12	0,04	0	0	0,16	0,24

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	9	24	26,6	13,1	13,4	22,3	28,5	14,5
Rüzgar	5	8	10	4	10	4	15	6
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	1	2	4	3	2	1
Yükselti	19 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-5: Yavuz Deresi – Milli Park İçi (2Y)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	322	10120	32500	3440	137	5750	2920	2250
Fekal Koliform (kob/100ml)	58	680	640	240	7	440	330	220
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	4	88	580	20	2	114	110	56
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	74	16	6	0	44	11	4
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	2	16	2500	10	3	26	62	14
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	12	41	3300	40	24	63	540	71
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	1	0	0	1	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	103	2580	3840	1820	63	1430	5040	1540
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	2480	4840	4920	5960	454	4210	11440	6220

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	3,83	5,96	6,46	5,32	3,51	5,93	5,54	5,20
HF183 (log10 gks/100ml)	2,81	4,15	4,30	4,08	2,04	3,92	4,38	3,76
Bachum (log10 gks/100ml)	2,79	4,08	4,18	3,89	TSA	3,80	4,34	3,81
BacCow (log10 gks/100ml)	2,84	4,64	4,76	4,57	2,63	4,08	4,11	4,15
BacR (log10 gks/100ml)	2,93	4,45	4,57	4,34	TSA	3,72	4,18	3,79

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-6: Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	7	20,4	21,5	11,5	8,2	19,9	29,2	13,1
pH	8,3	8,25	7,87	8,39	7,27	7,77	7,44	7,98
ORP	-84,5	-57,8	-39	-62,7	-39,5	-34,3	-41,3	-50,8
LDO (mg/l)	12,33	10,02	5,7	8,53	11,99	10,04	5,83	9,45
LDO %	99,1	110,2	64	77,2	99,3	102	70,6	99,5
EC (µs/cm)	145,6	232	320	302	193,3	244	272	256
TDS (ppm)	93,2	148,5	204,8	193,3	123,7	156,16	174,1	163,84
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	53	84	119,5	134,5	68	87,5	123	125
Bulanıklık (ntu)	1,69	0,93	1,69	1,68	1,11	1,21	3,84	2,01
Renk (Pt-Co) 465 nm	16	8	48	17	4	7	27	15
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,4	0,36	0,88	0,68	0,08	0,16	0,52	0,56
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,16	0,12	0,56	0,56	0,04	0,12	0,32	0,48
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,08	0,04	0,04	0,36	0,04	0,04	0,28	0,2

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	7	24,9	27,9	11,6	13,9	22,1	29,2	14,9
Rüzgar	3	12	12	4	7	5	13	5
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	1	2	4	3	2	1
Yükselti	23 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-7: Yavuz Deresi – Milli Park Girişi (3Y)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	1220	9620	11490	4500	607	7450	6950	2850
Fekal Koliform (kob/100ml)	18	60	170	48	26	42	750	370
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	2	40	88	4	0	22	35	44
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	0	3	2	0	0	9	7
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	2	16	72	5	6	25	6	11
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	6	40	420	25	14	38	540	320
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	3	5	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	79	1260	840	1170	74	895	9760	2510
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	840	4040	6120	1620	486	3180	11360	4380

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,28	5,89	5,75	5,30	4,08	5,91	5,83	5,61
HF183 (log10 gks/100ml)	3,18	3,84	4,11	3,45	3,04	3,75	4,49	4,08
Bachum (log10 gks/100ml)	3,15	3,69	4,04	3,40	TSA	3,62	4,41	3,99
BacCow (log10 gks/100ml)	3,11	3,60	3,80	3,34	2,80	3,52	3,86	3,20
BacR (log10 gks/100ml)	3,08	3,28	3,89	3,28	2,38	3,43	3,73	3,36

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-8: Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y)'a Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	6,4	19,7	24,8	10,9	7,8	19,9	24,9	12,9
pH	7,57	8,02	7,8	8,38	7,23	7,5	7,44	7,71
ORP	-45,3	-46,4	-36,1	-62,4	-37,4	-41,8	-41,2	-45,3
LDO (mg/l)	12,42	9,2	2,44	9	11,66	10,04	5,86	9,89
LDO %	100	101,5	29,4	81,6	96,1	99,8	71,2	99,8
EC (µs/cm)	135,8	222	305	285	178,1	216	258	288
TDS (ppm)	86,9	142,1	195,2	182,4	114	138,24	165,1	184,32
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	44,5	83	117,5	124,5	64	85	115,5	133,5
Bulanıklık (ntu)	1,39	0,67	0,81	1,21	1,71	0,81	3,01	1,93
Renk (Pt-Co) 465 nm	17	5	11	4	0	8	11	8
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,52	0,2	0,24	0,16	0,16	0,24	0,16	0,2
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,32	0,04	0,12	0,16	0,08	0,16	0,12	0,12
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,28	0	0	0,08	0	0,04	0,12	0,08

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	7	24,3	29,8	11	13,9	22,2	27,5	14,7
Rüzgar	3	12	12	5	8	8	14	8
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	1	2	4	3	2	1
Yükselti	30 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-9: Yavuz Deresi – Alt Kol (4Y)'a Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	766	4800	36250	6210	301	2400	1150	740
Fekal Koliform (kob/100ml)	66	22	62	21	17	28	170	94
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	4	32	256	8	0	23	120	26
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	1	0	2	0	0	0	5	1
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	4	2	252	10	11	8	2	14
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	10	30	920	30	19	16	315	286
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	79	180	7400	1010	55	510	4880	850
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	1920	6360	37800	1140	320	2960	5240	1370

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,30	5,40	6,45	5,52	3,97	5,11	5,32	4,76
HF183 (log10 gks/100ml)	3,23	3,41	3,95	3,26	2,96	3,18	3,96	2,94
Bachum (log10 gks/100ml)	3,26	3,36	4,04	3,34	TSA	3,41	3,82	2,53
BacCow (log10 gks/100ml)	3,32	3,77	3,73	3,38	2,53	2,98	3,88	2,62
BacR (log10 gks/100ml)	3,26	3,80	3,62	3,23	TSA	2,94	3,71	2,45

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-10: Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y)'a Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	6,9	19,5	22,8	8,5	7	20,1	23	11,6
pH	8,07	8,16	7,61	8,02	7,62	7,88	8,01	8,03
ORP	-72,4	-53,5	-26,3	-44,7	-59,1	-44,4	-74,1	-74,7
LDO (mg/l)	12,73	12,31	7,91	10,2	13,2	11,15	7,44	10,3
LDO %	102,9	134,7	90	88,5	107,9	122,2	87,7	99,6
EC (µs/cm)	207,2	353	407	465	285	412	404	375
TDS (ppm)	133	225,9	260,5	297,6	182,4	263,68	258,6	240
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	74,5	127	147,5	214	109,5	155,5	172	164,5
Bulanıklık (ntu)	1,95	0,73	1,52	1,32	0,85	1,12	1,55	1,46
Renk (Pt-Co) 465 nm	28	11	14	21	6	18	28	33
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,52	0,28	0,36	0,64	0,76	0,56	0,28	0,64
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,24	0,08	0,12	0,52	0,52	0,32	0,24	0,48
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,2	0,04	0,04	0,24	0,44	0,12	0,2	0,36

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	9	24,3	28,4	9	13,9	21,8	26,5	14,8
Rüzgar	3	12	12	4	8	6	17	10
Su Yüksekliği (Nitel)**	2	1	1	2	4	3	2	1
Yükselti	39 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-11: Yavuz Deresi – Üst Kol (5Y)'a Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	698	6820	14430	1430	148	2440	2050	1010
Fekal Koliform (kob/100ml)	16	20	88	18	9	16	1110	125
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	14	52	30	4	0	6	35	220
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	0	1	0	0	0	14	2
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	4	10	40	5	5	16	0	11
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	16	542	1575	5	37	94	64	214
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	67	2640	1280	630	47	1170	4560	2720
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	4480	8480	7920	1700	675	3860	15680	4870

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,18	5,53	5,90	4,90	3,73	5,00	5,99	5,57
HF183 (log10 gks/100ml)	2,95	3,40	4,11	2,78	TSA	3,04	5,08	4,11
Bachum (log10 gks/100ml)	3,00	3,51	4,23	2,60	2,04	3,11	5,23	3,94
BacCow (log10 gks/100ml)	3,18	3,36	3,86	2,70	TSA	2,83	3,72	2,79
BacR (log10 gks/100ml)	3,00	3,23	3,81	2,18	TSA	TSA	3,52	TSA

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-12: Deniz Gölü (6D)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	7,8	22,4	24,5	11,1	9,1	21,3	25,5	13,3
pH	7,77	8,4	8,12	8,21	7,49	7,92	8,52	8,6
ORP	-56,1	-65,8	-52,2	-53,9	-51,1	-52,3	-77,1	-69,6
LDO (mg/l)	10,77	11,53	4,05	0,18	10,13	12,2	6,96	3,01
LDO %	87,8	133,4	49	1,7	86,5	114,2	77,2	23
EC (µs/cm)	161,9	583	447	390	324,6	477	448	496
TDS (ppm)	104	373,1	286,1	249,6	207,7	305,28	286,7	317,44
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	62,5	104	128	170	66,5	111,5	147	216
Bulanıklık (ntu)	2,89	1,48	1,28	9,09	4,36	1,16	1,45	8,45
Renk (Pt-Co) 465 nm	40	23	19	52	44	18	29	48
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,68	0,84	0,64	1,64	0,84	0,76	0,88	1,56
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,24	0,32	0,16	0,64	0,24	0,28	0,24	0,88
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,16	0,2	0	0,4	0,2	0,2	0,12	0,64

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	12	23,6	26	13,3	11,5	22,8	27,5	15,1
Rüzgar	14	22	22	10	22	22	20	18
Su Yüksekliği (Nitel)**	2	3	2	2	4	4	2	1
Yükselti	0 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-13: Deniz Gölü (6D)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	3770	7480	4490	4260	1250	4710	3530	2540
Fekal Koliform (kob/100ml)	624	100	112	95	96	116	520	476
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	10	2	30	24	14	28	185	252
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	9	6	2	2	1	4	6	11
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	10	96	40	100	17	71	48	117
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	52	132	810	1020	98	146	1112	965
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	560	2040	1860	3360	272	1450	13300	4210
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	7340	2960	6240	33200	1530	3210	21500	26400

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	5,04	5,85	5,62	5,95	4,41	5,81	6,32	6,11
HF183 (log10 gks/100ml)	3,79	4,32	3,93	3,79	3,08	4,26	5,26	4,28
Bachum (log10 gks/100ml)	3,73	4,34	3,63	3,52	2,94	4,34	5,04	4,11
BacCow (log10 gks/100ml)	3,62	3,98	3,62	3,40	2,40	3,94	4,95	3,63
BacR (log10 gks/100ml)	3,58	4,11	3,68	3,52	3,08	3,87	5,15	3,94

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-14: Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B)'na Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	10,2	26,5	28,1	10,5	11,1	23,1	28,1	12,9
pH	7,63	8,25	8,28	8,44	7,43	7,9	8,12	8,33
ORP	-48,8	-59,4	-61,1	-64,9	-48,4	-52,8	-80,5	-75,6
LDO (mg/l)	10,85	8	8,73	10,3	11,12	9,8	7,95	11,1
LDO %	96,5	100,2	111,5	103,6	98	99,8	102,5	106,3
EC (µs/cm)	189	283	349	315	233	311	309	322
TDS (ppm)	121	181,1	223,4	201,6	149,1	199,04	197,8	206,08
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	68,5	103	129,5	140	92	96	135	147,5
Bulanıklık (ntu)	13,5	1,11	1,37	3,27	3,26	1,24	4,18	3,45
Renk (Pt-Co) 465 nm	57	12	20	11	16	10	41	34
Renk (m^{-1}) 436 nm	1,28	0,48	0,52	0,28	0,64	0,4	0,84	0,76
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,76	0,2	0,24	0,12	0,36	0,24	0,6	0,52
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,52	0,08	0,08	0,04	0,24	0,12	0,56	0,48

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	10	26,8	24,5	13,2	15,6	22,4	29,5	14,3
Rüzgar	11	13	23	8	9	6	16	8
Su Yüksekliği (Nitel)**	2	2	2	2	4	3	2	1
Yükselti	15 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-15: Bulanık Deresi – Fidanlık Yanı (7B)'na Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	1560	4840	31600	1102	885	1990	12550	8750
Fekal Koliform (kob/100ml)	920	60	120	31	144	88	1430	990
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	152	20	220	4	84	116	226	455
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	6	19	6	1	12	28	16	9
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	36	26	70	10	73	18	24	8
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	88	70	1180	115	146	57	2560	560
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	10	0	0	0	0	2	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	202	420	17680	690	205	375	14240	8810
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	5120	1300	27420	3420	930	2210	16680	11200

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	5,11	5,59	6,38	4,68	4,34	5,59	6,40	6,08
HF183 (log10 gks/100ml)	4,30	3,52	4,60	3,34	4,15	3,72	5,53	4,54
Bachum (log10 gks/100ml)	4,20	3,57	4,48	3,41	4,04	3,59	5,72	4,89
BacCow (log10 gks/100ml)	4,08	3,43	4,26	2,95	3,94	3,87	4,04	2,89
BacR (log10 gks/100ml)	4,00	3,34	4,20	2,88	3,75	3,52	3,89	3,52

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-16: Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B)'ye Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	9,1	18,8	20,7	8,3	7,4	19,2	23,7	11,5
pH	7,72	7,92	7,87	8,23	7,58	7,94	7,92	8,15
ORP	-53,5	-41,1	-38,9	-54,2	-57,1	-61,1	-68,5	-55,4
LDO (mg/l)	11,67	11,66	8,59	12,14	12,98	11,92	8,19	11,45
LDO %	99,9	126	95,3	104,9	107,2	115,2	97,5	101,5
EC (µs/cm)	184,8	278	348	315	231	301	302	334
TDS (ppm)	118	177,9	222,7	201,6	147,8	192,64	193,3	213,76
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	73	106,5	128,5	156	89	96,5	128	141,5
Bulanıklık (ntu)	4,32	0,9	1,2	1,24	3,71	1,1	2,62	1,9
Renk (Pt-Co) 465 nm	28	19	10	22	16	14	18	35
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,84	0,56	0,44	0,44	0,56	0,44	0,64	1,04
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,4	0,28	0,16	0,2	0,28	0,36	0,36	0,76
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,28	0,2	0,04	0,16	0,16	0,16	0,32	0,56

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	10	21,4	21,1	11,5	10,9	20,8	25,6	13,9
Rüzgar	5	10	11	4	12	8	4	6
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	2	2	4	3	2	1
Yükselti	37 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-17: Bulanık Deresi – Milli Park Girişi (8B)'ye Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	3200	26420	17840	1685	3720	7470	24400	10300
Fekal Koliform (kob/100ml)	2100	60	330	155	860	1245	960	1120
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	182	20	240	15	234	220	75	560
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	5	70	12	4	68	56	81	44
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	92	210	170	21	165	194	94	65
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	182	252	560	140	220	342	3760	345
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	1	0	0	1	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	690	1260	5200	1720	436	1150	16400	10950
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	7480	4840	25800	3967	1028	2780	18500	12400

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	5,65	6,18	6,23	5,04	5,52	5,88	6,49	6,30
HF183 (log10 gks/100ml)	4,61	4,18	4,77	4,23	4,66	5,62	5,38	6,08
Bachum (log10 gks/100ml)	4,51	4,04	4,77	4,18	4,72	5,46	5,84	5,75
BacCow (log10 gks/100ml)	3,97	3,32	3,81	3,82	3,85	4,04	4,23	4,32
BacR (log10 gks/100ml)	3,96	3,08	3,90	3,73	3,72	4,20	4,51	3,82

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-18: Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B)'na Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	5,4	16,6	18,6	6,1	5,6	18,1	19,1	10,2
pH	7,24	7,72	7,54	8,01	7,48	7,51	7,73	7,95
ORP	-26,9	-31	-22,1	-43,5	-51,5	-24,4	-57,7	-54,8
LDO (mg/l)	11,8	9,14	7,19	10,41	11,85	10,12	7,14	11,3
LDO %	93,6	95,5	73,8	87,1	94,7	101,1	78,9	94,5
EC (µs/cm)	211	304	348	337	264	322	334	326
TDS (ppm)	135	194,6	222,7	215,7	169	206,08	213,8	208,64
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	87,5	117	118	142,5	105	114,5	135	122,5
Bulanıklık (ntu)	4,82	1,49	0,83	2,2	5,01	1,22	2,82	2,1
Renk (Pt-Co) 465 nm	35	13	10	17	29	14	34	21
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,64	0,48	0,52	0,48	0,76	0,44	0,8	0,64
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,4	0,24	0,16	0,2	0,56	0,28	0,36	0,48
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,28	0,12	0,04	0,08	0,4	0,12	0,24	0,28

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	7	16	18,6	5,1	8,5	20,1	23,9	12,8
Rüzgar	3	11	6	4	7	8	2	4
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	3	2	2	4	3	2	1
Yükselti	150 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-19: Bulanık Deresi – Demirköy Çıkışı (9B)'na Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	7300	48000	32400	28100	28800	36400	55100	41300
Fekal Koliform (kob/100ml)	3300	14400	9900	11700	14200	16500	11300	12200
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	960	1720	3800	332	1600	1540	540	2400
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	32	730	80	180	190	150	90	230
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	144	274	150	240	110	185	730	450
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	192	1680	2700	560	540	590	1150	990
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	20	10	2	102	0	36	600	125
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	1034	10320	16900	4880	1584	7430	41600	26500
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	9600	22560	40800	35700	6560	14200	55600	31700

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları | **I (Çok iyi)** | **II (İyi)** | **III (orta)** | **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	5,97	6,68	6,53	6,53	6,08	6,59	6,76	6,64
HF183 (log10 gks/100ml)	4,81	6,52	6,32	6,26	5,43	6,49	6,58	6,56
Bachum (log10 gks/100ml)	4,77	6,48	6,26	6,20	5,73	6,28	6,46	6,51
BacCow (log10 gks/100ml)	4,34	5,04	5,54	5,79	4,83	5,41	5,38	6,46
BacR (log10 gks/100ml)	4,23	5,15	5,46	5,74	4,64	5,73	5,23	6,26

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-20: Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	4,9	15,8	18,6	6,3	5,7	17,2	19,5	9,6
pH	7,4	7,37	7,6	8,3	7,15	7,44	7,61	8,2
ORP	-35,5	-17,6	-25,6	-57,2	-32,7	-24,5	-50,8	-61,3
LDO (mg/l)	12,05	9,22	7,33	10,2	11,67	9,88	7,44	10,8
LDO %	94,7	94,9	78	85,4	93,4	96,1	82,9	95,1
EC (µs/cm)	135,1	186,8	228	225	153,3	216,2	202,1	226,9
TDS (ppm)	86,4	119,6	145,9	144	98,11	138,368	129,3	145,216
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	47,5	71,5	81,5	97,5	58	82	89	95,5
Bulanıklık (ntu)	5,45	2,97	1,15	1,11	2,55	1,23	2,83	2,12
Renk (Pt-Co) 465 nm	35	22	15	15	19	14	30	21
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,92	0,72	0,56	0,44	0,96	0,48	0,8	0,96
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,44	0,32	0,25	0,24	0,56	0,24	0,32	0,64
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,28	0,2	0,04	0	0,48	0,08	0,28	0,48

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	6	17	18,6	8,5	9,2	19,4	24,8	11,5
Rüzgar	5	14	5	3	5	10	4	6
Su Yüksekliği (Nitel)**	2	1	1	2	3	3	2	1
Yükselti	193 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-21: Bulanık Deresi – Demirköy Girişi (10B)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	684	1880	24350	291	377	744	4750	1450
Fekal Koliform (kob/100ml)	420	440	610	13	133	358	770	330
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	86	120	340	14	24	66	225	27
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	7	8	27	0	2	4	13	4
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	18	32	70	3	15	42	17	9
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	20	107	180	10	21	156	250	165
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	1	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	110	300	2060	1370	174	289	9360	2310
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	2560	5280	9480	5760	1720	2780	12960	6450

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,30	5,15	6,32	4,20	3,99	4,89	5,74	5,60
HF183 (log10 gks/100ml)	3,81	4,04	5,18	2,76	3,34	4,08	4,46	4,23
Bachum (log10 gks/100ml)	3,64	4,00	5,11	2,11	2,91	3,72	4,15	4,00
BacCow (log10 gks/100ml)	3,23	3,04	4,51	3,11	3,36	3,76	4,89	3,15
BacR (log10 gks/100ml)	3,11	3,00	4,45	2,98	3,57	3,68	4,77	2,83

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-22: Bulanık Deresi – Alt Kol (18B)'a Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	5,2	15,1	16,8	7,5	4,6	18,1	19,2	12,4
pH	7,88	7,8	7,8	8,37	7,35	7,78	7,78	7,82
ORP	-61,7	-35	-35	-60,9	-43,8	-59,5	-60,9	-62,3
LDO (mg/l)	12,04	8,9	8,16	9,85	12,23	10,3	7,91	10,11
LDO %	96,6	92,3	86,4	85,2	97,6	96,4	89,6	94,6
EC (µs/cm)	112,2	182,6	250	220	138,9	188,4	207,2	201,3
TDS (ppm)	71,8	116,9	160	140,8	88,9	120,576	132,61	128,832
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	45	79,5	98,5	100,5	55,5	81	103,5	89,5
Bulanıklık (ntu)	2,36	1,04	0,91	0,74	2,3	1,14	1,43	0,98
Renk (Pt-Co) 465 nm	24	14	5	9	19	11	15	9
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,44	0,44	0,18	0,36	0,52	0,4	0,36	0,32
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,32	0,24	0,12	0,12	0,28	0,24	0,32	0,16
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,24	0,12	0	0,04	0,2	0,12	0,2	0,04

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	7	19	20,5	8	10,5	20,8	23,3	13,1
Rüzgar	3	8	10	10	8	8	4	6
Su Yüksekliği (Nitel)**	4	4	3	3	4	3	2	2
Yükselti	328 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-23: Bulanık Deresi – Alt Kol (18B)'a Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	136	860	1380	106	181	244	2160	224
Fekal Koliform (kob/100ml)	12	20	140	1	2	18	1300	38
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	6	20	110	4	4	11	60	7
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	12	36	10	5	22	26	7	3
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	20	48	70	10	36	40	65	74
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	40	120	880	92	37	94	3120	770
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	2400	1560	4080	315	718	1430	6460	1520

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** | **II (İyi)** | **III (orta)** | **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	3,15	4,11	5,08	3,11	2,86	3,18	6,15	4,15
HF183 (log10 gks/100ml)	2,04	2,70	3,56	TSA	TSA	TSA	5,40	3,41
Bachum (log10 gks/100ml)	1,90	2,48	3,26	TSA	2,23	TSA	5,23	TSA
BacCow (log10 gks/100ml)	TSA	TSA	2,78	TSA	TSA	TSA	4,36	2,62
BacR (log10 gks/100ml)	TSA	TSA	2,90	TSA	TSA	TSA	4,28	TSA

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-24: Mert Gölü (11M)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	10,2	24,2	26,4	11,1	11,5	22,2	27,3	14,2
pH	7,45	8,25	8,85	8,81	7,85	8,02	9,34	8,94
ORP	-39	-58,9	-89,3	-82,5	-71,9	-74,7	-133	-96,6
LDO (mg/l)	13,48	8,02	9,64	12,68	14,64	10,12	12,23	12,36
LDO %	118,3	95,9	120,5	116	131,8	121,1	156,8	141,8
EC (µs/cm)	1583	6740	5310	8720	9310	8840	11880	13490
TDS (ppm)	1013	4313,6	3398	5580,8	5958	5657,6	7603	8633,6
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	66,5	157	192,5	233	120,5	142	213	251,5
Bulanıklık (ntu)	10,6	4,01	11,4	4,3	1,48	2,15	40,6	22,7
Renk (Pt-Co) 465 nm	91	31	167	70	28	37	126	98
Renk (m^{-1}) 436 nm	2,72	1,08	5,04	1,68	0,72	1,12	4,48	2,84
Renk (m^{-1}) 525 nm	1,48	0,48	3,16	1,36	0,32	0,84	2,28	1,88
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,92	0,24	0,24	1,16	0,12	0,32	2,2	1,04

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	5	20,6	26,6	15,9	12,5	24,4	28,3	17,4
Rüzgar	5	18	15	15	22	18	13	16
Su Yüksekliği (Nitel)**	2	3	2	2	4	4	3	2
Yükselti	0 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-25: Mert Gölü (11M)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	292	32240	68250	500	1116	1220	1470	1210
Fekal Koliform (kob/100ml)	18	2320	800	260	58	440	168	81
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	14	480	400	11	46	48	24	9
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	156	20	2	22	16	2	0
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	16	1440	200	10	4	56	256	110
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	102	2880	13700	640	185	560	18900	1120
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	5	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	156	4920	1260	540	296	710	296	104
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	19200	2080	5520	840	724	1020	1110	920

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	3,94	6,57	6,49	4,28	3,97	6,04	6,20	4,66
HF183 (log10 gks/100ml)	2,53	5,77	5,46	3,98	3,04	5,49	5,62	4,04
Bachum (log10 gks/100ml)	2,49	5,60	5,36	3,89	3,36	5,67	5,04	3,98
BacCow (log10 gks/100ml)	2,18	4,57	4,89	2,89	2,94	4,08	3,99	3,52
BacR (log10 gks/100ml)	2,23	4,45	4,94	2,64	2,72	3,75	3,64	3,41

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-26: Çavuşköprü Deresi (12Ç)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	8,7	18,9	20,2	9,4	8,2	20,6	20,8	13,1
pH	7,8	8,35	8,19	8,61	7,86	8,22	7,67	7,74
ORP	-59,4	-62,6	-54,5	-72,8	-72,4	-64,3	-54,2	-49,9
LDO (mg/l)	11,16	8,35	2,37	9,45	13,16	9,24	4,84	8,89
LDO %	96	91,9	26,2	83,8	109,7	95,6	53,9	81,5
EC (µs/cm)	204,6	335	472	370	300	345	399	342
TDS (ppm)	131	214,4	302,1	236,8	192	220,8	255,36	218,88
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	82,5	141,5	181,5	186	137,5	135,5	191	178
Bulanıklık (ntu)	7,09	3,48	1,69	1,46	1,38	2,24	2,68	2,44
Renk (Pt-Co) 465 nm	53	14	18	16	7	12	31	26
Renk (m^{-1}) 436 nm	1,24	0,52	0,45	0,44	0,44	0,44	0,96	0,88
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,6	0,24	0,15	0,28	0,28	0,36	0,92	0,64
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,44	0,12	0,04	0,08	0,28	0,28	0,64	0,56

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	13	25,1	24,5	15,7	12,5	24,2	26,5	16,8
Rüzgar	5	8	8	6	7	8	8	6
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	1	2	4	3	2	1
Yükselti	13 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-27: Çavuşköprü Deresi (12Ç)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	754	7340	3220	5605	1072	4550	168000	4740
Fekal Koliform (kob/100ml)	34	160	37	120	36	140	97000	2820
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	32	44	40	88	2	66	720	470
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	27	1	2	6	15	350	140
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	8	32	30	12	11	28	47	38
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	24	362	420	120	38	248	5880	1170
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	70	2040	280	1920	152	1970	116500	14530
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	3040	5320	600	2860	1130	3320	278000	36500

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** | **II (İyi)** | **III (orta)** | **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,18	5,58	5,20	5,48	3,81	5,46	6,94	6,28
HF183 (log10 gks/100ml)	3,00	3,94	3,57	4,08	3,11	3,71	6,81	6,15
Bachum (log10 gks/100ml)	2,95	3,96	3,41	4,18	2,85	3,89	6,64	5,89
BacCow (log10 gks/100ml)	2,85	4,23	3,38	3,18	2,38	4,08	4,41	4,11
BacR (log10 gks/100ml)	2,85	4,15	3,26	3,34	2,75	3,87	4,04	4,04

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-28: İğneada Deresi (13İ)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	8,6	20,5	22	9,3	9,7	20,6	24,6	12,7
pH	7,75	8,13	8,19	8,35	7,21	7,76	7,42	7,71
ORP	-55,2	-52,8	-55,4	-58,7	-36,3	-55,5	-40	-52,2
LDO (mg/l)	9,81	13,87	3,58	0,28	11,49	12,41	1,7	4,6
LDO %	83,6	153	41,2	2,4	99,1	100,2	20,3	58,6
EC (µs/cm)	187,7	326	391	393	310	289	316	310
TDS (ppm)	120	208,6	250,3	251,5	198,4	184,96	202,24	198,4
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	60	120	151,5	193	116,5	145	152	148
Bulanıklık (ntu)	8,68	1,31	11,7	23,5	6,43	9,16	37,5	24,6
Renk (Pt-Co) 465 nm	68	27	160	626	65	59	105	74
Renk (m^{-1}) 436 nm	1,88	0,96	4,56	18,92	1,88	1,76	3,8	2,04
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,96	0,44	2,2	12,56	0,92	1,24	1,76	1,36
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,84	0,2	1,28	8,84	0,48	0,88	1,24	0,98

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	13	24,5	25,2	12,9	15,9	23,8	26,5	16,4
Rüzgar	5	8	10	9	8	10	8	10
Su Yüksekliği (Nitel)**	4	3	2	1	5	4	2	1
Yükselti	13 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-29: İğneada Deresi (13İ)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	900	2000	3670	5500	3790	4320	820	540
Fekal Koliform (kob/100ml)	60	300	430	1900	750	1210	112	88
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	8	6	190	45	38	115	210	117
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	1	16	12	19	24	14	4	2
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	12	175	330	450	24	226	122	91
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	28	674	4200	6300	112	850	4850	3320
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	1	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	83	420	900	9040	396	550	2680	410
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	3760	1580	2040	17400	1680	3780	3760	1760

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,36	5,11	5,53	5,99	4,26	5,51	5,18	4,58
HF183 (log10 gks/100ml)	3,00	4,26	5,04	5,62	3,45	5,45	4,36	3,51
Bachum (log10 gks/100ml)	2,90	4,23	5,00	5,61	3,87	5,38	4,73	3,43
BacCow (log10 gks/100ml)	2,90	3,20	3,54	3,18	2,67	3,79	2,92	3,32
BacR (log10 gks/100ml)	2,90	3,45	3,28	3,08	TSA	4,04	3,15	3,45

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-30: Altın Dere (14A)'ye Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	8	20,2	21,8	9,9	9,4	20,2	25,8	12,1
pH	7,78	8,35	8,56	8,67	7,23	7,41	7,61	7,97
ORP	-56,6	-62,6	-73,4	-75,9	-37,5	-44,3	-51	-64,3
LDO (mg/l)	11,7	10,78	5,16	6,46	11,44	10,11	7,74	9,22
LDO %	98,1	119,5	59,4	58,9	97,7	100,2	96,9	99,3
EC (µs/cm)	164,4	269	305	308	225	278	288	304
TDS (ppm)	105	172,2	195,2	197,1	144	177,92	184,32	194,56
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	49,5	93,5	88,5	106,5	78,5	86,5	93	87
Bulanıklık (ntu)	1,96	0,73	0,97	5,62	1,38	0,88	1,43	2,2
Renk (Pt-Co) 465 nm	14	20	15	25	11	16	29	27
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,4	0,56	0,6	0,68	0,36	0,48	0,64	0,64
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,16	0,28	0,28	0,4	0,28	0,32	0,48	0,56
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,12	0,16	0,08	0,32	0,16	0,2	0,36	0,32

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	11	25,4	28,8	15,3	14,5	23,2	26,9	16,5
Rüzgar	4	9	10	8	7	8	8	8
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	1	2	3	3	2	1
Yükselti	15 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-31: Altın Dere (14A)'ye Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	438	6280	9250	1789	1358	3210	435	216
Fekal Koliform (kob/100ml)	16	280	72	94	152	140	110	24
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	10	74	70	16	8	55	840	370
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	2	9	1	6	0	2	46	14
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	4	12	2020	27	21	27	167	66
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	24	60	4500	390	27	210	4850	1020
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	95	0	0	0	0	1
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	93	600	3140	1620	254	710	3800	990
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	1980	5720	5400	3280	2040	3360	4540	3450

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	3,96	5,71	5,83	4,99	4,20	5,48	5,53	4,58
HF183 (log10 gks/100ml)	2,57	4,40	4,04	3,52	2,96	3,89	5,08	2,38
Bachum (log10 gks/100ml)	2,58	4,53	4,15	3,38	2,97	4,08	4,94	TSA
BacCow (log10 gks/100ml)	2,90	4,48	5,04	3,58	2,86	3,77	5,34	TSA
BacR (log10 gks/100ml)	2,73	4,53	4,84	3,45	2,49	3,36	5,18	TSA

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-32: Erikli Gölü (15E)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	9,4	24,7	26,6	11,2	11,9	21,3	27,1	14,7
pH	7,67	8,01	8,38	8,27	7,58	7,89	9,54	8,91
ORP	-51,1	-46,6	-65,7	-56,8	-57,1	-61,6	-162,1	-100,1
LDO (mg/l)	10,57	10,51	9,39	14,35	12,76	11,12	14,2	15,1
LDO %	92,7	125	117,3	130,5	116,7	111,1	179,3	181,2
EC (µs/cm)	2780	4230	16980	11680	6850	11440	4930	5120
TDS (ppm)	1779	2707,2	10867	7475,2	4384	7321,6	3155,2	3276,8
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	69,5	162	166,5	299	123,5	175,5	137	256,5
Bulanıklık (ntu)	9,19	2,46	5,7	4,81	5,81	4,42	15,8	9,98
Renk (Pt-Co) 465 nm	68	58	75	148	63	96	46	39
Renk (m^{-1}) 436 nm	2,2	2,04	2,28	4,04	2,08	3,12	1,08	1,04
Renk (m^{-1}) 525 nm	1,04	1	1,4	2,56	1,2	1,88	0,72	0,92
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,68	0,68	1	1,92	0,68	1,24	0,32	0,48

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	6	19,7	26,1	14,1	13,9	23,3	28,5	17,6
Rüzgar	3	15	22	21	20	18	13	21
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	3	2	2	4	4	3	2
Yükselti	0 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-33: Erikli Gölü (15E)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	1440	43460	5400	401	634	1140	1210	340
Fekal Koliform (kob/100ml)	20	2200	330	65	22	130	195	46
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	14	240	55	8	2	11	42	13
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	4	58	6	0	18	18	4	0
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	34	1440	700	125	74	220	65	26
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	196	5280	5400	3250	980	4110	7270	2210
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	52	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	468	14400	800	410	232	880	880	350
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	2540	15800	9000	920	1420	3150	1560	810

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,38	6,70	5,72	3,98	4,04	6,15	6,04	4,04
HF183 (log10 gks/100ml)	3,18	5,66	4,74	3,36	3,08	5,05	5,18	3,69
Bachum (log10 gks/100ml)	3,15	5,59	4,76	3,30	3,00	4,88	5,36	3,82
BacCow (log10 gks/100ml)	3,11	4,71	4,60	3,04	2,97	4,64	4,32	2,80
BacR (log10 gks/100ml)	3,18	4,70	4,45	3,15	3,36	4,08	3,92	2,73

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-34: Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E)'ne Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	7,5	15,8	21,8	9,2	7,6	18,3	21,2	14,1
pH	7,82	8,19	8,29	8,38	7,48	7,88	7,55	7,91
ORP	-58,8	-54,3	-60,3	-61,4	-51,2	-61,2	-47,4	-63,6
LDO (mg/l)	11,2	6,89	5,63	0,41	11,66	7,96	0,49	6,24
LDO %	93,5	72,2	64,4	3,5	96,5	84,8	5,6	77,6
EC (µs/cm)	207,4	377	362	321	336	354	334	313
TDS (ppm)	133	241,3	231,7	205,44	215	226,56	213,76	200,32
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	77	145,5	144	158	141,5	140,5	160	151,5
Bulanıklık (ntu)	4,61	2,02	1,05	3,42	2,62	2,51	11,3	5,75
Renk (Pt-Co) 465 nm	41	72	13	165	40	45	45	39
Renk (m^{-1}) 436 nm	1,2	1,08	0,48	5,04	1,2	1,16	1,2	0,96
Renk (m^{-1}) 525 nm	1	0,6	0,16	2,64	0,84	0,76	0,64	0,88
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,76	0,44	0	1,8	0,52	0,44	0,48	0,48

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	8	22,5	26	15,9	14,9	22,9	29,1	17,5
Rüzgar	3	9	12	4	8	6	4	8
Su Yüksekliği (Nitel)**	4	3	2	1	4	3	2	1
Yükselti	20 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-35: Efendi Deresi – Milli Park Girişi (16E)'ne Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	2340	5960	12830	434	1708	1850	5380	1120
Fekal Koliform (kob/100ml)	88	120	95	13	114	122	275	156
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	12	28	210	5	8	33	560	274
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	2	3	3	0	0	1	1	1
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	4	18	120	42	13	27	22	14
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	6	84	2500	120	126	214	630	770
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	128	120	1520	500	302	470	620	144
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	9200	2800	6600	1830	4440	3590	850	540

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları I (Çok iyi) II (İyi) III (orta) IV (Zayıf)

MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	4,59	5,64	5,89	4,32	4,15	5,30	5,38	4,53
HF183 (log10 gks/100ml)	3,26	3,79	3,95	2,53	3,53	3,74	4,11	3,46
Bachum (log10 gks/100ml)	3,18	3,73	3,93	TSA	3,36	3,11	4,04	3,18
BacCow (log10 gks/100ml)	3,08	3,38	4,26	TSA	2,94	2,97	4,52	3,15
BacR (log10 gks/100ml)	3,00	3,53	4,11	2,38	2,65	TSA	4,38	3,00

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-36: Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)'na Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları ve İklimsel/Coğrafik Parametre Verileri

FİZİKOKİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Su Sıcaklığı (°C)	8	16	19,5	10,1	9,2	18,1	20,9	14,3
pH	7,78	8,31	8,13	8,35	7,63	7,95	7,36	7,88
ORP	-56,7	-59,6	-51,6	-60,5	-60	-62,6	-36,8	-62,1
LDO (mg/l)	11,01	7,77	2,6	4,75	11,02	9,5	3,55	7,61
LDO %	93,6	79,8	28,3	43,9	94,2	90,1	40,4	75,9
EC (µs/cm)	259	423	494	483	368	426	421	389
TDS (ppm)	166	270,7	316,7	309,1	235,5	272,64	269,44	248,96
Toplam Alkalinite (mg/l $CaCO_3$)	104,5	179,5	212,5	228,5	169	200,5	212	201,5
Bulanıklık (ntu)	2,8	0,44	0,91	0,86	1,34	0,92	1,91	1,41
Renk (Pt-Co) 465 nm	25	3	5	29	12	10	13	9
Renk (m^{-1}) 436 nm	0,4	0,12	0,24	0,44	0,2	0,16	0,28	0,16
Renk (m^{-1}) 525 nm	0,16	0,4	0,04	0,28	0,16	0,12	0,12	0,12
Renk (m^{-1}) 620 nm	0,04	0	0	0,12	0,04	0,08	0,04	0,12

***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

Su Kalite Sınıfları — **I (Çok iyi)** — **II (İyi)** — **III (orta)** — **IV (Zayıf)**

İKLİMSEL/COĞRAFİK PARAMETRE VERİLERİ								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Anlık Hava Sıcaklığı (°C)	10	23,6	24,5	14,9	15,2	22,1	28,1	17,9
Rüzgar	3	9	10	4	8	10	7	9
Su Yüksekliği (Nitel)**	3	2	1	2	4	3	2	1
Yükselti	43 metre							

****Su Yüksekliği en düşük 1, en yüksek 5 olmak üzere değerlendirilmiştir.**

EK-37: Efendi Deresi – Kaynakların Birleşme Noktası (17E)'na Ait Mikrobiyolojik Kültür ve Moleküler Analiz Sonuçları

MİKROBİYOLOJİK KÜLTÜR ANALİZ SONUÇLARI*								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
Toplam Koliform (kob/100ml)	716	8500	10285	8225	146	910	3788	440
Fekal Koliform (kob/100ml)	14	100	100	57	26	55	112	65
Fekal Streptokok (Enterokok) (kob/100ml)	4	30	410	19	2	14	142	22
***Clostridium perfringens* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	0	2	4	0	0	0	1	0
***Clostridia* (Sadece Spor) (cfu/100ml)**	4	14	18	7	6	21	49	34
***Clostridia* (Vejetatif+Spor) (kob/100ml)**	12	23	160	33	19	117	2160	440
***Pseudomonas aeruginosa* (kob/100ml)**	0	0	0	0	0	0	0	0
36 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	28	540	700	740	5	144	680	71
22 °C Toplam Jerm Sayısı (kob/1ml)	1140	2360	1080	5160	912	1250	820	930

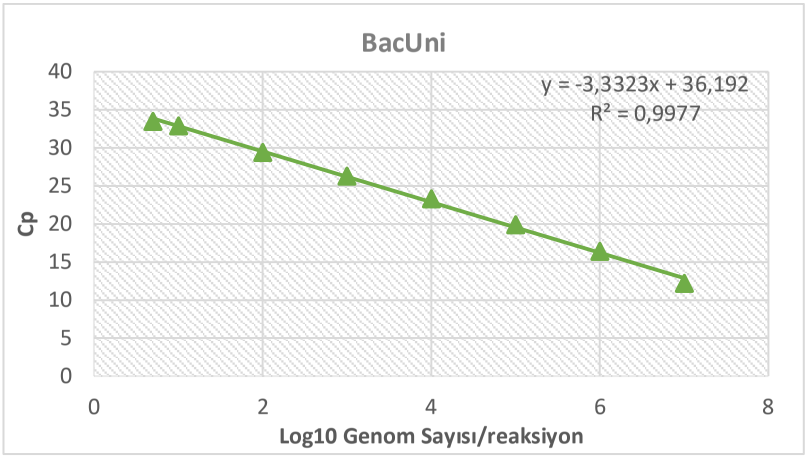
***Renklendirmeler, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2 ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği mülga(17.12.2022) Tablo-1: Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre düzenlenmiştir. Buna göre:**

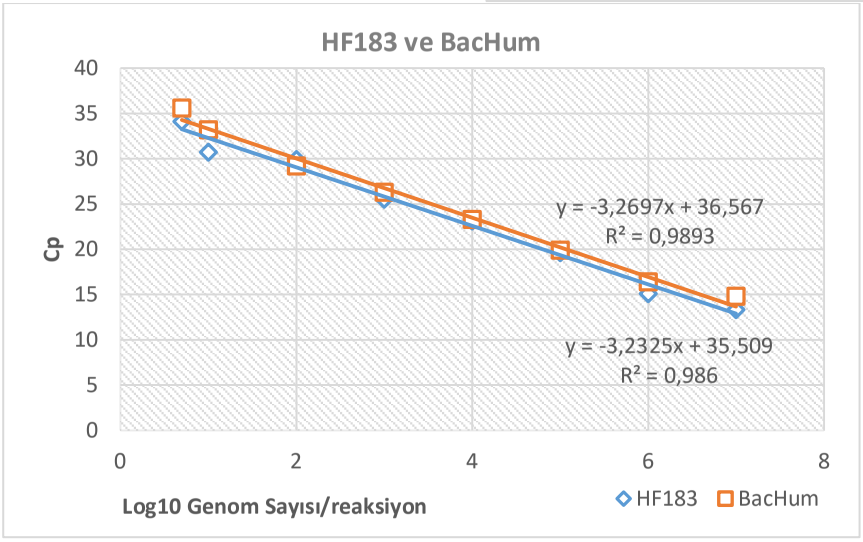
Su Kalite Sınıfları **I (Çok iyi)** **II (İyi)** **III (orta)** **IV (Zayıf)**

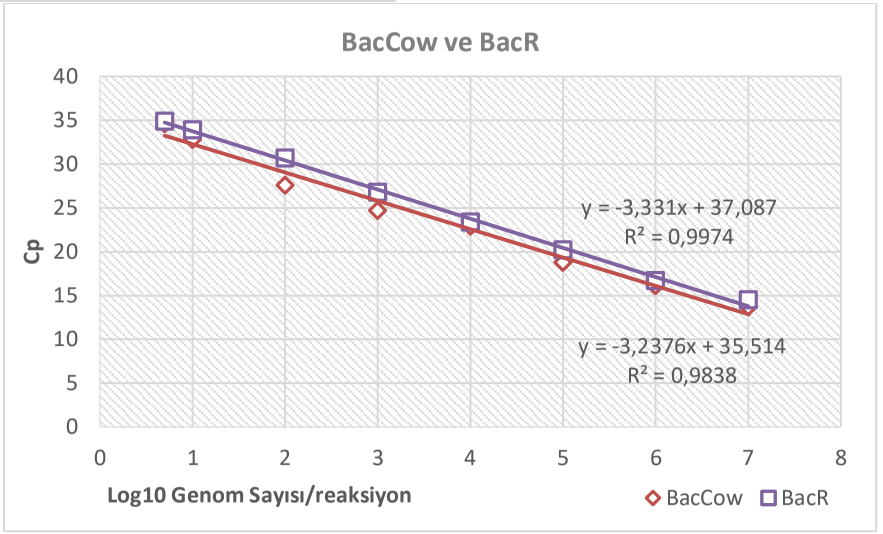
MOLEKÜLER ANALİZ SONUÇLARI								
Yıl	**2021**				**2022**			
Mevsim	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**
BacUni (log10 gks/100ml)	3,98	5,66	5,70	5,53	3,49	4,94	5,20	4,48
HF183 (log10 gks/100ml)	2,40	3,80	3,87	3,63	2,96	3,56	3,85	TSA
Bachum (log10 gks/100ml)	2,32	3,85	3,79	3,83	2,89	2,94	3,64	TSA
BacCow (log10 gks/100ml)	TSA	3,72	3,84	3,59	TSA	3,08	3,59	TSA
BacR (log10 gks/100ml)	TSA	3,58	3,85	3,56	2,18	TSA	3,32	TSA

TSA: Tespit Sınırının Altında

EK-38: kPZR Çalışmalarında Referans Alınan Standart Eğriler







ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Burak DUMLU, 1987 yılında Ankara'nın Keçiören ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Keçiören'de tamamladı. 2006 yılında öğrenimine başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesinin ilk yılında İngilizce eğitimi alarak Biyoloji bölümünden 2011 yılında mezun oldu. 2013 yılında Sağlık Bakanlığı Yalova Halk Sağlığı Müdürlüğü Halk Sağlığı Laboratuvarında Biyolog unvanıyla göreve başlamış olup Klinik Dışı Mikrobiyoloji, Bakteriyoloji-Parazitoloji ve Tüberküloz Laboratuvarlarında çalışmış, Klinik Dışı Mikrobiyoloji Laboratuvarı Birim Sorumlusu olarak görev yapmıştır. 2015 yılında Yalova Halk Sağlığı Müdürlüğü tarafından asli görevinin yanında Merkez Toplum Sağlığı Merkezine bağlı İş Sağlığı ve Güvenliği Biriminde İş Güvenliği Uzmanı olarak görevlendirilmiştir. 2015-2016 yılları süresince Sağlık Bakanlığına Bağlı Yalova Termal Kaplıcaları İşletme İdaresinin İş Güvenliği Uzmanı olarak görev yapmıştır. 2016 yılında Kırklareli Halk Sağlığı Müdürlüğü Halk Sağlığı Laboratuvarına tayin olmuştur. Yine aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek öğrenimine başlamıştır. 2017 yılı itibariyle Kırklareli Halk Sağlığı Laboratuvarı Sorumlusu olarak görevlendirilmiştir ve halen görevini sürdürmektedir. Evlidir.