



**HOCAKÖY BARAJINI BESLEYEN ALİAĞA VE BEDRE
DERELERİNİN SU KALİTE PARAMETRELERİNİN
İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ**

İrem TAN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HOCAKÖY BARAJINI BESLEYEN ALİAĞA VE BEDRE DERELERİNİN SU
KALİTE PARAMETRELERİNİN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ**

İrem TAN

0000-0003-4419-4188

Prof. Dr. Feza KARAER

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HOCAKÖY BARAJINI BESLEYEN ALİAĞA VE BEDRE DERELERİNİN SU
KALİTE PARAMETRELERİNİN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

İrem TAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Feza KARAER

2015 yılında inşaatına başlanmış Hocaköy Barajı içme suyu temini amacıyla kurulmuştur. Barajı besleyen ana kollardan olan Aliğa ve Bedre Deresi önemli su kaynaklarındandır. Derelerin su kaliteleri BUSKİ Genel Müdürlüğü ve DSİ tarafından izlenmektedir. Tez çalışmasında, su kalitesini değerlendirmek amacıyla 2019-2020 ve 2021 yıllarına ait su kaynaklarının kalitesinin incelendiği tek bir noktadan, su kalitesi verilerine istatistiksel analiz programları uygulanmıştır ve su kalite sınıfları belirlenmiştir.

Çalışmada, su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla Temel Bileşen Analizi ve Faktör Analizi kullanılmıştır. Verilerin analizlere uygunluğunun incelendiği tez çalışmasında Bedre Deresine 9, Aliğa Deresine 12 parametre üzerinden istatistiksel analizler uygulanmıştır. Temel Bileşen Analizinde, derelerin su kalitesini en iyi ifade eden parametrelerin başında, birinci grupta Cl^- , NO_3^- , Se, İletkenlik, SO_4^{2-} , Cr ve Pb parametreleri gelmektedir. Parametreler su kaynağının kalitesini %35,974 ve %39,554 oranında temsil etmiştir. Faktör Analizinde ise, öz değerleri 1'den büyük olan faktörler belirlenmiştir. Bedre Deresi için ilk 3 faktör, Aliğa Deresi için ilk 4 faktör uygun olarak görülmüştür. İlk 3 faktörün toplam varyansı %77,861, ilk 4 faktörün toplam varyansı %87,633 bulunmuştur.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği baz alınarak numunelerin yıllık ortalama analiz değerleri esas alınmıştır. Parametreler değerlendirmeye alındığında; Bedre Deresi Bakır ve Siyanür açısından IV. sınıf, Cıva, Fekal Koliform ve Demir açısından III. sınıf kalitededir. Aliğa Deresi Fekal Koliform ve Demir açısından IV. sınıf kalitede bulunmuştur. Bedre Deresinde Bulanıklık, Bakır, Mangan, Fekal ve Toplam Koliform A2 kategorisinde, Siyanür ve Demir A3 kategorisinde; Aliğa Deresinde Bulanıklık, Mangan, Fekal ve Toplam Koliform ve Demir açısından A3 kategorisindedir.

Anahtar Kelimeler: su kalitesi, istatistiksel analiz, parametre, aliğa deresi, bedre deresi
2022, xii + 184 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

STATISTICAL ANALYSIS OF THE WATER QUALITY PARAMETERS OF ALIAĞA AND BEDRE STREAMS FEEDING THE HOCAKÖY DAM

İrem TAN

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineer

Supervisor: Prof. Dr. Feza KARAER

The Hocaköy Dam, the construction of which began in 2015, was established for the purpose of supplying drinking water. Jul. Aliğa and Bedre Creek, which are the main tributaries feeding the dam, are one of the important water sources. The water quality of the streams is monitored by the BUSKI General Directorate and the DSI. In order to evaluate the water quality, statistical analysis programs were applied to the water quality data from a single point where the water supply quality for 2019-2020 and 2021 was examined in order to evaluate the water quality and water quality classes were determined.

In the study, Basic Component Analysis and Factor Analysis were used to evaluate the water quality. In the thesis study where the suitability of the data for the analyses was examined, statistical analyses were applied on 9 parameters to Bedre Creek and 12 parameters to Aliaga Creek. In the Basic Component Analysis, the parameters that best express the water quality of the streams are Cl⁻, NO₃⁻, Se, Conductivity, SO₄⁻², Cr and Pb parameters in the first group. The parameters represented the quality of the water supply by 35,974% and 39,554%. In the Factor Analysis, factors with eigenvalues greater than 1 were determined. The first 3 factors were considered suitable for Bedre Creek and the first 4 factors were considered suitable for Aliaga Creek. The total variance of the first 3 factors was found to be 77.861%, and the total variance of the first 4 factors was found to be 87.633%.

The average annual analysis values of the samples were based on the Water Pollution Control Regulation and the Regulation on the Quality and Purification of Drinking Water Supplied Water. When the parameters are evaluated; Bedre Creek is IV in terms of Copper and Cyanide. class III in terms of Mercury, Fecal Coliform and Iron. the class is of good quality. Aliaga Creek is rich in fecal Coliform and Iron. the grade was found to be of good quality. Turbidity, Copper, Manganese, Fecal and Total Coliform in Bedre Creek are in the A2 category, Cyanide and Iron are in the A3 category; Turbidity in Aliaga Creek is in the A3 category in terms of Manganese, Fecal and Total Coliform and Iron.

Key words: water quality, statistical analysis, parameter, aliaga creek, bedre creek
2022, xii + 184 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmamın planlaması ve yürütülmesi sürecinde bilgi ve önerini benimle paylaşan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, zorlu ve uzun süreçte bana vaktini ayırıp, önüme çıkan engellerde pes etmemem gerektiğini söyleyerek, her zaman yol gösteren, değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Feza KARAER'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca desteklerini biran olsun esirgemeyen, bu zamanlarıma pes etmeden büyük çabalarla getiren, sevgi ve hoşgörü ile dinleyen, hayattaki en değerlilerim ve iyi kilerim canım babam Mehmet TAN'a, annem Aysel TAN'a ve kardeşim Recep TAN'a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kuzenim Nisanur TAN'a çok teşekkür ederim.

Aliağa ve Bedre Derelerinin numuneleri alan, laboratuvarında analizlerini yapan ve su kalitesi verilerinin analiz sonuçlarını benimle paylaşan BUSKİ Genel Müdürlüğü'ne, teşekkürlerimi sunarım.

İrem TAN

.../.../2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Dünya'daki Kullanılabilir Su Kaynaklarının Dağılımı ve Kullanımı	4
2.2. Dünya'daki Kullanılabilir Su Kaynaklarına Yönelik Çalışmalar	9
2.3. Türkiye'deki Kullanılabilir Su Kaynaklarının Dağılımı ve Kullanımı	15
2.4. Türkiye'deki Kullanılabilir Su Kaynaklarına Yönelik Çalışmalar	27
2.5. Parametre Verilerinin İstatistiksel Yönlendirilmesi.....	35
2.6. Su Kalite Parametrelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi	36
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	40
3.1. Materyal	40
3.1.1. Çalışma alanının tanıtılması.....	40
3.1.2. Nüfus ve yerleşim alanı.....	45
3.1.3. Arazi.....	46
3.1.4. Sanayi	47
3.2. Ölçüm ve Analizler	49
3.3. Alınan Numunelerin Su Kalite Parametreleri Analizi	52
3.3.1. pH.....	52
3.3.2. Elektriksel iletkenlik	52
3.3.3. Renk	53
3.3.4. Bulanıklık.....	54
3.3.5. Alüminyum (Al).....	55
3.3.6. Arsenik (As).....	56
3.3.7. Bakır (Cu)	56
3.3.8. Baryum (Ba).....	57
3.3.9. Bor (B)	57
3.3.10. Cıva (Hg).....	58
3.3.11. Çinko (Zn).....	58
3.3.12. Florür (F ⁻).....	58
3.3.13. Kadmiyum (Cd)	59
3.3.14. Klorür (Cl ⁻).....	60
3.3.15. Kobalt (Co)	60
3.3.16. Kurşun (Pb)	60
3.3.17. Mangan (Mn)	61
3.3.18. Nikel (Ni)	61
3.3.19. Nitrat (NO ₃ ⁻).....	62
3.3.20. Selenyum (Se)	62
3.3.21. Siyanür (CN ⁻)	63
3.3.22. Sülfat (SO ₄ ⁻²).....	63
3.3.23. Fekal koliform ve toplam koliform	64
3.3.24. Amonyum (NH ₄ ⁺)	64

3.3.25. Demir (Fe).....	65
3.3.26. Krom (Cr).....	65
3.4. Yöntem	66
3.4.1. Temel bileşenler analizi	66
3.4.1. Faktör analizi.....	67
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	71
4.1. Parametrelere Faktör Analizi Uygulanması ve Yorumlanması	71
4.2. Parametrelere Temel Bileşen Analizinin Uygulanması ve Yorumlanması.....	75
4.3. Alınan Numunelerin Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi ve Yorumlanması ...	80
4.4. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi Su Kalitesinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmeliği'ne Göre Değerlendirilmesi.....	145
5. SONUÇ	150
KAYNAKLAR	154
ÖZGEÇMİŞ	160
EKLER.....	161
EK 1 2019 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri.....	162
EK 2 2019 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri	163
EK 3 2020 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri.....	164
EK 4 2020 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri	165
EK 5 2021 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri.....	166
EK 6 2021 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri	167

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Al	Alüminyum
As	Arsenik
Cu	Bakır
Ba	Baryum
B	Bor
Hg	Civa
Zn	Çinko
F ⁻	Florür
Cd	Kadmiyum
Cl ⁻	Klorür
Co	Kobalt
Pb	Kurşun
Mn	Mangan
Ni	Nikel
NO ₃ ⁻	Nitrat
Se	Selenyum
CN ⁻	Siyanür
SO ₄ ⁻²	Sülfat
Fe	Demir
Cr	Krom
NH ₄ ⁺	Amonyum
CO ₂	Karbondioksit
HCO ₃	Bikarbonat
Sr	Stronsiyum
K	Potasyum
Na	Sodyum
SO ₂	Kükürt dioksit
SO ₃	Kükürt trioksit
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
Cr ⁰ , Cr ⁺³ ve Cr ⁺⁶	Doğada yaygın olarak bulunan krom formları
Fe ⁺² ve Fe ⁺³	Doğada yaygın olarak bulunan demir formları
hm ³	Hektar metre küp
km ³	Kilometre küp
km ²	Kilometre kara
mm	Milimetre
%	Yüzde
mg CaCO ₃ /L	Miligram kalsiyum karbonat/Litre
mg/L	Miligram/Litre
milyar m ³ /yıl	Milyar metre küp/Litre
m ³ /kişi/yıl	Metre küp/Kişi/Yıl
1/s/km ³	1/Saniye/Kilometre küp
kwh/yıl	Kilowatt saat/yıl
ppm	Milyonda bir birim
ppb	Milyarda bir birim

µg/L
mg/kg

Mikrogram/Litre
Miligram/Kilogram

Kısaltmalar

Açıklama

AB	Avrupa Birliği
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
UNICEF	Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu
MDGs	Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri
BM	Birleşmiş Milletler
FAO	Food and Agriculture Organisation
WWAP	World Water Assessment Programme
EPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
SÇD	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi
EURATOM	Avrupa Atom Enerji Topluluğu
DSİ	Devlet Su İşleri
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UNIDO	Birleşmiş Milletler Sanayi Kalkınma Örgütü
BUSK	Bursa Su ve Kanalizasyon İşleri
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
NHMRC	Australian Government- National Health and Medical Research Council
2000/60/EC	Su Çerçeve Direktifi
91/271/EEC	Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi
76/464/EEC	Tehlikeli Madde Direktifi
YD	Yönetmelik Değeri
AD	Aliağa Deresi
BD	Bedre Deresi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Yerküredeki suyun dağılımı.....	5
Şekil 2.2. Gelişmişlik düzeyine göre sektörel su kullanımı	7
Şekil 2.3. Aral Gölü yıllara göre değişimi	8
Şekil 2.4. Çad Gölü yıllara göre değişimi	8
Şekil 2.5. Küresel ve bölgesel içme suyu kapsamı, 2015 (%)	9
Şekil 2.6. Yıllık yağış miktarının dağılımı.....	16
Şekil 2.7. Türkiye havzaları	17
Şekil 2.8. İmalat sanayisi 2010 yılı tatlı su çekim miktarı	22
Şekil 3.1. Hocaköy Barajı inşaat alanı mansaptan görünümü.....	41
Şekil 3.2. Hocaköy Barajı inşaat alanı mansaptan membaya doğru görünümü.....	41
Şekil 3.3. Türkiye haritasında çalışma bölgesinin gösterimi	42
Şekil 3.4. Çalışma bölgesinin gösterimi.....	42
Şekil 3.5. Barajın inşa edileceği bölgeye ait jeolojik harita	43
Şekil 3.6. Baraj göl alanına ait jeolojik harita	43
Şekil 3.7. Bursa ilinin ortalama sıcaklık değerleri	44
Şekil 3.8. Bursa ilinin toplam ortalama yağış değerleri	44
Şekil 3.9. Çalışma bölgesinin hidrojeolojik haritası	45
Şekil 3.10. 2007-2020 yıllarına ait İnegöl nüfus dağılımı	46
Şekil 3.11. İnegöl ilçesi arazi dağılımı.....	46
Şekil 3.12. Faktör analizi şekilsel gösterimi.	68
Şekil 4.1. Bedre Deresi için öz değerlerin yamaç eğilim grafiği	72
Şekil 4.2. Aliğa Deresi için öz değerlerin yamaç eğilim grafiği	73
Şekil 4.3. Bedre Deresi yıllara göre pH değerleri	83
Şekil 4.4. Aliğa Deresi yıllara göre pH değerleri	83
Şekil 4.5. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı pH ortalama değerleri.....	84
Şekil 4.6. Bedre Deresi yıllara göre elektrik iletkenliği değerleri.....	85
Şekil 4.7. Aliğa Deresi yıllara göre elektrik iletkenliği değerleri	85
Şekil 4.8. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı elektrik iletkenliği ortalama değerleri	86
Şekil 4.9. Bedre Deresi yıllara göre renk değerleri	87
Şekil 4.10. Aliğa Deresi yıllara göre renk değerleri	88
Şekil 4.11. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı renk ortalama değerleri	88
Şekil 4.12. Bedre Deresi yıllara göre bulanıklık değerleri.....	90
Şekil 4.13. Aliğa Deresi yıllara göre bulanıklık değerleri.....	90
Şekil 4.14. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı bulanıklık ortalama değerleri	91
Şekil 4.15. Bedre Deresi yıllara göre alüminyum değerleri.....	92
Şekil 4.16. Aliğa Deresi yıllara göre alüminyum değerleri.....	93
Şekil 4.17. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı alüminyum ortalama değerleri	93
Şekil 4.18. Bedre Deresi yıllara göre arsenik değerleri	95
Şekil 4.19. Aliğa Deresi yıllara göre arsenik değerleri	95
Şekil 4.20. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı arsenik ortalama değerleri	95

Şekil 4.21. Bedre Deresi yıllara göre bakır değerleri.....	97
Şekil 4.22. Aliğa Deresi yıllara göre bakır değerleri.....	97
Şekil 4.23. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı bakır ortalama değerleri.....	98
Şekil 4.24. Bedre Deresi yıllara göre baryum değerleri.....	99
Şekil 4.25. Aliğa Deresi yıllara göre baryum değerleri.....	100
Şekil 4.26. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı baryum ortalama değerleri.....	100
Şekil 4.27. Bedre Deresi yıllara göre bor değerleri.....	102
Şekil 4.28. Aliğa Deresi yıllara göre bor değerleri.....	102
Şekil 4.29. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı bor ortalama değerleri.....	102
Şekil 4.30. Bedre Deresi yıllara göre cıva değerleri	104
Şekil 4.31. Aliğa Deresi yıllara göre cıva değerleri	104
Şekil 4.32. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı cıva ortalama değerleri.....	105
Şekil 4.33. Bedre Deresi yıllara göre çinko değerleri	106
Şekil 4.34. Aliğa Deresi yıllara göre çinko değerleri	107
Şekil 4.35. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı çinko ortalama değerleri.....	107
Şekil 4.36. Bedre Deresi yıllara göre florür değerleri.....	109
Şekil 4.37. Aliğa Deresi yıllara göre florür değerleri.....	109
Şekil 4.38. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı florür ortalama değerleri.....	109
Şekil 4.39. Bedre Deresi yıllara göre kadmiyum değerleri.....	111
Şekil 4.40. Aliğa Deresi yıllara göre kadmiyum değerleri.....	111
Şekil 4.41. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı kadmiyum ortalama değerleri.....	112
Şekil 4.42. Bedre Deresi yıllara göre klorür değerleri	113
Şekil 4.43. Aliğa Deresi yıllara göre klorür değerleri	114
Şekil 4.44. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı klorür ortalama değerleri.....	114
Şekil 4.45. Bedre Deresi yıllara göre kobalt değerleri	115
Şekil 4.46. Aliğa Deresi yıllara göre kobalt değerleri.....	115
Şekil 4.47. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı kobalt ortalama değerleri.....	116
Şekil 4.48. Bedre Deresi yıllara göre kurşun değerleri	117
Şekil 4.49. Aliğa Deresi yıllara göre kurşun değerleri	118
Şekil 4.50. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı kurşun ortalama değerleri.....	118
Şekil 4.51. Bedre Deresi yıllara göre mangan değerleri	120
Şekil 4.52. Aliğa Deresi yıllara göre mangan değerleri	120
Şekil 4.53. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı mangan ortalama değerleri.....	121
Şekil 4.54. Bedre Deresi yıllara göre nikel değerleri	122
Şekil 4.55. Aliğa Deresi yıllara göre nikel değerleri.....	123
Şekil 4.56. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı nikel ortalama değerleri.....	123

Şekil 4.57. Bedre Deresi yıllara göre nitrat değerleri.....	125
Şekil 4.58. Aliğa Deresi yıllara göre nitrat değerleri	125
Şekil 4.59. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı nitrat ortalama değerleri.....	125
Şekil 4.60. Bedre Deresi yıllara göre selenyum değerleri.....	127
Şekil 4.61. Aliğa Deresi yıllara göre selenyum değerleri.....	127
Şekil 4.62. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı selenyum ortalama değerleri.....	128
Şekil 4.63. Bedre Deresi yıllara göre siyanür değerleri	129
Şekil 4.64. Aliğa Deresi yıllara göre siyanür değerleri	130
Şekil 4.65. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı siyanür ortalama değerleri.....	130
Şekil 4.66. Bedre Deresi yıllara göre sülfat değerleri	132
Şekil 4.67. Aliğa Deresi yıllara göre sülfat değerleri	132
Şekil 4.68. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı sülfat ortalama değerleri.....	133
Şekil 4.69. Bedre Deresi yıllara göre fekal koliform değerleri	135
Şekil 4.70. Aliğa Deresi yıllara göre fekal koliform değerleri.....	135
Şekil 4.71. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı fekal koliform ortalama değerleri.....	135
Şekil 4.72. Bedre Deresi yıllara göre toplam koliform değerleri.....	137
Şekil 4.73. Aliğa Deresi yıllara göre toplam koliform değerleri.....	137
Şekil 4.74. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı toplam koliform ortalama değerleri.....	138
Şekil 4.75. Bedre Deresi yıllara göre amonyum değerleri.....	139
Şekil 4.76. Aliğa Deresi yıllara göre amonyum değerleri.....	140
Şekil 4.77. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı amonyum ortalama değerleri.....	140
Şekil 4.78. Bedre Deresi yıllara göre demir değerleri.....	142
Şekil 4.79. Aliğa Deresi yıllara göre demir değerleri.....	142
Şekil 4.80. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı demir ortalama değerleri.....	142
Şekil 4.81. Bedre Deresi yıllara göre krom değerleri.....	144
Şekil 4.82. Aliğa Deresi yıllara göre krom değerleri	144
Şekil 4.83. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı krom ortalama değerleri.....	145

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. BM'nin kıtalara göre su kaynakları dağılımı.....	5
Çizelge 2.2. Dünya'daki mevcut su kaynaklarının km ³ bazında dağılımı.....	6
Çizelge 2.3. Dünya'daki tatlı su çekimi ve sektördeki kullanımı.....	6
Çizelge 2.4. Kurumların belirlediği bazı içme suyu su kalite standartları.....	10
Çizelge 2.5. AB Su Çerçeve Direktifi'nde ifade edilen temel konular ve tarihleri	14
Çizelge 2.6. Türkiye su kaynakları potansiyeli yıllık ortalamaları.....	16
Çizelge 2.7. Türkiye havzalarının ortalama su potansiyelleri.....	17
Çizelge 2.8. Su indeksine göre havzaların dağılımı.....	19
Çizelge 2.9. Türkiye'deki toplam su tüketimi ve sektörel dağılımı.....	20
Çizelge 2.10. UNIDO proje sonuçlarına göre, sektörlerle ait su tasarrufu ve verimlilik.....	23
Çizelge 2.11. Türkiye'nin aktif olarak kullandığı enerji kaynakları.....	25
Çizelge 2.12. Bursa'nın su ihtiyacını karşılamak için planlanan su kaynaklarını yıllık verimi.....	26
Çizelge 2.13. Bursa su ihtiyaçlarının yaklaşık yıllara göre dağılımı.....	26
Çizelge 2.14. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	29
Çizelge 2.15. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik, Ek-1 Kategorilere Göre Su Kalite Standartları.....	31
Çizelge 3.1. İnegöl Organize Sanayi Bölgesi sektörleri ve firma sayıları.....	47
Çizelge 3.2. BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından izlenen parametreler ve ölçüm yöntemleri.....	49
Çizelge 3.3. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi 2019-2020 ve 2021 yılı ölçülen su kalite parametrelerinin ortalamaları	51
Çizelge 3.4. Renk analiz yöntemleri.....	54
Çizelge 3.5 Bulanıklık analiz yöntemleri	54
Çizelge 3.6. Alüminyum'un bazı içme suyu standartlarındaki sınır değerleri	55
Çizelge 3.7. Florür analiz yöntemleri	59
Çizelge 4.1. Bedre Deresine ait KMO ve Bartlett küresellik testi değerleri.....	72
Çizelge 4.2. Aliğa Deresine ait KMO ve Bartlett küresellik testi değerleri.....	72
Çizelge 4.3. Bedre Deresi toplam varyans tablosu	74
Çizelge 4.4. Aliğa Deresi toplam varyans tablosu	74
Çizelge 4.5. Bedre Deresi dönüştürülmüş faktör matrisi.....	75
Çizelge 4.6. Aliğa Deresi dönüştürülmüş faktör matrisi.....	75
Çizelge 4.7. Bedre Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin toplam açıklanan varyans değerleri	76
Çizelge 4.8. Aliğa Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin toplam açıklanan varyans değerleri	77
Çizelge 4.9. Bedre Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin dönüştürülmüş temel bileşen matrisi	77
Çizelge 4.10 Aliğa Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin dönüştürülmüş temel bileşen matrisi	78
Çizelge 4.11. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllarına ait temel bileşen, parametreler, varyanslar ve varyans yüzdeleri	79
Çizelge 4.12. Bedre Deresi 2019-2021 yılları arasındaki aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları değerleri.....	80

Çizelge 4.13. Aliğa Deresi 2019-2021 yılları arasındaki analiz sonuçları, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları değerleri	81
Çizelge 4.14. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi parametre değerlerine göre Kıta İçi Su Kaynaklarının Kalite Sınıflandırılması	145
Çizelge 4.15. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi parametrelerine İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği'nde yer alan kılavuz değerlerinin belirtilmesi	146



1. GİRİŞ

Su, yerkürede oldukça fazla miktarda bulunan canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için vazgeçilmez olan, doğal kaynaklardan biridir (Dalkıran ve ark., 2020). Yeryüzünün dörtte üçü sularla çevrili olmasına rağmen, %97,5'lik bölümü okyanusu ve denizleri kapsayan tuzlu sulardır. %2,5'lik kısmı da akarsular, göllerde ve nehirlerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Tatlı suları içeren %68,7 kutuplarda, %30,1 yeraltı sularından görülmektedir. (Tunç Dede ve Sezer, 2016).

Canlıların hayatlarına devam edebilmeleri için her geçen zamanda suyun önemi daha da artmakta, sadece günümüzde değil, geçmiş yıllarda da hayatımızda rol almaktadır (Yıldız ve Değirmenci, 2012). Medeniyetlerin oluşması, gelişmesi ve yaşamlarını sürdürebilmesi, su kaynaklarına sağlıklı ve güvenilir biçimde ulaşılabilmesi, suyun istenilen miktar ve kalitede olması, suyun birçok sebeple tüketilebilecek doğal kaynak olabileceği gerçeğinin tam olarak anlaşılmasıyla mümkündür (11.Kalkınma Planı, 2019-2023).

Yeryüzündeki canlıların tümü hava, su, toprak gibi doğal kaynaklarında içerisinde var olduğu düzen üzerinde yaşamlarını sürdürmektedir. Dünya'daki tüm canlıların yaşayabilmesi için doğal kaynaklara ihtiyaçları vardır (Yolcu, 2012). Doğal kaynaklar ekosistemin bir bölümü olmakla birlikte karmaşık ve dinamik ilişkiler ortaya çıkarmaktadır. Nüfus artışıyla beraber bir kişiye düşebilecek doğal kaynak tüketimi gün geçtikçe azalırken, zamanla kamu/özel şahıslarca kullanımı birden fazla soruna sebebiyet vermektedir. Gün geçtikçe değer bulan sürdürebilir doğal kaynakların kullanılması, ekosistemin yönetilmesi, çevresel etkinin değerlendirilmesi, çevre problemleri gibi bilimsel yanları ve teknik yanları üst düzeyde olan durumlar, söz konusu olan sorunlar yönetimsel olarak çözümlemeye yöneliktir (Marin, 2004). Çoğu ülkelerde görüldüğü gibi ülkemizde de doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi söz konusudur. Bilinçsiz tüketim sonucunda temiz su ihtiyacı her geçen gün çoğalmaktadır. Araştırmalar sonucunda dünyadaki su kullanımı 1940-1980 yılları arasında iki katına yükseldiğini göstermektedir (Coşkun, 2012).

Hızla nüfusun artması, bilinçsiz tüketim, yaşam kalitesinin yükselmesi için yapılan çalışmalar ve kuraklık gibi etkenler tatlı su kaynaklarının azalmasında büyük rol

oyynamakta, bu sebeple su bugünlerimizde değeri hızla artan önemli bir madde haline gelmektedir. Dünya’da ilerleyen yıllarda su sıkıntısı ve su savaşlarının yaşanacağı bir yer haline geleceği de ön görülmektedir (Akın ve Akın, 2007).

Sanayileşme ve kentleşmenin artması ile birlikte su kullanımı hızlı bir şekilde yükseliş göstermekte, temiz su kaynakları hızla tükenmektedir. Dünya’da bir kişiye düşen tüketilebilir su oranı 5.000 m³’ü aşmış ülkeler su zengini olarak kabul edilirken, su tüketim oranı 1000 m³’ü aşmamış ülkeler su fakiri olarak kabul edilmiştir (www.zmo.org.tr). Dünya nüfusunun 9,4 milyar civarında olacağı beklenen 2050 yılında dünyadaki nüfusun %40’ı su problemi/sıkıntısı yaşayacağı tahmin edilmektedir (www.saski.gov.tr). Az miktarda bulunan tatlı su kaynaklarının günlük ihtiyaç haricinde tarım ve sanayide de kullanımı, bu kaynakların kirletilmesine sebebiyet vermektedir (Kayaer ve Çiftçi, 2018).

Ülkemiz 25 adet açık ve kapalı akarsu havzalarına sahiptir. Yüzeysel suların izlenmesi ve suyun kalitesinin belirlenmesiyle, 1980’den şimdiki zamana kadar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Tarım ve Orman Bakanlığı çeşitli projeler yürütmektedir. Dünya ülkeleri kendi içme suyu kalite standartlarını belirlediği gibi, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Avrupa Birliği (AB) kuruluşları da içme sularında görülen istenmeyen maddeler için sınır değerler belirlemiştir (Tunç Dede ve Sezer, 2016). Ülkemizde ilgili bakanlıklarca su kirliliği düzeyinin ve su kalite sınıflarının belirlenmesi için “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, suların içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için de “İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği” yayınlanmıştır.

Su kaynaklarının kimyasal/fiziksel/biyolojik/radyoaktif/ekolojik özellikleri istenmeyen tarafta değişiklik göstermesi dolaylı ya da doğrudan önemli ölçüde insanların hayatını, canlı yaşamını, balık türlerini, su kalitesini ve suların başka amaçla kullanılmasını da engelleyen tüm etkenler ya da diğer atıkların boşaltılması da su kirliliği adı altında tanımlanmaktadır (Anonim, 2020b). Su kalitesi ise, suyun yararlı biçimde kullanılmasına engel olan tüm fiziko-kimyasal ve biyolojik etkenleri kapsayan bir terimdir. Suyun kalitesine neden olan birçok etkenin belirlenmesi, suyun kullanım açısından uygunluğunun değerlendirilmesi yönünden önemlidir (Taş ve ark., 2010).

Bu tez çalışmasında; Bursa ili İnegöl ilçesinde bulunan, yakın zamanda içme suyu amacıyla kullanılmaya başlanacak olan Hocaköy Barajı'nı besleyen iki önemli su kaynakları Aliğa ve Bedre Dereleri incelenmiştir. 2019-2020 ve 2021 yıllarını kapsayan bu süreçlerde aylık numuneler alınarak içme suyu parametrelerine temel bileşen analizi ve faktör analizi uygulanarak belirlenmiş ve içme suyu olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiş, önerilerde bulunulmuş ve su kalite sınıflarının belirlenmesi amaçlanmıştır.



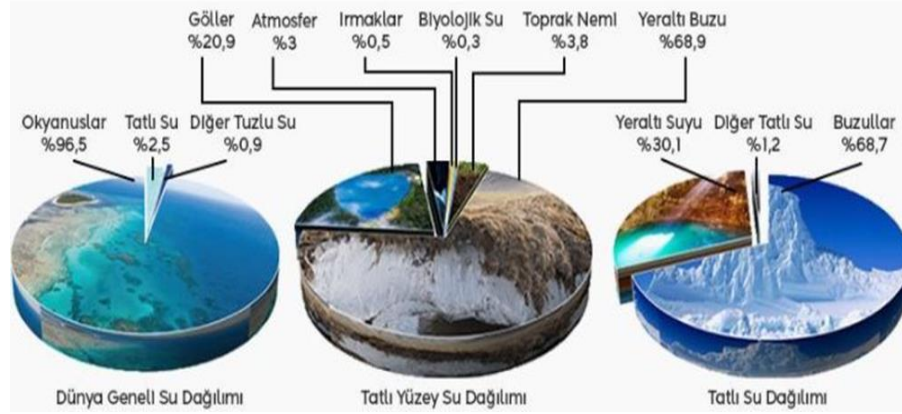
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Dünya'daki Kullanılabilir Su Kaynaklarının Dağılımı ve Kullanımı

Genişlik veya akarsu rejimine göre değişiklik gösteren, genellikle denize, göle veya akarsuya boşalan tatlı su kaynakları nehir ya da ırmak olarak tanımlanırken; genişlik veya akarsu rejimine göre değişkenlik gösteren, nehirlerin ya da ırmağın oluşumunu sağlayan bir diğer tatlı su kaynaklarımız ise dere ve çay olarak tanımlanmaktadır. Tatlı sularımız her zaman denizlere, göllere ya da büyük akarsulara karışmadan yeraltında kaybolduğu ya da tamamen kuruduğu da görülmektedir (www.wikipedia.org).

Hidrolojik döngünün önemli unsurlarından biri olan akarsuların, doğduğu alana kaynak, okyanusa, denize, göle veya bir başka akarsuya döküldüğü yere de ağız denir. Kol ise, ana akarsuya karışan, debi, akış doğrultusu veya boy olarak daha küçük olan akarsulardır. Genellikle tatlı su kaynaklarından meydana gelen akarsular, tatlı su gölleriyle beraber canlıların temel su ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Bununla beraber gıda, enerji, tarım, endüstri ve turizm sektörleri tarafından da kullanılmaktadır (www.wikipedia.org).

Temiz, kullanılabilir kalitedeki, insan sağlığına da uygun bulunan su kaynaklarına ulaşım canlı yaşamında da önemli ihtiyaçların başındadır (Turan, 2018). Dünya toplam su hacmi bakımından 1,4 milyar km³'e sahipken, tatlı olan su kaynakları bakımından su hacmi %2,5'tir. Tatlı su kaynaklarının %68,7'si yani 24 milyon km³'ü buzul dağlarında/kutuplarda bulunurken, %30,1'i yani 8 milyon km³'ü yeraltı suyu olarak yerkürede görülmektedir (www.artemisaritim.com).



Şekil 2.1. Yerküredeki suyun dağılımı (www.artemisaritim.com)

Yerkürede dağılan su kaynaklarının %97'si tuzlu sulardan oluşmaktadır (Şekil 2.1). Tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmı ulaşılması oldukça zor olan buzullarda ve jeolojik katmanlarda yeraltı suyu halinde bulunmaktadır. Erişebildiğimiz yeraltı ve yüzey suyu kaynaklarının göller, akarsular, rezervuarlar, nehirler ve derelerde bulunmakta ve canlıların içme-kullanma suyu olarak temin ettikleri temiz sulardan olup, yeryüzündeki bütün tatlı su potansiyelinin de %0.10'luk kısmından meydana gelmektedir (www.mgm.gov.tr). İçme/kullanma suyu olarak da temin edilebilen yeraltı ve yüzey sularının miktarıyla kalitesi gün geçtikçe iklim, nüfus ve ihtiyaca göre de farklılık göstermektedir. İçme/kullanma suyu olarak da kullanılan tatlı su kaynakları yerkürede çok az olması, bunların korunması, geri kazanılması ve geliştirilmesi gerektiğini de ön görmektedir.

Birleşmiş Milletlerin (BM) hazırlamış olduğu (Çizelge 2.1) verilere göre, nüfusun yoğunluğunu ve temiz su kaynaklarının tüm kıtada eşit dağıldığı görülmemektedir. Su zengini yerlerin olduğu gibi, ilerleyen yıllarda su sıkıntısı yaşayacak ülkelerin de mevcut olduğunda söz edilmektedir. (www.artemisaritim.com).

Çizelge 2.1. BM'nin kıtalara göre su kaynakları dağılımı (www.artemisaritim.com)

Dünya Kıtaları	Nüfus (%)	Su Kaynağı (%)
Kuzey Amerika Kıtası	8	15
Güney Amerika Kıtası	6	26
Avrupa Kıtası	13	8
Afrika Kıtası	13	11
Asya Kıtası	60	36
Avustralya ve Adalar Kıtası	1	5

Çizelge 2.2. Dünya'daki mevcut su kaynaklarının km³ bazında dağılımı

Su Kaynakları	Miktar (km ³)	Değer (%)
Denizler/Okyanuslar	1.348.000.000	97.39
Tatlısular		
Buzullar	27.820.000	2.01
Yeraltı suları	8.062.000	0.58
Nehirler/Göller	225.000	0.02
Atm. Buhar	13.000	0.0001
Toplam	1.348.120.000	100

Su kullanımı pek çok alanı farklı etkenler (teknolojinin gelişmesi, sosyal-kültürel değerler ve ekonomik büyüme gibi) tarafından yönlendirmekte, mevcut ve gelecek su ihtiyacı planlaması bu etkenler doğrultusunda yapılmaktadır. Tüm bu etkenlerin ilerleyen yıllarda ne yönde gelişeceğini ve su ihtiyacını nasıl etkileyeceğini ön görmek oldukça zordur. İlerleyen yıllardaki su ihtiyacı yalnızca tarım, gıda, enerji, sanayi kullanımları kadar, artan nüfus, gelişen sosyal ve ekonomik düzen ile sınırlı su kaynaklarının ne şekilde kullanılabileceğini de ön görmeyi gerektirebilmektedir. Evrensellik açısından dünyadaki su kaynaklarına oransal olarak bakıldığında %70 tarım sektöründe kullanılmaktadır, %19-%11 sanayi ve evsel kullanım takip etmektedir (FAO Aquastat, 2013).

Çizelge 2.3. Dünya'daki tatlı su çekimi ve sektördeki kullanımı (Gleick ve ark., 2011)

Dünya Ülkeleri	Tatlısu Çekimi (toplam) (km ³ /yıl)	Tatlısu Çekimi (kişi başı) (m ³ /kişi/yıl)	Evsel Kullanım (%)	Sanayi Kullanım (%)	Tarım Kullanım (%)
Angola,	0,4	18	23	17	60
Mısır,	68,3	809	8	6	86
Kanada,	45,1	1.330	20	69	12
Somali,	3,3	352	0	0	99
ABD,	482,2	1.518	13	46	41
Brezilya,	58.1	297	28	17	55
Çin,	578.9	425	12	23	63
Hindistan,	761.0	627	7	2	90
İsrail,	2.0	268	36	6	58
Japonya,	88.4	696	20	18	62
Türkiye,	40.1	530	15	11	74
Fransa,	33.2	529	16	74	10
Rusya,	76.7	546	19	63	18
İngiltere,	11.8	190	22	75	3
Avustralya,	59.8	2.782	15	10	75

Çizelge 2.3’de görüldüğü üzere sektör bazlı su tüketimleri ülkelerin gelişmişlik endeksini göstermektedir. Gelişen ülkelerde tarımdaki su tüketim ortalaması %82 civarındayken, gelişmiş ülkelerde %30’larda görülmektedir (WWAP., 2003). Gelişmiş ülkeler tarım sektöründeki su tüketimin, sanayi sektörüne bırakmaktadır (Aküzüm ve ark., 2010a). Sektörlere göre su tüketim dağılımı oranları Şekil 2.2’de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Gelişmişlik düzeyine göre sektörel su kullanımı (www.artemisaritim.com)

Zaman geçtikçe su kaynaklarımız tükenmekte ve bunun farkına varılamamaktadır. Değişen iklim koşulları, gelişen teknoloji ve sanayi ile birlikte su krizlerini ortaya çıkacak ve bu krizlere sebep olabilecek bazı konulardan da söz edilecektir (Yolcu, 2012). Bu konular;

- Dünya’daki en kurak kıta olarak bilinen Avustralya kıtasındaki Murray-Darling nehri su kaynağı, yükselmekte olan tuz miktarından dolayı tehdit altında olası,
- Dünya’da su sisteminin en yoğun kullanıldığı Zambezi nehrinin yatağında sürekli sel ve şiddetli yağışlar nedeniyle hasara sebebiyet vermesi,
- Hindistan’daki nüfus yoğunluğundan ve ekolojik dengesizlikten dolayı yaygın olarak kullanılan Ganj nehrinde kirlilik meydana gelmesi,
- Çin’de sanayi ve tarım sektöründe yoğun olarak kullanılan Sarı Nehri’nde kirlilik oluşumu ve kuraklığın meydana gelmesi,
- Sulama ve enerji üretimi amaçlı kullanılan Nil Nehri’nde oluşan değişim,

Halbuki bir damla suyun yaşamımızdaki yeri geri dönüşü olmayan hasarlara sebebiyet verdiği bilincine varılsa, belki de şimdi Aral Denizi ve Çad Gölü gibi su kaynaklarımız Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’ deki gibi kuraklık yaşanmayacaktı (www.artemisaritim.com).

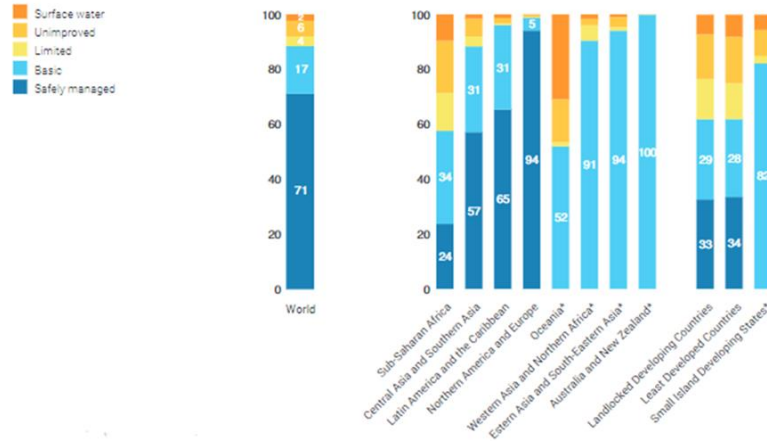


Şekil 2.3. Aral Gölü yıllara göre değişimi (www.artemisaritim.com)



Şekil 2.4. Çad Gölü yıllara göre değişimi (www.artemisaritim.com)

Dünya nüfusunun %29'u, yaklaşık 2,1 milyar kişi 2015 yılında güvenli bir biçimde yönetilen içme suyu hizmetlerini kullanmazlarken, 844 milyon kişi hala temel içme suyu hizmetlerinden yararlanamamaktadır (Şekil 2.2). Güvenli bir şekilde yönetilen içme suyu hizmetlerini kullanan 1,9 milyar kişi ise kırsal alanlarda yaşamlarını sürdürmektedir (Şekil 2.5) (WHO/ UNICEF, 2017a).



Şekil 2.5. Küresel ve bölgesel içme suyu kapsamı, 2015 (%) (WHO/ UNICEF, 2017a)

Bu süreçte, Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri (MDGs) uygulama aşamasında ilerleme kaydetmiştir. 2000-2015 yılları arasında içme suyu hizmetini kullanan nüfus %81'den %89'a yükselmiştir. 2015 yılından itibaren içme suyu hizmetlerini kullanma konusunda %95'in altında kalan ülkeler, 2030 yılına kadar içme suyu hizmetlerine ulaşma yolunda sadece beş kişiden biri ilerleme kaydedecektir (BM, 2018a).

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda alınan kararla 1993 yılında dünya su kaynaklarında görülen değişime ve suyun bilinçli tüketilmesine dikkat çekmek amacıyla her yıl mart ayının 22'si Dünya Su Günü olarak yayınlamıştır. Dünya Ekonomik Forumu 2018 yılında yayınladığı Global Riskler Raporu'nda su sıkıntılarının gelecekteki 10 yılda dünyayı etkisi altına alacak 5 riskten söz etmiştir (www.zmo.org.tr). Kuraklıkla birlikte hastalıklarında yaygınlaşacağı gelecek yıllarda, ekonomik olarak su kıtlığı yaşanılacağı tüm dünya ülkelerinde görüleceği söylenmektedir (Yolcu, 2012).

2.2. Dünya'daki Kullanılabilir Su Kaynaklarına Yönelik Çalışmalar

İnsanlığın ve tüm canlı yaşamının vazgeçilmezi olan su, eski yıllardan bu yana devamlı kendisi için savaşlar verilen, uygun şekilde kullanılması için üzerinde çalışmalar yapılan, nüfusun, sanayi ve teknolojinin de ilerlemesi ile birlikte hayatımızda önemi gün geçtikçe artan bir doğal kaynaklardanır. Yeryüzünde az miktarda bulunan su kaynakları, gün geçtikçe önem kazanan, nüfusla beraber iklim değişikliği ve endüstrileşmenin de neden olduğu çevre/su kirlilikleri meydana gelmekte, su kaynakları üzerinde planlı çalışmalar yapılmasına gerek duyulmaktadır (Kahya ve Martı, 2007).

Su kirliliğinin oluşmasında diğer bir etken olan yayılı ve noktasal kaynaklardan da gelen kirleticilerdir. Kentsel ve endüstriyel kaynaklı atık suların akarsulara, göllere ya da denizlere deşarj edilmesi noktasal kirlilik kaynağı olarak bilinirken, tarımda kullanılan pestisitler ya da belli bir bölgede toplanan atıkların su kaynaklarına karışmasından dolayı oluşan kirlilik de yayılı kaynaklar olarak bilinmektedir.

Su kalitesi kullanımına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle suyun kalitesinin belirlenmiş standartlarda olması istenmektedir. WHO, EPA ve AB gibi kurumlar insanı kullanım amacıyla içme suyu standartlarını belirlemektedir. Su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla birçok önlem alınmaktadır, bununla birlikte 30823 sayılı kanun ile Temmuz 2019’da “İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik” yayınlanmıştır. Çizelge 2.4’de WHO, EPA, AB ve “İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik”in belirlemiş olduğu içme suyu standartları görülmektedir (Karadeniz, 2021).

Çizelge 2.4. Kurumların belirlediği bazı içme suyu su kalite standartları (Karadeniz, 2021).

Parametreler	WHO	EPA	AB	Yönetmelik
Nitrat (mg/L)	50	45	50	50
Nitrit (mg/L)	-	-	-	0.5
Amonyum (mg/L)	1.5	-	0.5	0.5
Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	500	-	-	-
pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 9.5	6.5 – 9.5
Sülfat (mg/L)	500	250	250	250
Kalsiyum (mg/L)	300	-	-	-
Klorür (mg/L)	250	20	250	250
Sodyum (mg/L)	200	-	200	200
Arsenik (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin, çevre problemlerinin giderilmesinde baş hedef olarak bilinmesi, BM tarafından suyun sürdürülebilirlik hedeflerine erişiminde hayat kaynağı olarak kabul edilmesi sonucunu ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilirlik, üretim ve çeşitliliğin devamlılığı sağlanırken, doğal çevreyi ve kaynakları yıpratmamayı amaçlayan ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeden karşılayabilmemizdir (Harmancıoğlu, 2004).

Doğal kaynaklar ve çevreyle ilgili süreçlerin küresel ölçekte önemsenmesiyle, problemlerin anlaşılması ve çözülmesi için tüm dünya da çalışmalar yapılmıştır. 1922’de Rio de Janerio’da bir arada bulunan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Dünya Konferansı’nda çevre ve kalkınma problemlerinin küresel ölçekte ilk ele alınmasıyla gündemde 21.eylem planı yayınlanmıştır (Harmancıoğlu ve ark., 2002). Son zamanlarda SÇD’de (Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi) sürekli olarak ele alınan bütünsel havza yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma ifadeleri de düzenlenen bu konferanstan sonra önemi artmıştır ve yaygınlaşmaya başlamıştır (Abay, 2008). Tüketilebilir su kaynakları kullanımında ülkelerdeki karmaşıklık, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve isteklerin artması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine de erişmek havza nezdinde yönetimini gerektirmektedir. Havza nezdinde yönetim, başka bir terimle suyun yönetimi sosyal ve ekolojik birlik bütününde düzenin organizasyonu, uygulanması ve kontrolünü planlayan işlevleri kapsamaktadır (Grigg, 1999).

AB ilk olarak, 1951’de Paris Antlaşmasıyla oluşan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğuyla ortaya çıkmıştır. 1957 yılında imzalanan ve 1 Ocak 1958’de uygulamaya alınan Roma Antlaşmasıyla da EURATOM oluşmuştur. Bu kurumların oluşturulmasıyla Ortak Pazarın biçimlendirilmesine yönelik yürürlükler meydana gelmektedir. 1992’de imzalanmış ve 1993 yılı Kasım’ında uygulamaya alınmış Maastricht Antlaşmasıyla da AB tam anlamıyla kurulmuştur. Maastricht Antlaşmasıyla, ürünlerle alakalı çevre koruma/100A, Araştırma Politikası Çevre Programları/130I/1-130I/4, Toprağın Kullanımı Enerji Politikası, Ekovergileştirme/130S/2, Avrupa Ağı/129D/1, Finansman/129D/3, Çevre eylem Programları/130S, diğer politika alanları/130S ile oluşturulmuştur (Tekinay, 2010).

AB öncesinde ve AB süreci boyunca üye olan ülkeler hidroelektrik enerjisi üretimi, bütün su yapısının projelendirilmesi, uygulanması ve yönetilmesi vb. alanlarda önemli tecrübe ve yol kat etmiştir. Bu durum su kaynaklarının yaklaşık tamamını “geliştirmiş” pozisyondaki birlik ülkelerin ilk hedefi su kaynaklarının kirliliğinin önlenmesi, yeni kirleticinin oluşmasına ve çoğalmasına olanak sağlamaması ve bu tür kirleticilerle başa çıkmayı gerektiren bilgi birikimleri, ekonomik kaynakları ve de alt yapıyı oluşturmuştur (Abay, 2008).

Avrupa Birliği Su ereve Direktifi (2000/60/EC):

Yıl geçtikçe teknolojinin de gelişmesi, su kaynaklarından yeteri kadar yarar sağlanmasına neden olmasıyla beraber, gelişmeye etken olan endüstrileşme ve endüstrileşmenin de artmasıyla birlikte evre sorunları, en önemlisi su kirliliği problemlerini meydana getirmiştir. Su kirliliğinin gün geçtikçe artması, dünya ülkelerini bu süreçte önemli kararlar almaya zorlamış ve bu nedenle birçok mevzuatın oluşmasına yol açmıştır. AB su kaynaklarının yönetim kavramı, su kaynaklarının sürdürülebilirliği temellerini öznel bir biçimde konu edinen, özellikle su kaynaklarının sürdürülebilirlik etkilerini ve negatif olarak ele alınan etkilerin sürdürülebilmesi için gerekli önlemler alınmasına odaklanmıştır. Başka bir ifadeyle, AB ana ülkelerin (Hollanda, Almanya, Fransa, Belçika gibi) su kaynaklarının sürdürebilme projelerinin tamamlamış olmaları, su kaynaklarının yönetilmesinin bir başka kademesi olan mevcuttaki kaynakların efektif kullanılması, talep yönetiminin ve çevresel etkilerinin azaltılması süreçlerine geçiş sağlamaları, entegre su kalitesi kaynaklı 23 Ekim 2000’de 2000/60/EC sayılı Su ereve Direktifi’nin kanunlaşmasına sebep olmuştur (iek ve ark., 2008).

Direktifin temel konusu, kullanılabilir su kalitesini benimsemektedir. Direktif, asıl konuyla birlikte bütüncül ve yeni yaklaşımlar ne sürmektedir. Bu doğrultuda suların korunması ve iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Direktif, diğer sektörlere de çeşitli politikaları çıkarmak yerine, Avrupa su politikasını sadece yasal çerçevede ele almıştır. Bu sebeple, ekolojik ve su durumu değerlendirmesine tamamlayıcı etkenler getirilmiştir. Direktifin ele aldığı ana konular özetlendiğinde; “nehir havzası planlaması, nehir havzaları bölgesi yaklaşımı, entegre su yönetimi, tehlikeli maddelerin yarattığı kirliliğin önlenmesi, halkı bilgilendirme, istişare, ekolojik kalite, sürdürülebilir su kaynakları, ekonomik analizler, mali araçlar ve maliyetin karşılanması”. Direktif’in ana ilkesi, Madde 4’de kullandığı terimde de bahsedildiği üzere, bütün Avrupa sularının 2015 yılıyla birlikte ‘iyi duruma’ gelmesini amaçlamaktadır. Direktif bu ilkeye göre tüm çevresel hedefler koordine etmektedir. Direktifte çeşitli türlerdeki su yapısı için farklı hedefleri belirlemiştir. Yüzeysel sular ekolojik ve kimyasal yönden kullanılabilir olması gerekmektedir. Yeraltı suları ise kimyasal olarak kullanılabilir durumda olması gerekmektedir. Yüzey suları, yeraltı suları, kaynak suları vb. alanlarda diğer direktiflerle birlikte yol alması gerekmektedir. SD Madde 8’de koruma alanlarının mevcut hallerinin

izlenebilmesi için yapılması gereken durumlardan söz edilmektedir. Amaçlara ulaşmak için kaliteli analizler yapmak oldukça önem arz etmektedir. Bu sayede alınacak tedbirlere göre sağlam temeller oluşturulabilmektedir. Bu tedbirlerin yürürlüğe girmesi amaçlara ulaşmanın garantisini vermektedir. SÇD'ye göre kaliteli suya erişmek için sudaki istenmeyen maddelerin izlenebilirliği ön planda olmaktadır. Su Çerçeve Direktifi ele aldığı konulara genel ifadeler belirlemiş, diğer direktifler ve ekleriyle birlik sağlamıştır. Su Çerçeve Direktifi'nde 4 tür izleme yöntemi belirlenmiştir: “Gözetim İzlemesi, Operasyonel İzleme, Araştırmacı İzleme ve İlave İzleme (Koruma Alanlarının İzlenmesi)” (Çiçek ve ark., 2008). Direktif'de 3. Maddesinde bulunan “bütüncül nehir havzası yönetim yaklaşımı” ile ilgili üç kademeli süreçten söz edilmektedir;

- Birinci kademe, bütün nehir havzalarının karakteristik özelliklerinin analiz edilmesi,
- İkinci kademe, bütün nehir havza bölgelerine yönelik alınacak tedbirlerin belirlenmesi,
- Üçüncü kademe, Nehir havzası yönetiminin planlanmasıdır.

Akkaya ve ark, (2006)'ının bildirilerinde, AB Su Çerçeve Direktifi'nin Temel İlkeleri şunlardır:

- Suyun adil ücretlendirilmesi Madde 9 (2000/60/EC-):
- Sürdürülebilir su kullanımı Madde 18, 19, 41 -giriş bölümü (2000/60/EC):
- Uluslararası İş birliği ve Yeni Su Birliği Madde 3 (2000/60/EC-):
- Su herkesin konusudur Madde 14 (2000/60/EC-):
- Su hassas bir kaynaktır Madde 4, 8, 10, 11, 16, 17 (2000/60/EC-):

Abay (2008)'ın yapmış olduğu çalışmada Su Çerçeve Direktifi ile ilgili bazı konulardan söz etmiştir. Avrupa'yı kapsayan bütün suların ekolojik ve kimyasal yönüne ulaşması hedefindeki Su Çerçeve Direktifinin hedefini gerçekleştirmek, çoğu kademelerden geçmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Geçmişte düzenlenen nehir havzası plan ve önlemleri nehir havzası ölçeğinde kurulabilmesi, direktifte tanımlanan sıralamada ilk sırada ‘nehir havza bölgelerinin karakterizasyonu’ bulunmaktadır. Direktif'in 2 ve 13.

maddesinde nehir havza yönetimiyle alakalı tanımlar görülmektedir (Anonim, 2014; Anonim, 2012).

Akkaya ve ark. (2006)'nın hazırlamış olduğu çalışmada AB Su Çerçeve Direktifi'nde ifade edilen temel konular ve tarihlerinin belirtildiği maddeler Çizelge 2.5'de gösterilmektedir. Bahsi geçen eylemlerin uygulamaya alınmasıyla Çizelge 2.5.'de ifade edilen planların yürütülmesi için amaç ve hedefleri temel alınarak hazırlanmıştır (Akkaya ve ark. 2006).

Çizelge 2.5. AB Su Çerçeve Direktifi'nde ifade edilen temel konular ve tarihleri (Akkaya ve ark., 2006)

Yıllar	Eylem Planı	Referans Maddeler
2000	Direktifin yürürlüğe alınması planı,	Madde 25
2003	Ulusal mevzuat uyumunun sağlanması planı,	Madde 23
	Nehir Havza Bölgeleri otoritelerin belirlenmesi planı,	Madde 3
2004	Nehir havzalarının karakteristiklerinin belirlenmesi: baskılar, etkiler ve ekonomik analiz planı,	Madde 5
2006	İzleme ağının kurulması kamuoyu konsültasyonunun başlaması planı,	Madde 8 ve 14
2008	Nehir Havzası Yönetim Planı'nın taslağının sunulması planı,	Madde 13
2009	Önlemler programı dahil havza yönetim planının sonuçlandırılması planı,	Madde 13 ve 11
2010	Fiyatlandırma politikasının oluşturulması planı,	Madde 9
2012	Uygulama programlarının hazırlanması planı,	Madde 11
2015	Çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesi planı,	Madde 4
2021	İlk yönetim dönemi sonu planı,	Madde 4 ve 13
2027	İkinci yönetim dönemi sonu, hedeflerin gerçekleştirilmesi için son tarih planı,	Madde 4 ve 13

Su Çerçeve Direktifi Ek-5'te Ekolojik Durumlar Kalite Unsurlarına göre sıralanmıştır. Bu unsurlar; Biyolojik Unsurlar ve Fizikokimyasal Unsurlar olarak belirtilmiştir. Kaliteli ekolojik durum, dışarıdan etkinin çok az olduğu sulardaki canlı yaşamıyken, bu

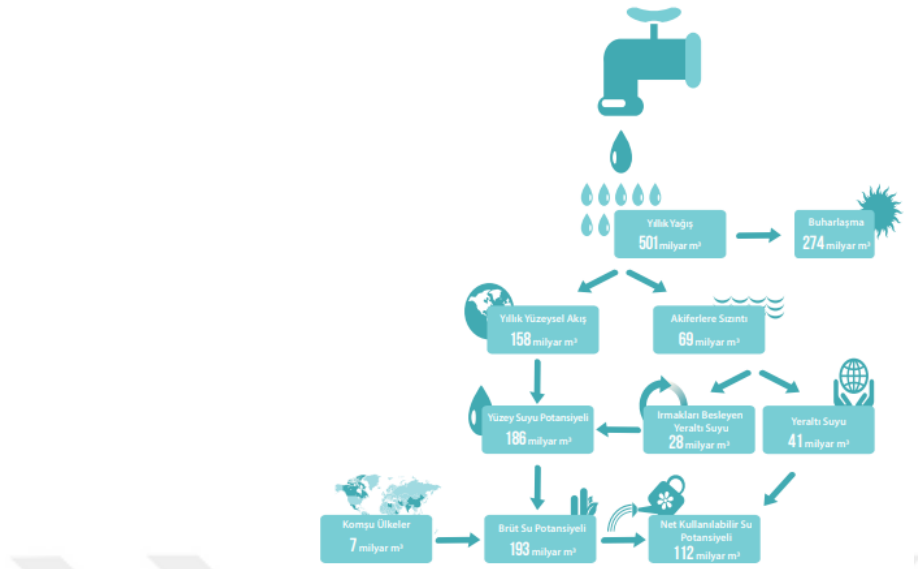
durumdan daha da az düzeyde sapmaların olduğu sular ise iyi ekolojik durumda olarak bahsedilmektedir (Bilen, 2008).

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi su kaynakları yönetimi konusunda birçok politika ve direktif yayınlamıştır. Parlamento su kaynaklarının özgür bir yapıda olduğunu üye veya aday ülkeler arasında yerüstü ve yeraltı sularının korunması, iyileştirilmesi ve genişletilmesi için birlik düzenlenmektedir. Bunun için de havza bazında yapılandırılmanın, planlandırmanın ve nehir havza yönetimini gündemde olması istenmektedir. (Çiçek ve ark., 2008).

AB'ye üye olan ülkeler gelişmiş ülke konumundadır ve su/toprak gibi kaynakların yaklaşık %100'ünü geliştirmiş durumundadır. Gelişmiş ülkeler su kaynaklarını iyileştirerek toplum için kullanılabilir seviyeye getirmesi ve hizmetine sunulması ülkenin kalkınmasında artı sağlaması hususunda faaliyetlerin birçoğunu tamamlamış, farklı sektördeki faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirlilik boyutunun giderilmesi ve indirgenmesi konusunda çalışmalara yoğunlaşmıştır (Akkaya ve ark., 2008).

2.3. Türkiye'deki Kullanılabilir Su Kaynaklarının Dağılımı ve Kullanımı

Ülkemiz 783,562 km² yüzölçümüne sahiptir ve üç tarafı denizlerle çevrili bir ada ülkesi olmasına rağmen tatlı su bakımından zengin ülkeler arasında bulunmamaktadır. Ülke genelinde ortalama yağış miktarı yaklaşık yılda 643 mm'dir. Buda yıl bazında ortalama 501 km³ su demektir. Miktarın 274 km³'ü su ve toprak yüzeyiyle bitkilerden buharlaşmayla birlikte atmosfere salınmakta, 69 km³ yeraltı sularını, 158 km³'ise akışlarla akarsuları, denizleri ve havzalarla gölleri beslemektedir. Yeraltı suyuna karışan 69 km³ su, 28 km³'ü pınarlar ile birlikte yüzey sularına karışmaktadır. Komşu ülkeler üzerinden ortalama yılda 7 km³ su gelmektedir. Bunlarla birlikte ülkemize gelen net yerüstü su potansiyeli 193 km³'dür. 41 km³ suyun yeraltı suyuna karışması dikkate alındığında, ülkede toplam yenilebilir su potansiyeli net 234 km³ hesaplanmıştır. Fakat ekonomik ve teknik koşullarda tüketilecek yüzey su potansiyeli ortalama yılda toplam 98 km³'tür. Ayrıca yeraltı suyu potansiyeli 14 km³ olarak belirlenmesiyle birlikte Türkiye'de kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su potansiyeli ortalama yılda 112 km³ olarak belirlenmiştir (Şekil 2.6). Türkiye 2023'e kadar tüketilebilir su potansiyelinin tümünü kullanmayı hedeflemektedir (Çizelge 2.6) (DSİ, 2009).



Şekil 2.6. Yıllık yağış miktarının dağılımı (DSİ, 2009; Hakyemez, 2019)

Çizelge 2.6. Türkiye su kaynakları potansiyeli yıllık ortalamaları (DSİ, 2009)

Yıllık ortalama yağış miktarı	643 mm
Yıllık yağış miktarı	501 km ³
Buharlaşma miktarı	274 km ³
Yeraltına sızma miktarı	41 km ³
Kullanılamayan su miktarı	88 km ³
Kullanılabilir yüzeysel su miktarı	98 km ³
Çekilebilir yeraltı suyu miktarı	14 km ³
Toplam kullanılabilir su (net) miktarı	112 km ³

Ülkemizde ortalama yıllık yağışların, buharlaşmanın ve yerüstü su akımlarının farklılık gösterdiği, 25 adet su havzası Şekil 2.7’de gösterilmiştir. Havza bazında su potansiyellerinin ortalama dağılımları Çizelge 2.7’de gösterilmektedir (DSİ, 2020). Neredeyse 30 yılda bir kuraklık gerçekleşmektedir. Kuraklık zamanları genel olarak bir yıl sürebilmekte, bazen bu aralık iki veya üç yılı da bulabilmektedir (Akkemik ve ark., 2005).



Şekil 2.7. Türkiye havzaları (DSİ, 2020)

Çizelge 2.7. Türkiye havzalarının ortalama su potansiyelleri (DSİ, 2020)

No	Havza Adı	Ortalama Doğal Akım (hm ³)	Ortalama Yıllık Verim (1/s/km ²)
1	Meriç-Ergene Havzası	1657	3,6
2	Marmara Havzası	7442	10,2
3	Susurluk Havzası	4963	6,5
4	Kuzey Ege Havzası	1985	6,4
5	Gediz Havzası	1776	3,3
6	Küçük Menderes Havzası	624	2,8
7	Büyük Menderes Havzası	3047	3,7
8	Batı Akdeniz Havzası	6499	9,8
9	Antalya Havzası	12944	20,3
10	Burdur Gölü Havzası	234	1,2
11	Akarçay Havzası	375	1,5
12	Sakarya Havzası	6487	3,2
13	Batı Karadeniz Havzası	10797	11,9
14	Yeşilırmak Havzası	7046	5,6
15	Kızılırmak Havzası	7004	2,7
16	Konya Kapalı Havzası	2407	1,5
17	Doğu Akdeniz Havzası	7559	11,3
18	Seyhan Havzası	6183	8,9
19	Asi Havzası	1782	7,2
20	Ceyhan Havzası	7734	11,5

Çizelge 2.7. Türkiye havzalarının ortalama su potansiyelleri (devamı) (DSİ, 2020)

No	Havza Adı	Ortalama Doğal Akım (hm ³)	Ortalama Yıllık Verim (1/s/km ²)
21	Fırat Havzası	31133	8,1
	Dicle Havzası	25183	14,6
22	Doğu Karadeniz Havzası	16426	22,8
23	Çoruh Havzası	6981	10,9
24	Aras Havzası	4480	5,1
25	Van Havzası	2602	4,6

Ülkemizde bulunan 25 adet havzaya göre kişi başına düşen su miktarında farklılıklar gözlemlenmektedir. Çoruh, Batı ve Antalya Havzaları su bakımından zengin havzalar arasında yer alırken Marmara havzası, Küçük Menderes havzası ve Asi havzaları fakir havza kategorisindedir. Meriç havzası ve Ergene havzası ise su kıtlığındadır. Nüfus'un artması ile birlikte, su kaynaklarında ciddi derecede farklılıklar meydana gelmektedir. Bu farklılıklardan biri nüfusun çoğalması birlikte oluşan gıda taleplerinin artması ve dolayısıyla suya olan istekte de artışın gözlemlenmesidir. Bu nedenle, kişi başına düşen su miktarında azalma meydana gelmektedir. Türkiye'de TÜİK verilerine göre nüfusun 31 Aralık 2020 tarihinden itibaren 83 milyon 614 bin 362 kişiye ulaşmasıyla birlikte, yılda kullanılabilir su potansiyelinin 112 milyar m³'den hesaplanması durumunda, kişi başı kullanılabilen yıllık su tüketimi 2020 yılında 1,339 m³ olarak bilinmektedir. Toplam su potansiyelinin 2020 yılında gerçekleştirmelerine göre 57,44 milyar m³'ünün çeşitli maksatlara yönelik olarak [sulama suyu, içme-kullanma ve sanayi suyu] kullanıldığı ön görülmektedir (DSİ, 2020).

Falkenmark ve Lindh (1976) çalışmasında, su kıtlığını ve stres durumunu ifade etmek için Falkenmark indeksini hazırlamışlardır. İndekse bakıldığında su stres/kıtlık durumu, bir kişiye düşen su miktarını ülke ve bölgeye göre sınıflandırmıştır (Çizelge 2.8). Bu sınıflandırmada;

- 1.700 m³ < stressiz
- 1.700-1.000 m³ arası stresli,
- 1.000-500 m³ su kıtlığı,
- 500 m³ > su kıtlığı (kesin), ülke ve bölgeleri ifade etmektedir.

Bu indekse göre Türkiye su sorunu yaşıyan ülkelerden biridir ve ilerleyen yıllarda su kıtlığı ve stresi yaşayacak ülke kategorisine gireceğinden söz edilmektedir (Muluk ve ark., 2013).

Çizelge 2.8. Su indeksine göre havzaların dağılımı (Falkenmark ve Lindh, 1976)

Havza Adı	Nüfus (2015)	Su Potansiyeli (Kullanılabilir) (milyar m ³ /yıl)	Falkenmark İndeksi (m ³ /kişi/yıl)	Tanımı
Susurluk Havzası	3.793.746	2,57	677,43	Kıtlık olan
Meriç-Ergene Havzası	749.510	0,76	1.014	Su Stresi olan
Marmara Havzası	17.608.408	2,84	161,06	Kesin Kıtlık olan
Kuzey Ege Havzası	1.112.098	0,88	791,3	Kıtlık olan
Gediz Havzası	1.588.561	0,79	497,31	Kesin Kıtlık olan
K. Menderes Havzası	4.168.415	0,46	109,15	Kesin Kıtlık olan
B. Menderes Havzası	1.346.490	1,7	1.262,54	Su Stresi olan
Batı Akdeniz Havzası	908.877	3,87	4.258	Su Zengini olan
Antalya Havzası	3.341.962	7,03	2.103,55	Su Zengini olan
Burdur Göller Havzası	680.105	0,17	244,08	Kesin Kıtlık olan
Akarçay Havzası	709.015	0,31	437,23	Kesin Kıtlık olan
Sakarya Havzası	7.262.833	4,03	554,88	Kıtlık olan
Batı Karadeniz Havzası	1.879.209	5,09	2.705,93	Su Zengini olan
Yeşilırmak Havzası	2.721.221	3,1	1.139,19	Su Stresi olan
Kızılırmak Havzası	3.715.291	3,95	1.063,17	Su Stresi olan
Konya Kapalı Havzası	3.105.368	4,9	1.577,91	Su Stresi olan
Doğu Akdeniz Havzası	1.745.221	4,8	2.747,50	Su Zengini olan
Seyhan Havzası	2.183.167	3,55	1.626,08	Su Stresi olan
Asi Havzası	1.533.507	1,18	769,48	Kıtlık olan
Ceyhan Havzası	1.609.483	3,81	2.367,22	Su Zengini olan
Dicle-Fırat Havzası	12.646.409	37,48	2.963,81	Su Zengini olan
D. Karadeniz Havzası	2.404.480	9,36	3.892,73	Su Zengini olan
Çoruh Havzası	246.920	4,46	18.064,15	Su Zengini olan
Aras Havzası	584.360	3,28	5.609,62	Su Zengini olan
Van Gölü Havzası	1.096.397	1,65	1.504,93	Su Stresi olan
Türkiye Genel	78.741.053	112	1.422,23	Su Stresi olan

Ülkemizde 2008 yılında tüketilen su miktarı 43 km³ olduğu bilinmektedir. Bu miktarın %11'i sanayi sektöründe, %15'i ise evsel kullanım suyu olarak tüketilmektedir. Türkiye’de su kullanımı konusunda en çok suyun tüketildiği sektör olan tarım sektöründe ise %75’lik kısmının yerüstü suyu, %66’lık kısmı da yeraltı suyu olarak belirtilmiştir (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2011).

Çizelge 2.9. Türkiye’deki toplam su tüketimi ve sektörel dağılımı (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2011)

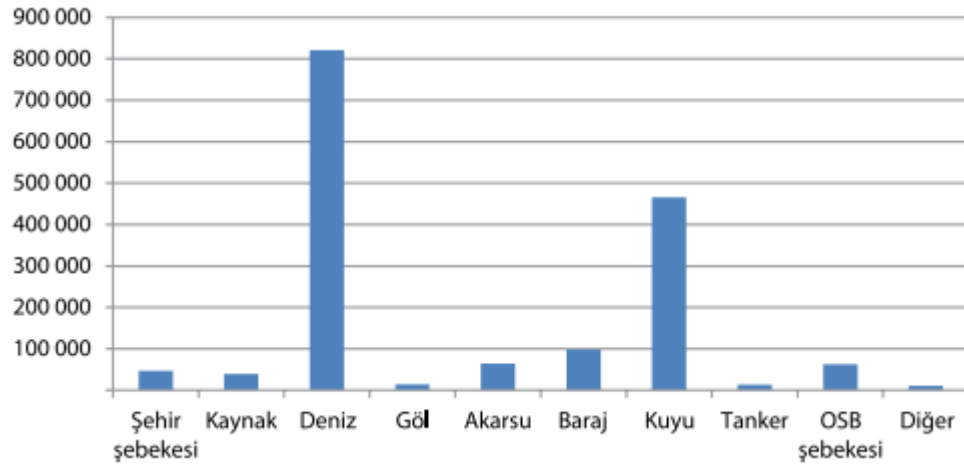
Yıllar	Su Tüketimi (Toplam)		Sektörler					
			Sulama Suyu		Evsel Su		Sanayi Suyu	
	km ³	(%)	km ³	(%)	km ³	(%)	km ³	(%)
1990	30,6	28	22,0	72	5,1	17	3,4	11
2004	40,1	36	29,6	74	6,2	15	4,3	11
2008	43	38	32	74	6	15	5	11
2023	112	100	72	64	18	16	22	20

Çizelge 2.9’da Türkiye’nin 1990 ile 2008 yılları arasında tüketilen su miktarında yaklaşık %41’lik artış gözlemlenmiştir. Gelecekteki 25 yıl içerisinde ihtiyaç duyulacak su miktarının, şu an ki su kullanımının yaklaşık 3 katı olacağı ön görülmektedir. Ülkenin artan su ihtiyacını karşılayabilmek, su kaynaklarına yapılan müdahale gün geçtikçe artış gösterecektir. 2023 hedeflerinden bir tanesi de kullanılabilir potansiyeli 123 km³ olan su kaynakları ve potansiyel sulu tarım alanlarının geliştirilerek kullanılmasıdır. Sektörlerdeki suyun kullanım hedefleri de tarımda %64, sanayide %20 ve evsel kullanımdaki %16 olarak belirlenmiştir. Tarımdakinde modern sulama yöntemleri de geliştirilip kullanılabileceği düşünülmekte, yıl bazında 72 km³ suyun kullanılacağı da ön görülmüştür. Artan nüfus, hızla gelişen teknoloji, turizm ve kentleşme de ön planda tutulmuştur. 2008’de 6 km³ olan evsel su kullanımı 2023’de 18 km³’e erişeceğinden de söz edilmiştir. Sanayi sektöründeki mevcut %4’lük oran ile 5 km³’lük suyun tüketimi gelişen teknolojiyle birlikte 22 km³ olması beklenmektedir (Muluk ve ark., 2013).

Tarım Sektöründe, DSİ ve KHGM tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de 24 milyon hektar tarım arazisi olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik açıdan su potansiyeli olarak kullanılabilecek arazi miktarı ise 8,5 milyon hektar olarak ön görülmüştür (DSİ, 2020).

Ülkemizde sulanmakta olan bölgelere, %94'ü geleneksel yerüstü suları kullanılırken, kalan kısmında modern damlama ve yağmurlama sulama sistemini kullanmaktadır. Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanabilirliği oldukça minimum düzeyde (%50-60), modern damlamayla ve yağmurlama sulama yöntemlerinin uygulanabilirliği ise maksimumdur (%80-90) (Aküzüm ve ark., 2010). Ülkemizde tarım sektöründeki problemlerin önlenmesi ve sulu tarımın ilerletilmesi amacıyla ilgili kurumlar bu sorunların giderilmesi konusunda çözümler aramaya başlamışlardır. Bu amaçla, yetersiz ve düzensiz yağış rejimini indirgemek ve sulama ağının geliştirilmesine yönelik çalışmalar ele alınmaktadır. 1970 yıllarında 2,3 milyon hektar sulak alan 40 yılda 2,4 kat yükseliş gösterirken, 2009 yılı sonlarına doğru 5,5 milyon hektardır. Sulanabilmekte olan tarım arazilerinin 2030'a kadar tümünün işletilmesi planlanmaktadır (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2011). Hedeflerden bir diğeri ise sulamada kullanılan su miktarını %64'e indirmektir. Bu sayede elde edilen su miktarının sanayi sektöründe kullanılmasını hedeflemektedir (Muluk ve ark., 2013). Türkiye'de bulunan su kaynaklarının sanayi sektöründeki dağılımına bakacak olursak;

Sanayi sektöründe 2010 yılında kullanılan su miktarı 5 km³ civarında olduğundan bahsedilmiştir. Sanayi sektöründe kullanılan su miktarının yıllar geçtikçe fazla değişmediği, yaklaşık %11 oranında olduğu bilinmektedir. Ülkemizde yaygın olarak su tüketen sanayi sektörleri ise; kağıt üretimi, petrol rafinerileri, çelik, kimya ve tarımla ilgilenen sektörlerdir. Suyun tüketiminin en yoğun olduğu bölge ise Marmara Bölgesidir (Tigrek ve Kibaroglu, 2011). 2010'da TÜİK verilerine bakıldığında imalat sanayisinde kullanılan su çekim miktarı 1,64 km³ olarak tespit edilmiştir. Bu miktarın %50'si soğutma suyu amacıyla deniz suyu çekimleridir. %28'lik kısmı ise kuyu suyu çekimleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca, OSB şebekelerinin genellikle kuyu suyu kullandıkları tahmin edilirse, imalat sektöründe (Şekil 2.8) kullanılan tatlı su kaynağı yeraltı sularıdır (TÜİK, 2010).



Şekil 2.8. İmalat sanayisi 2010 yılı tatlı su çekim miktarı (TÜİK, 2010)

Sürdürülebilir kalkınma konularının oldukça önemli yer kazandığı bugünlerde “temiz (sürdürülebilirlik) üretim” teknikleri, kaynak kullanımının azaltılması, sıfır atık oluşturmaya yönelik ürün kullanım süresinin geri dönüşümü, ortaya çıkan sorunların çözülmesi ve yeniden kullanım bilincinin yaygınlaşması gibi konularda uygulanan teknolojik yaklaşımlardır (TÜBİTAK, 2002). Sanayi sektöründe temiz üretim teknikleri aşağıdaki gibi uygulanmaktadır;

- Kaynağında azaltma,
- Yeniden kullanma,
- Ürün modifikasyonlarıdır.

UNIDO temiz üretim (eko-verimlilik) programı pilot projeler kapsamında belirlenmiş sektörlere yönelik faaliyet gösteren 6 firma için su tasarrufu ve verimlilik çalışmalarını uygulamıştır. Projedeki temiz üretim teknikleri ve elde edilen kazanımlar Çizelge 2.10’da ifade edilmektedir. Proje bitiminde toplamda 784.500 m³/yıllık su tasarrufu sağlanmıştır (Muluk ve ark., 2013).

Çizelge 2.10. UNIDO proje sonuçlarına göre, sektörlerle ait su tasarrufu ve verimlilik (Muluk ve ark., 2013).

Sanayii Sektörü	Su Kullanımı (Önceki) (m ³ /yıl)	Su Tasarrufu (Sağlanan) (m ³ /yıl)	Tasarruf Oranı (%)	Enerji Tasarruf Miktarı (kwh/yıl)
Gıda Sektörü	75 000	3 3400	44,5	15 000
İçecek Sektörü	851 000	473 000	55,6	
Metal/Makine Sektörü	64 500	23 150	35,9	31 000
Metal/Boyama Sektörü	-	-	-	-
Kimya Sektörü	2 295 000	93 000	11,1	121 000
Tekstil Sektörü	300 000	162 000	54	4 681 000 (Doğalgaz) 98 800 (Elektrik)
Toplam	3 585 500	784 500		4 681 000 (Doğalgaz) 265 970 (Elektrik)

Evsel tüketimde kullanılan su miktarında büyük farklılıklar görülmektedir. Türkiye’de evsel su tüketiminin en yüksek olduğu bölge Marmara Bölgesi’dir, en düşük olan bölgeler ise Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu Bölgesi yer almaktadır. TÜİK 2010 yılı verilerine göre, evsel su kullanım 6 km³ iken, toplam tüketim %15’ini oluşturmakta, kişi başına çekilmiş içme/kullanma suyu miktarı 216 m³ olduğu söylenmektedir (TÜİK, 2010). Ülkemizde su şebekelerinden meydana gelen kayıp oranları %40-%60 arasındadır. Gelişmiş ülkelerde oran %20’lerdedir. İçme/kullanma sularının şebekelerinde oluşan kayıplar rezervuarlarda ve boru hatlarında sızıntı ve kaçaklara neden olmaktadır. Bu tip durumların nedenleri arasında, tesislerin yetersizliği ve eksikliği belediyelerde içme/kullanma suyu şebeke hatlarının ve haritalandırılmasının istenilen nitelikte olmaması, dağıtım şebekelerinde ve iletim hatlarında bakım onarım işlerinin vaktinde ve yeterli seviyede yapılamaması gibi sorunlar sızıntı ve kaçaklardan kaynaklanan su kayıpları yaşanmasına sebebiyet vermektedir (Muluk, 2013).

Bugünlerde gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen su tüketim miktarı ile gelişmemiş ülkelerdeki tüketilen su miktarı arasında yaklaşık 10 katı fark vardır. Ülkemiz nüfusunun neredeyse %77'si şehirlerde veya şehir merkezlerinde yaşarken geri kalanı kırsal alanlarda yaşamlarını sürdürmektedir (TÜİK, 2012). İlerleyen yıllarda teknoloji ve endüstrinin de gelişmesiyle ve şehirleşmenin yaygınlaşmasıyla birlikte tüketilecek su miktarında da artış gözlenecektir. Bu nedenle büyükşehirlerin çevresinde su kaynaklarında büyük baskılar oluşturulacaktır. DSİ 2023'de nüfusun 100 milyon civarında olabileceğini varsayarak evsel su tüketiminin 18 km³ olabileceğini belirtmektedir (Muluk ve ark., 2013).

Enerji sektöründe ise, sanayileşmenin, kentleşmenin ve nüfusun artmasıyla birlikte tüm dünyada enerjiye duyulan ihtiyaçta artmaktadır. Ülkemiz ise, dünya ülkeleri arasında enerji ihtiyacı en fazla olan ülkelerden biridir. Yaklaşık 20 yıldır suyun elektrik enerjisiyle bağlantılı olması, enerjinin tüketiminde kentsel ve endüstriyel kullanımın birbirleriyle paralel olduğunu ifade etmektedir. Turizm cenneti olarak bilinen Akdeniz ve Ege bölgelerine olan yoğun ilgiden dolayı su kaynaklarındaki tüketim hızı benzer şekilde enerji kaynaklarında da artış göstermektedir. Sanayi'nin yoğun olduğu bölge olan Marmara'da, kentsel kullanım içerisinde bulunan tekstil vb. sektörlerde yoğun su tüketiminden dolayı su sorunları yaşanmaktadır.

Ülkenin mevcut enerji gücü doğal gaz, kömür, hidroelektrik enerjisi ve rüzgâr enerjisinden oluşmaktadır. Ülkemiz biokütle, biyogaz, hidrolik, jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilebilir enerji kaynaklarına dair yapılan çalışmaları arttırmayı hedeflemekte, ayrıca elektrik enerjisindeki payını 2023 yılında en az %30'a yükseltmeyi planlamaktadır. Ülkemizde net olarak teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kwh'dir. Havza/su potansiyelleri diğer sektörlerdeki su tüketim oranları incelendiğinde uygulanabilir hidroelektrik potansiyeli yaklaşık 180 milyar kwh olduğu tahmin edilmektedir (Çizelge 2.11) (Muluk ve ark., 2013).

Çizelge 2.11. Türkiye'nin aktif olarak kullandığı enerji kaynakları (EMO, 2013)

Yakıt Türleri	Kurulu Güç (MW)	Katkı (%)
Fuel-Oil + Asfaltit + Nafta + Motorin,	1338,3	2,2
Taş Kömürü + Linyit,	8515,2	14,1
İthal Kömür,	3912,6	6,5
Doğalgaz + LNG,	19160,7	31,8
Yenilebilir + Atık,	198,3	0,3
Çok Yakıtlılar Katı + Sıvı,	675,8	1,1
Çok Yakıtlılar Sıvı + Doğalgaz,	3219,1	5,3
Jeotermal,	162,2	0,3
Hidrolik Barajı,	15029,2	24,9
Hidrolik Akarsu,	5492,3	9,1
Rüzgar,	2577,1	4,3
Toplam	60280,8	100

Bursa'nın su kaynaklarının dağılımına bakacak olursak;

Marmara Denizi'ne 115 km kıyısı bulunan Bursa ili su kaynakları bakımından elverişli olmakla birlikte, şehrin suya olan ihtiyacı üç ana kaynaktan temin etmektedir. Bu kaynaklar; yerüstü su kaynakları, yer altı su kaynakları ve pınarlardır. Yerüstü su kaynakları akarsular, göller, barajlar ve rezervuarlardan karşılanmaktadır (Anonim, 2015; Yalılı Kılıç ve Akal Solmaz, 2016). Şehrin yerüstü su kaynaklarının toplam miktarı yaklaşık olarak 1063 hm³/yıl, yeraltı su kaynaklarının miktarı da yaklaşık olarak 275 hm³/yıl olarak bilinmektedir (Anonim, 2016b). Akarsu, nehir, dere ve çaylardan elde edilen su miktarı 2017 yılından beri 17,4 hm³/yıl olup, şehrin su ihtiyacının yaklaşık olarak 5,15'ini karşılamaktadır (Anonim, 2017c). Bursa'nın halihazırda kullanılmakta olan su kaynakları, içme-kullanma suyu, sulama ve endüstri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bursa'nın su kullanımını gidermek için projelendirilen su kaynaklarının yıl bazında verimleri Çizelge 2.12'de gösterilmektedir (Yalılı ve ark., 2006).

Çizelge 2.12. Bursa'nın su ihtiyacını karşılamak için planlanan su kaynaklarını yıllık verimi (Yalılı ve ark., 2006).

Bursa Planlanan Su Kaynakları		
Su Kaynakları (Barajlar)	Giriş Yılı (Planlanan Devreye)	Yıllık Verim (Ortalama) (milyon m³/yıl)
Doğancı-Nilüfer	En geç 2006	168
Çınarcık	2010	145
Gölbaşı	2010	55

Avrupa'da günlük su tüketimi 100L/gün iken, Bursa'da yaklaşık olarak ortalama kişi başı su tüketim miktarı 150 L/gün olarak belirtilmiştir (Anonim, 2020a). Bursa ili toplam su ihtiyaçlarının yıllara göre dağılımları Çizelge 2.13'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.13. Bursa su ihtiyaçlarının yaklaşık yıllara göre dağılımı (Yalılı ve ark., 2006).

Yıl	Nüfus (milyon)	Su İhtiyacı (m³)					
		Eysel		Sanayi		Toplam	
		Gün	Yıl	Gün	Yıl	Gün	Yıl
1990	1,65	360 600	131 983 000	97 610	35 625 000	459 100	167 607 000
1995	1,81	406 820	148 481 000	100 900	36 791 000	507 500	185 273 000
2000	2,20	497 220	181 479 000	127 670	46 594 900	624 850	228 072 900
2005	2,40	542 420	197 975 000	146 410	53 435 000	688 700	251 411 000
2010	2,70	610 100	222 722 000	172 810	63 071 000	783 100	285 794 000
2015	3	678 100	247 471 000	202 000	73 364 000	879 100	320 836 000
2020	3,40	768 430	280 465 000	241 500	88 112 000	1 009 700	368 578 000

2.4. Türkiye’deki Kullanılabilir Su Kaynaklarına Yönelik Çalışmalar

Türkiye’de suyla ilgili mevzuat, hukuksal yapıda olduğu gibi kanun, anayasa, yönetmelikler, sözleşmeler, tüzükler, tebliğler ile düzenlenmektedir (Yolcu, 2012). Anayasa’nın 168.maddesindeki “tabii servetler ve kaynaklar devletin hüküm ve tasarrufu altındadır” tabiri su hukukunun ilk adımlarını oluşturmaktadır, maddenin devamında ise “... bunların aranması ve işletilmesi hakkı devlete aittir. Devlet bu hakkını belli bir süre için gerçek ve tüzel kişilere devredebilir” cümlesi de yer almaktadır (Baykan ve ark., 2010).

Resmin bütününe baktığımızda suyla ilgili yazılmış tüm mevzuatlar, Yerel Yönetimler Kanunu, Enerji Kanunu, Çevre Kanunu ve diğer yönetmeliklerde yer verilmektedir. Türkiye’nin ulusal açıdan su hukukunu düzenleyebilmek için yönetmelikler, kurumlar, kanunlar ve tebliğler bulunmaktadır. Baykan ve ark., (2010)’ın hazırlamış olduğu çalışmadan alınan bilgiler neticesinde Türkiye’de su ile ilgili olarak yürürlükte olan mevzuatları aşağıdaki gibi sıralamışlardır;

- a) 1924, “442 sayılı Köy Kanunu”
- b) 1926, “831 sayılı Sular Hakkında Kanun”
- c) 1926, “743 sayılı Türk Kanun-i Medenisi”
- d) 2001, “4721 sayılı Türk Medeni Kanunu”
- e) 1930, “1471 sayılı Belediye Kanunu”
- f) 1935, “2819 sayılı Elektrik İşleri Etüd Dairesi’nin Teşkiline Dair Kanun”
- g) 1943, “4373 sayılı Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Koruma kanunu”
- h) 1926, “927 sayılı Sıcak ve Soğuk Maden Sularının İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkında Kanun”
- ı) 1960, “7478 sayılı Köy İçme Suları Hakkında Kanun”
- i) 1953, “6200 sayılı Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun”
- j) 1985, “505 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun”
- k) 1935, “2819 sayılı Elektrik İşleri Etüd İdaresi Teşkiline Dair Kanun”

- l) 1981, “2560 sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun”
- m) 1986, “3305 sayılı “2560 Sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanunun 21, 23, Ek 4, 5’inci Maddelerinde Değişiklik Yapılmasına Dair” Kanun” (İZSU, ASKİ vb. kurumların kurulmasına olanak sağlamıştır.)
- n) 2004, “5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu”
- o) 1930, “1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu”
- ö) 1945, “4759 sayılı İller Bankası Kanunu”
- p) “2560 Sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İşleri Kanunu”
- r) 2001, “4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu” (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu da bu kanunla kurulmuştur.)
- s) 2007, “5624 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu”
- t) 1934, “2510 sayılı İskân Kanunu”
- u) 1950, “5516 sayılı Bataklıkların Kurutulması ve Bunlardan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun”
- v) 1985, “3202 sayılı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nün Teşkilatı ve Görevleri Hakkında Kanun”
- y) 1990, “3621 sayılı Kıyı Kanunu” (T.C Resmî Gazete)

Türkiye’de yürürlükte olan mevzuatlar kapsamında Kıta İçi Su Kaynaklarının sınıflandırılması, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 1. Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim, 2020b) tablosundaki verilen değerlere göre yapılmaktadır. İçme suyu olarak temin edilecek ya da temin edilmesi planlanan yüzey ve yeraltı sularının kalite kategorisi ve arıtma sınıflarının izlenmesi de “İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik Ek-1’de yer alan Kategorilere Göre Su Kalite Standartları tablosunda verilen değerlere göre incelenmektedir (Anonim, 2021a). Kriterler Çizelge 2.14 ve Çizelge 2.15’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.14. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim, 2020b)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve İnorganik-kimyasal parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	<3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	<40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	>400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁻ /L)	200	200	400	>400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	>2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	>0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	>20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	>0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	>5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	>250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	>70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	>20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	>12
4) Toplam kjeldahl azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	>5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	>0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	>1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	>0.5
9) Toplam pestisit (mg/L)	0.001	0.01	0.1	>0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	>2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	>10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	>50

Çizelge 2.14. Su Kirliliği Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim, 2020b) (devamı)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
4) Arsenik ($\mu\text{g As/L}$)	20	50	100	>100
5) Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	20	50	200	>200
6) Krom (toplam) ($\mu\text{g Cr/L}$)	20	50	200	>200
7) Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{L}$)	Ölçülemeyecek kadar az	20	50	>50
8) Kobalt ($\mu\text{g Co/L}$)	10	20	200	>200
9) Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	20	50	200	>200
10) Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	200	500	2000	>2000
11) Siyanür (toplam) ($\mu\text{g CN/L}$)	10	50	100	>100
12) Florür ($\mu\text{g F}^{-}/\text{L}$)	1000	1500	2000	>2000
13) Serbest klor ($\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$)	10	10	50	>50
14) Sülfür ($\mu\text{g S}^{-}/\text{L}$)	2	2	10	>10
15) Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	300	1000	5000	>5000
16) Mangan ($\mu\text{g Mn/L}$)	100	500	3000	>3000
17) Bor ($\mu\text{g B/L}$)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	>1000
18) Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	10	10	20	>20
19) Baryum ($\mu\text{g Ba/L}$)	1000	2000	2000	>2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	>1
21) Radyoaktivite (Bq/L)				
Alfa-aktivitesi	0,5	5	5	>5
Beta-aktivitesi	1	10	10	>10
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform (EMS/100 mL)	10	200	2000	>2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	>100000

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

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 $\mu\text{g/L}$ 'ye kadar düşürmek gerekebilir.

Çizelge 2.15. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik, Ek-1 Kategorilere Göre Su Kalite Standartları (Anonim, 2021a)

PARAMETRE	BİRİM	KILAVUZ DEĞER		
		A1	A2	A3
pH		$\leq 9,5-6,5\leq$	$\leq 9,5-6,5\leq$	$\leq 9,5-6,5\leq$
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	2.500	-	25.000
Renk	Pt/Co	15	30	150
Bulanıklık	NTU	1	50	500
Alüminyum	µg/L	200	500	2000
Arsenik	µg/L	10	40	100
Bakır	µg/L	2000	5000	20000
Baryum	µg/L	2000	-	20000
Bor	µg/L	1000	1250	5000
Cıva	µg/L	1	2,5	5
Çinko	µg/L	3000	6000	12000
Florür	µg/L	1500	5000	7500
Kadmiyum	µg/L	5	15	50
Klorür	mg/L	250	-	1250
Kobalt	µg/L	800	-	2600
Kurşun	µg/L	10	50	100
Mangan	µg/L	50	100	250
Nikel	µg/L	20	30	200
Nitrat	mg/L	50	-	330
Selenyum	µg/L	10	20	100
Siyanür	µg/L	50	-	125
Sülfat	mg/L	250	-	1.250
Fekal Koliform	EMS/100 mL	20	2.000	20.000
Toplam Koliform (37°C'de)	EMS/100 mL	50	5.000	50.000
Amonyum	mg/L	0,5	2,5	5
Demir	µg/L	200	1000	2000
Krom	µg/L	50	500	1.000

Yukarıdaki Çizelge 2.14’de söz konusu olan su kalitesi parametre kriterlerine göre sınıflandırmaları ve Çizelge 2.15’de parametrelere kategorilere göre su kalite standartları kılavuz değerleri açıklamaları aşağıdaki gibi belirtilmektedir.

- I. sınıf, su kalitesi: Yüksek kalite su
- II. sınıf, su kalitesi: Az kirlenmiş su
- III. sınıf, su kalitesi: Kirli su
- IV. sınıf, su kalitesi: Çok kirlenmiş su

I. sınıf/yüksek kalitedeki su, içme suyu olarak kullanılabilme potansiyelinin çok yüksek olabilecek yüzeysel sularıdır, yüzme vb. vücutla direk olarak müdahalede bulunabilen kullanılabilir sudur, alabalık üretimi ve hayvan üretim çiftlikleri ihtiyacı için kullanılabilir nitelikteki sulardır.

II. sınıf/az kirlenmiş su, içme suyu olarak kullanabilme potansiyelindeki yüzeysel sularıdır. Rekreatyoneel amaçlarda kullanılabilir. Alabalık üretimi harici diğer balık üretiminde kullanılabilen ve mer’i mevzuatı gereği belirlenmiş sulama suyu kriterlerine uyum sağlamak amacıyla kullanılacak sulardır.

III. sınıf/kirli su, tekstil, gıda vb. nitelikli su gerektirebilecek sektörler dışında, uygun bulunan arıtma işleminden sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilen sanayi sularıdır.

IV. sınıf/çok kirlenmiş su, kirli sular için ele alınan su kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olabilen, üst kalitedeki sınıflara sadece iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sularıdır (Anonim, 2020).

- A1 Kategorisi: Basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından içilebilir hale gelen suları,
- A2 Kategorisi: Fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon ardından içilebilir hale gelen suları,
- A3 Kategorisi: Fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ardından içilebilir hale gelen suları, ifade etmektedir.

A3 kategorisi için verilmiş olan sınır değerleri aşan, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kirlilik içeren suların içme ve kullanma suyu olarak kullanımı tercih edilmemektedir. Ancak bu sular daha iyi kalitede alternatif su kaynağı bulunamadığı takdirde suyun kalite özelliklerini içme suyu için uygun kalite standartları düzeyine yükseltecek ileri arıtma prosesleri ile arıtılarak içme suyu temininde kullanılabilir (Anonim, 2021a).

Türkiye’de fazlaca kurum ve kuruluş su temini konusunda yetki ve sorumluluk sahibidir. Yerleşik yerlerinin büyüklüğüne bağlı olarak birden fazla kuruluş su hizmetleri konusunda yardımcı olmaya çalışmaktadırlar. Fakat bu şekilde verilen hizmetin etkin ve verimli ilerleyişi engellemektedir. Su hizmetleri alanındaki bu dağılmış yapılanma hizmete katılacak katkının ve hizmetlerin maliyetleri açısından problemler ortaya koymaktadır (Çiçek ve ark. 2008). Türkiye’de su mevzuatı AB mevzuatına yakın olabilmesi amacıyla yapılması gereken genel konular şunlardır (Şorman, 2008): “Su yasasının hazırlanması, AB’ye uyum kapsamında su mevzuatının AB su mevzuatına uyumlu hale getirilmesi, yeni su yasası kapsamında ilgili kuruluşların yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi, diğer kuruluşlarla yetki örtüşmesinin giderilmesidir”. AB Su Çerçeve Direktifi’nin asıl konularından biride bütünleşik su yönetimidir. Su yönetiminin doğru şekilde uygulanabilmesi ve sürdürülebilmesine yönelik önemli şartlardan bazıları da yetkilerin ve görevlerin bölgesel düzeye aktarılabilmesidir. Direktif’in nehir havzası ve bölgesi tanımları detaylı incelendiğinde nehir havzalarının, havza bölgeleri olarak belirlenmesinin önemi oldukça büyüktür. Bunun nedeni ise, kararların ne düzeyde verileceği ve bütünleşik su yönetiminin kurumsallığı bu tanımla belirlenmektedir. Şu anda bölge bazlı platformlarda ya da nehir havzası çalışmalarında uygulamalara süreklilik sağlayabilmenin kurumlar arası bölgesel eşgüdüm ve iş birliğinin ilerletilmesinde etkili olacağı ön görülmektedir. Bölgesel ya da nehir havza bölgesi su yönetimi sağlanacaktır (Dalkılıç ve ark., 2008).

Su Çerçeve Direktifi’nin gerekliliklerini de ele alan, aynı zamanda AB Çevre Mevzuatına uyum konusuyla doğrudan çalışmakta olan bütün kurum/kuruluşlar çalışmalarını sürdürebilmektedirler. Çalışmaların mevzuata ilişkin düzenlemelerin yanında, araştırma veya uygulama projelerine de yer vermektedir (Yolcu, 2012). Bu konuyla ilgili uygulanan proje çalışmalarının bir kısmından kısaca bahsedilmiştir. Projeler;

MATRA Projesi: (SÇD'nin Türkiye'ye Uygulanması Projesi) Direktif'in konu aldığı ilk proje olmakla birlikte, Bakanlık önerisiyle Hollanda Hükümeti MATRA Projesinin mali yönden desteğiyle 2002 yılında projeye ilk atım atılmış, projenin uygulanabilirlik çalışmalarını da 2003 Kasım ayında sonuçlandırılmıştır. Projenin vesilesiyle, pilot havza olarak B. Menderes havzası girmiştir. SÇD Ek-IV kapsamı dikkate alındığında “Büyük Menderes Havzası Entegre Yönetim Planı” çalışmalarına başlamıştır. Proje, suyun yönetimi ile ilgili birçok alanı ve ilgili kurum, kuruluşlarla uyum içerinden çalışılmasını sağlamıştır ve çalışmalar neticesinde su yönetimi konusunda yürürlükte olan mevzuatlar yeniden gözden geçirilmesi gerektiğinden söz edilmektedir (Çiçek ve ark., 2008; Baykan ve ark., 2010).

Ülkemizde Su Sektörü İçin Kapasite Geliştirme Projesinde; bu projede MATRA programının verilerinden yararlanılarak, Bakanlık önerisi ile birlikte 2006 yılında proje Mali İş Birliği Programıyla kabul edilmiştir. Proje, 2000/60/EC, 91/271/EEC ve 76/464/EEC ile alt direktiflerin ülkemizin Avrupa Birliği'ne katılımından itibaren AB su müktesebatının tam anlamıyla uygulanabilmesi için ülkemize bu konuda destek olunması amacıyla başlatılmıştır. Projeye ek olarak, uygulanabilirliği konusunda iletişim stratejileri de geliştirilmektedir. MATRA programı konusu içerisindeki B. Menderes Havzasıyla beraber, uygulanacak planlar ülkemiz genelini kapsamaktadır (Çiçek ve ark., 2008).

Havzaların Koruması Eylem Planlarının Hazırlanması Projesinde: Proje'nin kapsamı Türkiye'de var olan akarsu havzalarının korunması amacıyla eylem planları hazırlanmaktadır. Eylem planlarının hazırlanabilmesi için havzalar bazında önem sırası yapılmalıdır ve bu önem sırasına göre, kirletici kaynaklar, korunacak alanlar, su kalitesi ve içme suyu kaynakları ön planda olacak şekilde matris yapısı oluşturulmuştur ve bu plan neticesinde Türkiye'de 25 adet hidrolojik havza sıralanmıştır. Bununla birlikte dört havza için eylem planları tamamlanmasıyla birlikte, kalan havzaların koruma eylem planları uygulama çalışmalarını TÜBİTAK tamamlamıştır (Anonim, 2011b). Bu gibi çalışmalar ülkemizde yapılmıştır ve yapılmaya devam etmektedir.

2.5. Parametre Verilerinin İstatistiksel Yönlendirilmesi

Bilimsel çalışmalar, bilimsel analizler/yöntemler kullanılarak yapılan bilimsel çalışmayı anlamak, yorumlamak, kontrol etmek ve raporlama gibi işlevler sonucunda, bilgiyi elde etmek için uğraşılan çabadan doğan süreç olarak tanımlanabilmektedir. Çalışmaya uyumlu yöntemin belirlenmesi, birden fazla etkene bağlı olmakla birlikte, ilk olarak çalışmanın amaçlarını net bir dille ifade etmektir. Çalışmanın daha verimli olabilmesi adına araştırmada kullanılacak yöntemi, verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması gibi çalışmayı doğrudan etkileyecek araştırma yöntemini belirlemek gerekmektedir (Ural ve Kılıç, 2006). Bilimin anlaşılması ve aktarılması, yapılan çalışmadaki değişkenlerin belirlenmesi, aralarındaki bağın anlaşılması ve açıklanmasıyla ilişkilidir. Araştırma terimi ise, literatürde farklı biçimlerde kullanılmaktadır. Bu kavramlara göre araştırma, veri toplama yönteminden çok daha teferruatlıdır. Fakat tüm bu süreçlerden sonra veriler bilgi halini almaktadır. Çalışmada kullanılan verilerin daha yararlı olmasının sebebi ise araştırmalarla ilişkilidir (Oğuzlar, 2007).

Bilimsel çalışmalarda, çalışmanın amacına uyumlu veriler kullanmak, kullanılan veriler dahilinde bulgular elde etmek, elde edilen bulgular neticesinde sonuçları çalışma kapsamında yorumlayabilmek asıl hedeftir. Çalışma sonuçlarının yorumlandığı, çalışma kapsamında konu olarak, ortak niteliklere sahip birimlerin tümünü evren/ana kütle/yığın/toplum olarak ifade edilebilir. Bilimsel çalışmalarda veriler, çalışmayı oluşturan birimler-elemanlar içerisinden, çalışmanın amacına uygun yöntemlerle örneklemeler üzerinden de erişilebilmektedir. Bilimsel çalışmalarda veri toplama teknikleri, araştırma konusunu farklı oluşturabilecek kapsamlı içeriklere sahip olabilmektedir (Ural ve Kılıç, 2006).

Veri Toplama Analizlerinde Kullanılabilecek Yöntemlerin Belirlenmesi:

Veri toplama analiz serüvenindeki en büyük etken çalışmanın amacına uyan istatistiksel yöntemi belirlemektir. Bu serüvende, çalışmada kullanılacak en uygun istatistiksel yöntemi belirleyebilmek için ilk olarak aşağıdaki unsurları ele almalıyız (Ural ve Kılıç, 2006): Çalışmanın amacı, örneklemin yöntemi, değişken türü, bağımlı değişkenlerin ölçüm düzeyi, parametrik olan veya parametrik olmayan testlerin koşulları, karşılaştırılacak grup ya da ölçümler, ölçüm sayısı ve her gruptaki veri sayısı gibi. Ural

ve Kılıç, (2006) araştırmasından elde edilen bilgiler neticesinde, parametrik olan veya parametrik olmayan testlerin uygulanabilmesinde birkaç şartın uygulanabilmesi gerekliliği, testlere ilişkin şartların ne olduğu aşağıda ifade edilmiştir (Maxwell, 1961; Gökçe, 1992; Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002):

Parametrik Olan Test Koşulları:

- Ölçülen değerler nicel olmalı, normal dağılımda olmalı,
- Varyans homojen olmalı,
- Karşılaştırılacak grup birimleri bağımsız olmalı,
- Karşılaştırılacak grup büyüklüğünün 10'dan az olmaması gerekir. Büyüklük 30'un üzerinde ise parametrik olan testler her zaman üstündür.

Parametrik Olmayan Test Koşulları:

- Karşılaştırılacak grup birimleri yansız olarak seçilmeli,
- Karşılaştırılacak grup birimleri birbirlerinden bağımsızdır.

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda, parametrik olan testlere ait örneklemelerle alakalı iki koşulun, parametrik olmayan testlerdeki koşullarla benzerdir. Aynı olan 2 koşul dışında diğer koşullar gerçekleşmezse parametrik olmayan testlere başvurulmaktadır. Ek olarak, parametrik olmayan testler, nitel durumdaki veriler için kullanılmaktadır (Ural ve Kılıç, 2006).

2.6. Su Kalite Parametrelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi

Entegre havza yönetiminde, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine erişilebilmesi için su kaynaklarının kalitesi ve debisi oldukça önemlidir. Havza konumunda su kaynaklarının kalite ve debisinin düzenli olarak takip edilmesi, şu an ki ve gelecek yıllardaki konumuyla ilgili saptamalar yapılmaktadır (Sarıyıldız ve ark., 2008). Bu saptamalar su kalitesi parametrelerinin hangi istatistiksel yöntemin kullanılacağını belirtmektedir.

Yeryüzünde içme, kullanma, tarımsal sulama ve başka amaçlarla kullanılan su kaynaklarının kirliliğin artmasıyla suyun kalitesinin azalmasından dolayı ve insan

sağlığını da ciddi derecede etkilediğinden su kaynaklarını korumaya ve kontrol altına alınması amacıyla su kalitesi izleme çalışmaları düzenlenmektedir.

Düzenlenen bu çalışmalar sonucunda su kalitesi parametrelerine ait veriler, bilgi olarak ele alınmamakta, sadece envanter niteliğindedir. Yapılan son çalışmalarda verilerin ve bilgilerin netliğine önem verilmektedir. Çünkü su kalitesi analizinde maliyetin artmasıyla birlikte zamansal ve alansal kalitede de meydana gelecek problemlerin, havza bölgesine özel çözüm önerilerinin alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle farklı istatistiksel yöntemler kullanılarak çözümler elde edilmektedir (Boyacıoğlu ve Boyacıoğlu, 2004).

Su kaynaklarımızdan evsel, endüstriyel ve tarımsal kullanım amacıyla suyun oldukça büyük bir kısmı temin edilmekte, kaynaklarımızın korunması için su kalitelerinin izlenmesi ve kalite değişimlerinin saptanması gerekmektedir. Belirtilen bu çalışmalar istenilen şekilde yürütülürse sağlıklı ve ekonomik su kalitesi yönetimi var olabilir, gelecek yıllarda da su kaynaklarının etkili biçimde korunması gerçekleştirilebilir (Albek ve Göncü, 2005). Veri analiz değerlerinin belirlenmesi mühendislik yöntemlerinde önemlidir. Bu verilerin analizleri için merkezi eğilim ve dağılım ölçülerinin değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu sayede veri setlerinin karşılaştırılması da mümkündür (McBean ve Rovers, 1998).

Son zamanlarda yerüstü su kalitesinin eğilimlerinin belirlenmesi için bazı parametrik olmayan testler ortaya çıkmıştır. Klasik parametrik testlerdeki normalite, lineerlik ve bağımsızlık vs. varsayımlar genel olarak yerüstü su kalitesi verilerini elde edememektedir. Ayrıca su kalitesi eğilim analizinde istatistiksel yöntemlerin uygulanması, var olan zaman serisinin birçoğunun eksik değerli veya yazılmamış veriler olması su kalitesi parametrelerinin akım debisiyle olan bağı mevsimsellik gibi nedenlere yol açtığından dolayı karmaşık durumdadır. Bu nedenle Sen'in T, Sperman'ın Rho, Mann-Kendall, Mevsimsel Kendall, Mann-Whitney ve Kruskal-Wallis parametrik olmayan testlerin uygulamaları parametrik testlere göre daha uygundur (Kalaycı ve Kahya, 1998).

Suyun kalitesini belirlediğimiz sistemlerin dinamik bir düzende olması, aralarında birbirleriyle ilişkili oldukça fazla parametre barındırması (fiziksel, kimyasal) zamansal ve konumsal farklılıkların saptanmasını zorlaştırdığından veriler karmaşıktır. Bu tip verilerin analizinde tek değişkenli istatistiksel yöntemler eksik olacağından dolayı geo-istatistik ve çok değişkenli istatistik yöntemler ile analiz yapılması daha uygundur. Bu istatistiksel yöntemler tek değer yerine tüm değerlerin veri analizini yapabilmekte, birden fazla faktörü aynı zamanda ön planda tutabilmektedir (Mahloch, 1974: Einax ve ark., 1997: Kowalkowski ve ark., 2006: Santos ve ark., 2003).

Su kalite verilerinin karışık olması verilerin yorumlanması için de farklı çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri (gruplandırma analizi, diskriminant analizi, faktör analizi/ana bileşenler analizi vb.) hatasız sonuçlar vermiştir. Bu tür analiz yöntemleri, su kalitesi değişkenlerinden sorumlu olan ve su kalitesini etkileyen faktörlerin bilinmesi ve bundan dolayı su kaynaklarının daha elverişli yönetimi için uygun projelerin geliştirilmesi açısından oldukça ciddi bir etken olmuştur (Arslan, 2008).

Su kalitesi parametre verilerinin istatistiksel yöntemlerle değerlendirme çalışmaları her geçen yıl daha da yaygınlaşarak yapılmaktadır. Tez çalışmasında su kalitesi parametre verilerine uygulanacak olan temel bileşen analizi ve faktör analizi yöntemlerinin uygulandığı çalışmalara ait örnekler aşağıda bahsedilmektedir.

Şengörür ve İsa, (2001) tarafından yapılan çalışmada 1992-1996 yılları arasında elde edilen 42 su kalitesi parametresi değerlendirilmiştir. Verilere faktör analizi uygulanarak bir istasyon için 42 parametrenin 12 faktöre indirgenmiştir. Su kalite araştırmalarında çok fazla sayıda parametrenin ölçülmesi yerine, dikkatlice seçilmiş, daha az sayıda fakat kritik parametrelerin tespiti sağlanmıştır.

Blinstrub'un, (2002) yaptığı çalışmada Kaliforniya'da Orange Country havzasında 31 adet istasyondan alınan su kalitesi değerleri üzerinde Ana Bileşenler Analizi uygulanmış, analiz sonucunda toplam varyansın %77,6 'sını açıklayan 5 ana bileşen belirlenmiş, ortalama ABA skorlarına göre yapılan Kümeleme Analizinde benzer su kalitesi özelliklerinin görüldüğü 6 küme belirlenmiştir.

Yılmaz, (2009) tarafından yapılan yüksek lisans tezi çalışmasında ise, Türkiye genelinde seçilen 67 istasyona ait 1992-2008 yılları arasını kapsayan 12 parametreden (akım, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum, klor, karbonat, sülfat, SAR ve bor) oluşan veri setine çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden Ana Bileşenler Analizi, Faktör Analizi ve Kümeleme Analizi uygulanmıştır. Çalışmada özellikle birinci faktörün gerek toplam varyansı açıklama payıyla, gerekse de içerdiği tanımlayıcı parametrelerin karakterleriyle su kalitesini tanımlamada önemli bir yer tuttuğu sonucuna varılmıştır. Özellikle Kızılırmak havzasından seçilen istasyonlar, birinci faktöre ait skor değerleri sıralamasında en üst sıralarda yer almıştır. Bu sonuçtan hareketle özellikle karar verici mercilerin örnek olarak Kızılırmak havzası için etkili önlemler alması gerektiği sonucunun çıkartılabileceği de çalışmada edinilen diğer bir sonuçtur.

Charkhabi ve Sakizadeh'in, (2006) çalışmasında, İran'da Siahroud nehrinde 9 istasyondan alınan mevsimlik su kalitesi verileri üzerinde Faktör ve Kümeleme Analizleri uygulanmış, Faktör Analizi sonucunda tarımsal ve insani etkilerin en etkili kirlilik kaynakları olduğu görülmüş, Kümeleme Analizi ile yapılan kümeleme sonucunda 4 küme tespit edilmiştir.

Roman ve ark.'nın, (2003) yaptıkları çalışmada Puerto Rico da 15 havza için mevcut su kalitesi verileri üzerinde çok değişkenli istatistiksel analizler uygulanmıştır. Yapılan bu çalışmada Faktör Analizi ile parametre azaltması yapılarak toplam varyansın %77'sini açıklayan 6 faktör belirlenmiş, Kümeleme Analizi ile benzer su kalitesi özelliklerine göre havzalar kümeleneştir.

Özgüler'in, (2001) yaptığı çalışmada Meriç nehri üzerinde bulunan 01-11-00- 008 no'lu Eskiköy su kalitesi gözlem istasyonunda 1983 ve 1988 yılları arasında gözlenen su kalitesi ve akım verileri ele alınmış, 20 adet parametre Ana Bileşenler Analizine tabi tutularak uygulama sonunda varyansın yaklaşık %69'unun 3 ana bileşenle açıklandığı görülmüştür.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının tanıtılması

Hocaköy Barajı, Bursa'nın İnegöl ilçesi Hocaköy Mahallesinin 1 km güneyine bulunmaktadır. Baraj, barajı besleyen yan kollardan biri olan Aliğa Deresi üzerinde Arapkaya Sırtı ve Dorukbağları Sırtı arasında inşa edilmektedir. Baraj, içme suyu amacıyla 2015 yılında inşaatı başlanmış olup, şu andan da yapımı devam etmektedir. Barajın genel özellikler şu şekildedir;

- Gövde Tipi: Kil Çekirdek Kaya Dolgu
- Talvegden Yüksekliği: 94,00 m
- Talveg Kotu: 364,00 m
- Temelden Yüksekliği: 100,00 m
- Temel Kotu: 358,00 m
- Kret Kotu: 458,00 m
- Kret Uzunluğu: 340,56 m
- Toplam Gövde Hacmi: 3.205,079 m³
- Rezervuar Hacmi: 18,92 hm³
- Derivasyon Tüneli Sayısı: 1 adet
- Derivasyon Tüneli Uzunluğu: 513,18 m
- Derivasyon Tüneli İç Çapı: 3,00 m
- Dolusavak Tipi: Sol Sahil Karşıdan Alışlı – Kontrolsüz
- Dolusavak Proje Debisi: 178,72 m³/sn

Hocaköy Barajı İnegöl ilçesinin içme suyu ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile inşa edilmektedir (Özgün, 2019). Baraj'ın yapıldığı bölge Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Hocaköy Barajı inşaat alanı mansaptan görünümü (Özgün, 2019)



Şekil 3.2. Hocaköy Barajı inşaat alanı mansaptan membaya doğru görünümü (Özgün, 2019)

Baraj ve barajı besleyen yan kollar Bursa iline yaklaşık olarak 45 km güneydoğusunda yer almaktadır. Bu bölgeye ulaşmak için asfalt yol ile 4 km güneye ilerleyerek Hocaköy Mahallesi'ne ulaşılır. Bölgeye ulaşım yoğun yağışlı hava koşulları dışında her zaman gidilebilmektedir (Özgün, 2019). Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de bölgenin Türkiye Haritasındaki yeri gösterilmektedir.

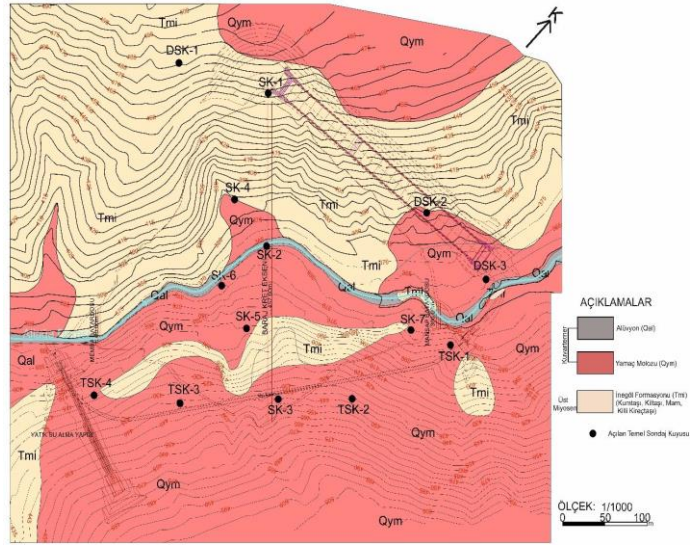


Şekil 3.3. Türkiye haritasında çalışma bölgesinin gösterimi (Anonim, 2009)

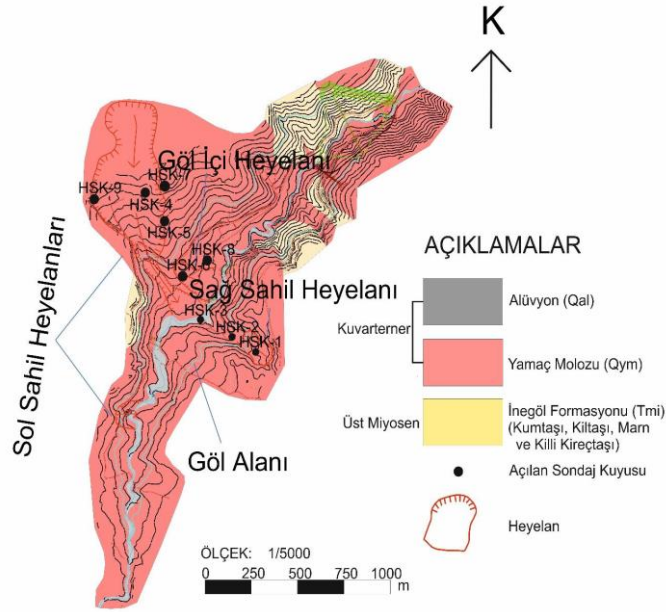


Şekil 3.4. Çalışma bölgesinin gösterimi (<https://www.google.com/maps>)

Hocaköy Barajı'nın bulunduğu bölgenin sol sahilinde üst miyosen yaşlı İnegöl formasyonunun filişleri yer alırken, dolusavak düşü havuzunun etrafında ve talvege bölgelerinde yamaç molozu bulunmaktadır. Sağ sahilinde ise yaygın olarak yamaç molozu ve kretine yakın çevrede üst miyosen yaşlı filişler yer almaktadır (Özgün, 2019). Şekil 3.5'de barajın inşa edileceği bölgeye ait jeolojik harita ve Şekil 3.6'da baraj göl alanı jeolojik haritada gösterilmektedir.

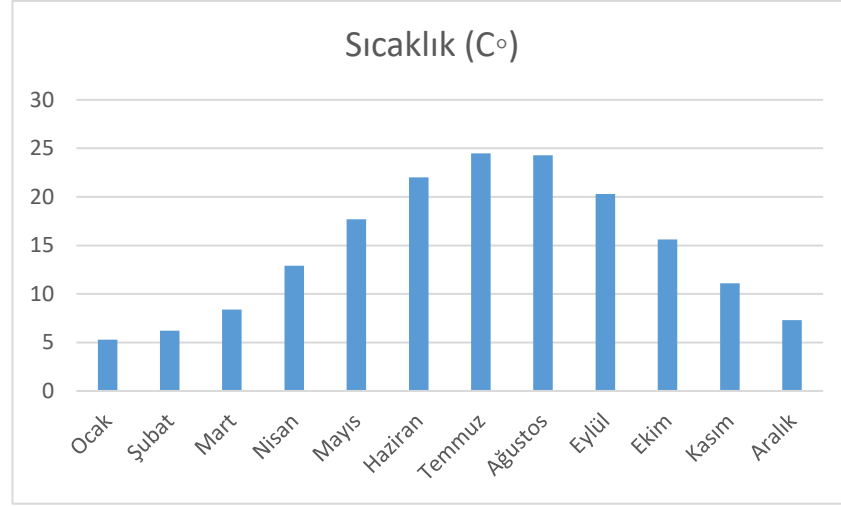


Şekil 3.5. Barajın inşa edileceği bölgeye ait jeolojik harita (Özgün, 2019)

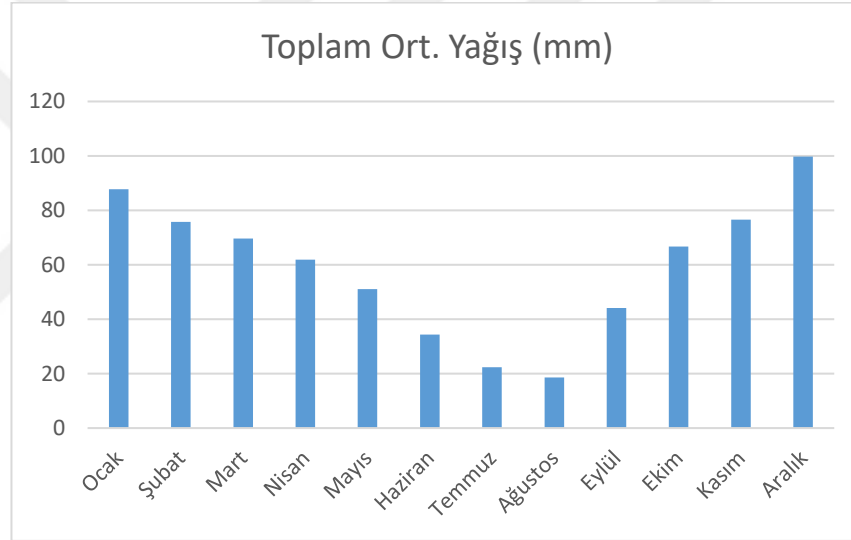


Şekil 3.6. Baraj göl alanına ait jeolojik harita (Özgün, 2019)

Çalışma bölgesi olan Bursa ili genellikle ılıman iklim tipine sahiptir. Fakat, iklim bölgelere göre farklılıklar görülmektedir. Kuzeyde Marmara Denizi'nin yumuşak ve ılık iklimi karşılarken, güneyde Uludağ'ın sert iklimi ile karşı karşıya kalınmaktadır (www.bursa.ktb.gov.tr). Bölgenin en sıcak ayları Temmuz-Ağustos iken (Şekil 3.7), en yağışlı ayları da Aralık ve Ocak (Şekil 3.8)'tir.

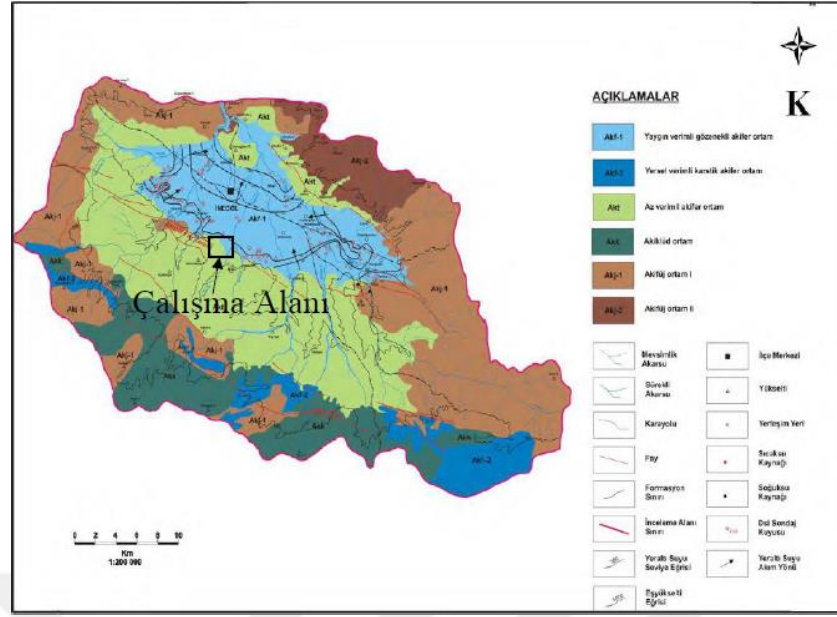


Şekil 3.7. Bursa ilinin ortalama sıcaklık değerleri (MGM, 2020)



Şekil 3.8. Bursa ilinin toplam ortalama yağış değerleri (MGM, 2020)

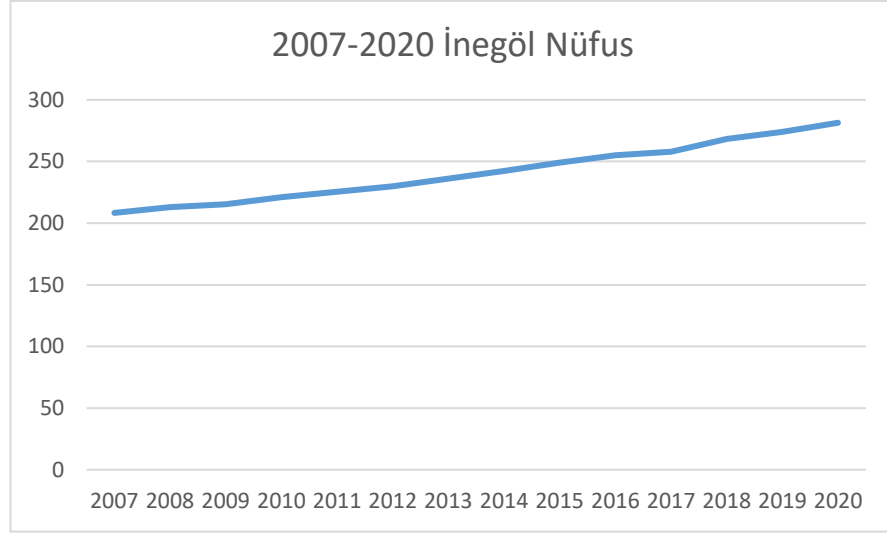
Hocaköy Barajı, Aliğa deresi üzerinde inşa edilmektedir ve barajı besleyen Aliğa deresinin yan kolu olan diğer bir dere de Bedre deresi oluşturmaktadır. Bedre Deresi ve Aliğa deresi baraj bölgesinin güneyinde yer alan Uludağ'ın yağış alanından beslenmektedir. Aliğa Deresi'nin drenaj alanı 31 km², yıllık ortalama akımı 23,56 hm³ ve yıllık ortalama debisi 0,75 m³/sn'dir. Bedre Deresi'nin ise drenaj alanı 59,12 km², yıllık ortalama akımı 35,70 hm³ ve yıllık ortalama debisi de 1,12 m³/sn'dir (Özgün, 2019). Şekil 3.9'da çalışma bölgesi ve civarında hidrojeoloji haritası gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Çalışma bölgesinin hidrojeolojik haritası (Davraz ve Ünver, 2014)

3.1.2. Nüfus ve yerleşim alanı

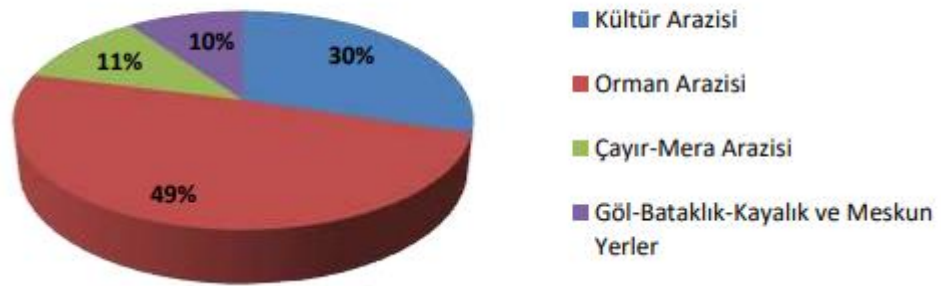
Hocaköy Barajı ve barajı besleyen kollar (Aliğa deresi ve Bedre deresi) Bursa'nın İnegöl ilçesine bağlı Hocaköy mahallesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bursa'nın en büyük merkez ilçelerinden biri olan İnegöl ilçesi TÜİK 2020 verilerine göre 281 384 kişilik nüfusa sahiptir. İnegöl, Bursa'nın sanayi sektöründeki yerinin en yoğun ve en büyük kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle nüfus hızla artmakta ve yaygın göç alımları görülmektedir. İlçe'ye bağlı olarak 5 belde bulunurken, 94 tane köy ve 14 tane mahalle bulunmaktadır (tr.wikipedia.org). 2007-2020 yılına ait İnegöl'ün nüfus grafiği Şekil 3.10'de gösterilmektedir.



Şekil 3.10. 2007-2020 yıllarına ait İnegöl nüfus dağılımı (www.nufusu.com)

3.1.3. Arazi

İnegöl ilçe yüz ölçümü 1065 km² olup, Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nden 2021 verilerine göre, arazilerin 492 400 da orman arazisi, 297 840 da kültür arazisi, 112 240 da çayır-mera arazisi ve 98 170 da göl, bataklık, kayalık ve meskun yerlerden oluşmaktadır (Anonim, 2021). Türlerine göre arazilerin dağılımları Şekil 3.11'de gösterilmektedir.



Şekil 3.11. İnegöl ilçesi arazi dağılımı (Anonim, 2021)

İnegöl toplam 297 840 dekar tarım alanına sahiptir. Tarım alanının 152 978 dekarlık bölümü tarla arazisi, 128 263 dekarlık bölümü meyve bahçeleri arazisi ve 8 886 dekarlık bölümü de sebze arazisi olarak kullanılmaktadır. Nadasa bırakılan alanlar senelere göre

değişim göstermektedir, 5 326 dekarlık tarıma elverişli olmayan arazi nadasa bırakılmaktadır. Bölge’de en çok yetişen ürünler ise; eviz, şeftali, armut, elma, çilek, kiraz, erik, kestane, üzüm, nektarin, ahududu ve diğer ürünlerdir. Bu ürünler üretimi en çok yapılanlar arasındadır. Tarla ürünleri bakımından bölgede en çok yetişen ürünler ise; buğday, ayçiçeği, mısır, yonca, yulaf, arpa ve patates yoğun olarak yetişmektedir (Anonim, 2021).

3.1.4. Sanayi

Bölgeye İnegöl Organize Sanayi Bölgeyi, 1976 yılında Bursa-Eskişehir karayolunun 43 km’si üzerine inşa edilmiş olup, Türkiye’nin üç büyük şehrine ulaşım açısından kolaylık yaratabilmekte ve Türkiye’nin de ilk ilçe organize sanayi bölgesindendir. Sanayi Bölgesi Mudanya Limanı’na 76 km, Gemlik Limanı’na 75 km uzaklıkta deniz ulaşımını sağlayabilmektedir. Ayrıca Yenişehir Havaalanı’na 22 km uzaklıkta ulaşım yapabilmektedir. Sanayi Bölgesi 2019 yılı itibari ile 108 parselden oluşmakta, 72 tesis işletim halindedir ve 13.531 çalışandan oluşmaktadır (Anonim, 2021). İlçede OSB adı altında yer alan sanayi sektörleri ve firma sayıları Çizelge 3.1.’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. İnegöl Organize Sanayi Bölgesi sektörleri ve firma sayıları (Anonim, 2021)

Sanayi Grupları	2019 Yılı OSB’de;			2020 Yılı OSB’de;		
	Firma Sayısı	Firma Sayısı	Çalışan Sayısı	Firma Sayısı	Firma Sayısı	Çalışan Sayısı
Tekstil Ürünlerinin İmalatı	28	51	8143	28	51	9052
Ağaç, Ağaç Ürünleri ve Mantar Ürünleri İmalatı	11	14	1389	12	15	1458
Mobilya İmalatı	14	17	895	14	18	934
Gıda Ürünleri İmalatı	4	5	979	4	5	1016
Kauçuk ve Plastik Ürünleri İmalatı	3	4	331	3	4	351
Kimyasalların ve Kimyasal Ürünlerin İmalatı	2	4	199	2	4	214

Çizelge 3.1. İnegöl Organize Sanayi Bölgesi sektörleri ve firma sayıları (Anonim, 2021) (devamı)

Sanayi Grupları	2019 Yılı OSB’de;			2020 Yılı OSB’de;		
	Firma Sayısı	Firma Sayısı	Çalışan Sayısı	Firma Sayısı	Firma Sayısı	Çalışan Sayısı
Ana Metal Sanayi	1	2	273	1	2	217
Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı	2	3	448	3	4	472
Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı	3	3	206	2	2	169
Diğer İmalatlar	4	5	668	3	4	894
TOPLAM	72	108	13531	72	109	14777

İlçede OSB ve Belediyenin ortak olarak kullandığı Evsel ve Endüstriyel Atık su Arıtma Tesisi bulunmakta ve tesis kapasitesi 55 000 m³/gündür. Tesis 1998 yılında temelleri atılmış olup, 2000 yılında işletmeye alınmıştır. Ülkemizde Evsel ve Endüstriyel nitelikli atıksuların bir arada arıtıldığı ilk uygulama olan tesisin kapasitesi arttırılarak 130 000 m³/gün atık su arıtabilecek noktaya ulaşmıştır.

Arıtma Tesisi 160 000 m² alana inşa edilmiş ve tesiste biyolojik arıtma, difüzör, aetatör havalandırma sistemleri mevcuttur. İlaveten tesisten çıkan atık çamurun minimize edilebilmesi adına Amerika’dan satın alınarak Türkiye’de ilk kez OSB bünyesinde Cannibal sistemi uygulanmaktadır. Sisteme ek olarak inşa edilen Çamur Kurutma Tesisleri de çıkan atık çamurlarını susuzlaştırarak geri dönüşümlü kullanılabilir hale getirmektedir.

Diğer sanayi bölgelerinden olan İnegöl Mobilya Ağaç İşleri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi de 2020 yılı sonundan itibaren 78 firma aktif olarak üretimi sürdürürken 11 firmanın inşasına devam edilmektedir. Aktif olarak üretimini sürdüren 78 firmada 5021 kişi çalışmaktadır. Yenice Organize Sanayi Bölgesi’nde ise 40 firma aktif olarak faaliyet göstermektedir ve toplamda 2500 kişi istihdam etmektedir (Anonim, 2021).

3.2. Ölçüm ve Analizler

Hocaköy Barajını besleyen Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi, BUSKİ Genel Müdürlüğü Doburca İçme Suyu Laboratuvarı tarafından ölçümleri yapılmakta ve izlenmektedir. Doburca İçme Suyu Laboratuvarı tarafından izlenen parametrelerin ölçüm yöntemleri Çizelge 3.2.'de gösterilmektedir. Çalışmada BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesinin izlenmesine yönelik olarak 2019-2021 yılları arası Aliğa Deresi x: 0454037; y: 4434547, Bedre Deresi x: 452448; y: 4427656 koordinatlarından tek bir noktadan alınan numunelerin analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Baraj, içme suyu amacıyla işletmeye alınacağından dolayı incelenen iki dereden de alınan numuneler için 27 adet parametrenin içme suyu standardında istenilen kriterlere göre uygunluğuna bakılmıştır. Ayrıca parametrelere SPSS23.0 programından temel bileşen analizi ve faktör analizi uygulanarak yorumlanmıştır.

Çizelge 3.2. BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından izlenen parametreler ve ölçüm yöntemleri (www.buski.gov.tr)

Parametreler	Birim	Ölçüm Yöntemi
pH		SM 4500-H+B. Elektrometrik Yöntem
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	* SM 2510 B. Laboratuvar Yöntem
Renk	Pt Co	TS EN ISO 7887 Yöntem C
Bulanıklık	NTU	* SM 2130 B.
Alüminyum	mg/L	* EPA 200.8
Arsenik	µg/L	* EPA 200.8
Bakır	mg/L	* EPA 200.8
Baryum	mg/L	
Bor	mg/L	* EPA 200.8
Cıva	µg/L	* EPA 200.8
Çinko	mg/L	* EPA 200.8
Florür	mg/L	* EPA300.1
Kadmiyum	µg/L	* EPA 200.8
Klorür	mg/L	* EPA300.1
Kobalt	mg/L	

Çizelge 3.2. BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından izlenen parametreler ve ölçüm yöntemleri (www.buski.gov.tr) (devamı)

Parametreler	Birim	Ölçüm Yöntemi
Selenyum	µg/L	* EPA 200.8
Kurşun	µg/L	* EPA 200.8
Mangan	mg/L	* EPA 200.8
Nikel	µg/L	* EPA 200.8
Nitrat	mg/L	* EPA300.1
Siyanür	mg/L	TS EN ISO 14403-2
Sülfat	mg/L	* EPA300.1
Fekal Koliform	EMS/100 mL	
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL	* MF / TS EN ISO 9308-1
Amonyum	mg/L	* TS EN ISO 14911
Demir	mg/L	* EPA 6020A
Krom	µg/L	* EPA 200.8

Tek bir nokta üzerinden alınan su numunelerine göre su kalite parametrelerinin 2019-2021 yıllarında ölçülmüş olan değerlerin aylık olarak ortalamaları ve ortalamaların ön istatistiksel değerleri (Xort-Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Minimum, Maksimum, Ortanca ve Değişim Katsayısı değerleri) Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4, Ek 5 ve Ek 6'da yer alan çizelge dizinlerinde gösterilmektedir. Çizelge dizinlerindeki hesaplanan % değişim katsayı değerleri ele alındığında, suyun kalitesini etkileyen Ba, Hg, Zn, Pb, Mn, CN, Cr, Cu, Se, Fe, ve Ni gibi ağır metallerin % değişim katsayı değerleri %100 - %250 arasında çıkması bu parametrelerin sudaki oluşumuna etki eden endüstriyel sektörlerden derelere karışan miktarların 2019-2021 yıllarına göre ortalamalarında değişimlere işaret etmektedir.

Aliağa Deresi ve Bedre Deresinin su kalitesinin güncel halini görmek açısından ölçülen parametrelerin 2019-2020 ve 2021 yıllarına ait ortalamaları Çizelge 3.3'de gösterilmektedir. Çizelge 4.1'de ise derelerin ortalamalara göre Çizelge 2.14'de açıklanan Kıta İçi Su Kaynaklarının Kalite Sınıflandırılmasına göre durumları gösterilmektedir. Kirlenici parametrelerin eğiliminin arttığı noktalarda artışa neden olabilecek etkenler bulunmalı, eğilimin azaldığı noktalarda su kalitesini iyileştiren etkenler bulunarak, diğer noktalara da aynı uygulamaların gerçekleşmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.3. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi 2019-2020 ve 2021 yılı ölçülen su kalite parametrelerinin ortalamaları

Parametreler	Ölçüm Yılları (Bedre Deresi)			Ölçüm Yılları (Aliğa Deresi)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
pH	8,09	8,06	8,15	8,19	8,14	8,23
İletkenlik (20 °C'de)	147,71	157,57	143,67	375,57	294,25	309,00
Renk	5,11	5,06	6,89	6,44	5,46	6,80
Bulanıklık	40,20	6,25	16,76	82,70	16,33	7,36
Alüminyum	0,23	0,04	1,17	0,26	153,00	6,78
Arsenik	0,24	0,40	0,27	0,82	1,27	1,43
Bakır	0,00	0,12	2,36	0,01	0,01	0,04
Baryum	0,03	0,02	0,14	0,02	0,02	0,03
Bor	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
Civa	1,00	0,05	0,06	0,23	0,08	0,06
Çinko	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Florür	0,03	0,03	0,05	0,09	0,05	0,09
Kadmiyum	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06
Klorür	1,59	2,68	2,71	2,81	2,63	3,10
Kobalt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurşun	0,30	0,10	0,08	0,61	0,21	0,31
Mangan	0,03	0,05	0,06	0,09	0,02	0,17
Nikel	1,81	0,23	1,27	3,07	0,88	0,56
Nitrat	0,60	0,80	0,76	0,60	1,04	1,42
Selenyum	0,29	0,58	0,12	0,57	0,30	0,06
Siyanür	0,00	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00
Sülfat	5,67	5,18	5,84	62,41	18,08	22,49
Fekal Koliform	190,72	839,48	291,40	867,49	5355,67	4540,73
Toplam Koliform (37 °C'de)	388,83	2984,68	2382,24	871,24	6559,33	5166,70
Amonyum	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Demir	0,24	0,05	1,60	0,39	79,14	7,07
Krom	0,05	0,12	0,06	3,90	0,43	0,86

3.3. Alınan Numunelerin Su Kalite Parametreleri Analizi

Derelerden belirlenen noktadan alınan numunelerde pH, İletkenlik, Renk, Bulanıklık, Alüminyum (Al), Arsenik (As), Bakır (Cu), Baryum (Ba), Bor (B), Cıva (Hg), Çinko (Zn), Florür (F⁻), Kadmiyum (Cd), Klorür (Cl⁻), Kobalt (Co), Kurşun (Pb), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Nitrat (NO₃⁻), Selenyum (Se), Siyanür (CN⁻), Sülfat (SO₄⁻²), Fekal Koliform, Toplam Koliform, Amonyum (NH₄⁻), Demir (Fe), Krom (Cr) analizleri yapılmıştır.

3.3.1. pH

Herhangi bir çözeltinin asit ya da bazik nitelikte olması çözeltinin şiddetini göstermektedir. Çözeltide var olan H⁺ iyonu konsantrasyonu ifade etmektedir (Şengül ve Müezzinoğlu, 2005). Jeolojik formasyon pH değerini tetikleyen önem nedenlerdendir. Su kaynaklarının çoğunda karbonat ve bikarbonat iyonları gösterdiğinden ötürü hafif alkali özelliktedir. Sucul canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri amacıyla pH değerine ihtiyaçları vardır ve bu değer 6,5-8,5 arasında olmalıdır (Barlas, 2004).

Sulardan alınan numunelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenler neticesinde, alınmış olan numunenin içerisinde CO₂ ve HCO₃ iyonlarının derişimi ve hızı ile pH değeri değışiklik gösterebilmektedir. İyonların derişim ve hızındaki durumlardan dolayı pH ölçümleri numune alınan noktalarda anlık olarak yapılmaktadır. Anlık ölçümün mümkün olmadığı durumlarda laboratuvar ortamına getirilmeli ve en kısa sürede, suda çözünmüş gazlar etkisini kaybetmeden ölçümler yapılmalıdır (Anonim, 2010b).

Elektrometrik pH ölçümlerinde ana prensibi, H⁺ iyonlarının cam elektrot ve referans elektrot sayesinde potansiyometrik olarak ölçülmesine yardımcı olur. pH ölçümlerinde, pH metre gerekli sertifika standardına uygun kalibrasyon edilmektedir, kalibrasyonu yapılan pH metre ile ölçüm yapılmaktadır, çıkan sonuçlar ölçülen sıcaklık değerleri ile kayıt edilmektedir (Şengül ve Müezzinoğlu, 2005).

3.3.2. Elektriksel iletkenlik

Suda erimiş olan toplam tuz miktarının iyi gösterilmesi elektriksel iletkenlik değerini ifade etmektedir. Buna bağlı olarak elektriksel iletkenliğin kolay ölçülebilmesinin nedeni

sudaki toplam tuzun ifade edilmesinde çoğunlukla kullanılmaktadır. Elektriksel iletkenlik sulu bir çözeltinin elektriği iletebilme kabiliyetinin sayısal değeridir.

Elektrik İletkenliği suda çözünmüş halde bulunan iyonların türüne ve konsantrasyonuna bağlıdır. Elektrik İletkenliği kondüktümetre ile ölçülmektedir. İletkenlik, 1 cm² yüzey alanına sahip ve 1 cm uzaklıkta bulunan iki elektrot arasında ölçülen direncin tersi olarak ifade edilmektedir. Birimi siemens/metre'dir.

Elektrik İletkenliği ölçümü, havada bulunan CO₂ ve NH₃ gazlarının alınan numune ile etkileşimi sonucunda biyolojik faaliyetlerin meydana gelebilmesinden dolayı ölçüm anlık olarak numunenin alındığı noktada yapılmalıdır, anlık numune ölçümü için uygun şartlar yok ise alınan numune laboratuvar ortamına en kısa sürede getirilmeli ve ölçüm işlemi gerçekleştirilmelidir. İletkenlik ölçümü yapılırken kullanılan cihazın ilk olarak uygun sertifikalı standart çözeltiyle kalibre edilir, daha sonra ölçüm yapılmaktadır (Anonim, 2010b).

3.3.3. Renk

Renk, suda çözünmüş halde bulunan maddelerin oluşturduğu “asıl renk” (sudaki bulanıklığı oluşturan askıda maddelerin giderildikten sonraki rengi) olabileceği gibi, çökebilen ya da kolloidal askıda maddelerden oluşmuş (yalnız suyun kendi rengi olmayıp, orijinal numune filtre veya santrifüj edilmekten, doğrudan doğruya ölçülen renk) renklerde olabilmektedir. Özetle renk, doğam metalik iyonlar (demir ve mangan vb.) humus, turba materyalleri, algler, yabani otlar ve endüstriyel atıklardan oluşmaktadır. Suda genellikle asıl rengini görmek nadirdir. Doğal yer üstü sularının rengi pH arttıkça artmakta, tat ve koku etkenleri de suyun rengi ile ilgilidir. Doğal suların rengi organik maddelerden meydana gelmektedir, yerüstü sularında var olan bitkilerin çürümesinden kaynaklanmaktadır (Güler, 1997). Akarsularda rengin oldukça belirgin olduğu zamanlar kuru mevsimde ilk şiddetli yağıştan sonra görülmektedir (EPA, 2001). Renk analiz yöntemleri Çizelge 3.4’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Renk analiz yöntemleri (Doğanay, 2014)

Analiz Yöntemi	Cihaz Çalışma Prensibi
TS EN ISO 7887	Spektrofotometre – Kolorimetrik Yöntem
Standart Yöntem 2120	Görsel Karşılaştırma – Kolorimetrik Yöntem
	Spektrofotometre – Kolorimetrik Yöntem
EPA Yöntem 110.1	Spektrofotometre – Kolorimetrik Yöntem
EPA Yöntem 110.2	Görsel Karşılaştırma – Kolorimetrik Yöntem
EPA Yöntem 110.3	Spektrofotometre – Kolorimetrik Yöntem

3.3.4. Bulanıklık

Bulanıklık, suyun ışık geçirgenliği ya da ışık tutma durumu ile ilgili parametredir. Genel olarak toplam askıda katı madde olarak da bilinmektedir (Bellingham, 2014). Suyun bulanıklığını oluşturan maddeler ise kil, şilt, organik ve inorganik maddelerin yanı sıra suyun türbülans derecesine de bağlı olarak partiküller ile algler ve planktonlardır (Baltacı, 2000). Bulanıklığa neden olan askıda katı maddeler ya da askıda planktonlardır. Düşük seviyedeki bulanıklıklar, besin zincirinde yeterli miktarda plankton olduğunu ve iyi haldeki ekosistemi temsil etmektedir. Fakat, yüksek seviyedeki bulanıklık ortamda sorunun var olduğunu işaret etmektedir.

Bulanıklı, akarsulardaki canlı yaşamı için gerek ışığın suya geçişini engellemektedir. Bu nedenle su üzerinde var olan partiküller güneş ışığını absorbe ederek suyun sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır (Doğanay, 2014). Bulanıklık analiz yöntemleri Çizelge 3.5’de gösterilmektedir İnsan ve doğa faaliyetlerinden dolayı oluşan bulanıklığın nedenleri ise, erozyon, su taşkını, endüstriyel deşarjlar, mikroorganizmalar ve ötrofikasyondur. Akarsularda yaşayan bazı canlı türleri de uzun süreli bulanıklık halinde yaşamları olumsuz etkilenmektedir, bu nedenle bulanıklık su kalitesi açısından izlenmesi gereken önemli parametrelerdendir (Bellingham, 2014).

Çizelge 3.5 Bulanıklık analiz yöntemleri (Doğanay, 2014)

Analiz Yöntemi	Cihaz Çalışma Prensibi
TS 5091 EN ISO 7027	Türbidimetre – Nefhelometrik Yöntem
Standart Yöntem 2130	Türbidimetre – Nefhelometrik Yöntem
EPA Yöntem 180.1	Türbidimetre – Nefhelometrik Yöntem
ASTM D6855-12	Türbidimetre – Nefhelometrik Yöntem

3.3.5. Alüminyum (Al)

Alüminyum, canlı yaşamında hemen hemen tüm gıda ürünlerinde ve içme sularında mevcuttur. İçme sularında alüminyuma rastlanması iki etkenden meydana gelmektedir. Bunlardan ilki suyun kaynağında var olan alüminyum ve su arıtımında kullanılan alüminyum tuzlarıdır. İçme suyu kaynağının özelliklerine bağlı olarak alüminyum, suyun doğal formunda belirli seviyenin üstünde görülebilmektedir. Daha çok asit yağmurları, içilebilir sularda alüminyum seviyesini arttırmakta ve suyun yapısında alüminyum fazla olabilmektedir. Suda var olan alüminyum pek çok Fizikokimyasal ve mineralojik etkilere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. WHO'ya göre suda çözünmüş alüminyum seviyesi 0,001 ile 0,5 mg/L arasında değişkenlik göstermekte, suyun asiditesi ve organik madde içeriği arttıkça bu seviye 0,5 ile 1 µg/L arasına kadar çıkabilmektedir (WHO, 2003). EPA verilerine göre de 50-100 µg/L alüminyum bulunan içme sularından 1,4 litre tüketildiğinde kg başına günlük yaklaşık 1,5 µg/L alüminyum alındığı ifade edilmiştir (Calvin ve ark., 2012).

Alüminyum'un bazı içme suyu standartlarında bulunmasına ilişkin sınır değerleri Çizelge 3.6'da gösterilmektedir. Türkiye'de "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" kapsamında alüminyumun değeri 200 µg/L olarak belirtilmiştir (Anonim, 2016). İngiltere'de 1991 yılında yapılan çalışmada 553 numunede 0,2 mg/L'den fazla çıkan numune sıklığı %1'den az bulunmuştur. Kanada'da ise 1993-1994 yıllarında yapılan araştırmada alınan numune örneklerinin %75'inde düzey 0,1 mg/L'nin altında bulunmuştur ve değerler 0,04 ile 0,85 mg/L arasında değişiklik göstermektedir. ABD'de yapılan çalışmalarda sudaki alüminyum seviyesi farklı çalışmalarda 0,01 ile 2,7 mg/L arasında değiştiği gözlemlenmiştir (WHO, 2003).

Çizelge 3.6. Alüminyum'un bazı içme suyu standartlarındaki sınır değerleri (Srinivasan ve ark., 1999)

Ülke	Sınır Değer (mg/L)	Kabul Edilebilir Maksimum Konsantrasyon (mg/L)
DSÖ	0,2	-
USEPA	0,05	0,2
Belçika	0,05	0,1
İsveç	0,05	0,1
İsviçre	0,05	0,5
Danimarka	0,05	0,2

3.3.6. Arsenik (As)

Arsenik, yeryüzünde oldukça az miktarda bulunan ve dağınık alanlarda bulunan bir elementtir. İşlenmemiş verimli toprakta milyonda birkaç kısım arsenik bulunmaktadır. Verimli topraklarda da arsenik içeren pestisitlerin zamanla kullanılması sonucunda arsenik derişimi oldukça fazla artmaktadır. Deniz suyunda ise milyonda on oranında rastlanmaktadır. Birçok arsenik bileşiklerinin vücutta zararlı etkileri vardır. Arsenik bileşikleri, böcek ve tarım ilaçları, fare zehri, bazı kanser ilaçları, boya, duvar kağıdı, seramik gibi birçok ürünün imalatında kullanılmaktadır.

Canlılarda arsenik zehirlenmesi genel olarak arsenik trioksit, bakır asetoarsenik, kalsiyum veya kurşun arsenat gibi arsenik bileşikleri ile hazırlanmış böcek ilaçlarının ağız veya soluma yoluyla alınmasıyla zehirlenme görülmektedir. İlaçlanmış sebze ve meyvelerin yıkanmadan yenmesi zehirlenmeye yol açmasının yanı sıra vücutta arsenik birikimine de neden olmaktadır. Arseniğin zehirli etkileri vücutta bulunan bazı enzimlerle birleşerek hücre metabolizmasının da bozulmasına sebep olmaktadır. Arsenik zehirlenmesi, yüksek dozda alındığında akut zehirlenme, ufak ve art arda alındığında ise kronik zehirlenmeler meydana gelmektedir. Akut zehirlenmesinin belirtileri arasında mide bulantısı, kusma, ağız ve boğazda yanma ve şiddetli karın ağrıları görülmektedir. Bu belirtilerin ardından dolaşım bozukluğu ve kalp yetmezliği gibi ciddi rahatsızlıklar görülür ve birkaç saat içerisinde zehirlenme ile ölüm gerçekleşebilmektedir. Kronik zehirlenmelerde ise, yavaşça gücünü kaybetme, boşaltım sisteminde bozukluk, deride tümör oluşumu, şuur bozukluğu, kansızlık gibi belirtilerle görülmektedir. EPA'ya göre içme sularında arsenik 0,01 mg/L'den fazla olmaması önerilmektedir. (Anonim, 2003a).

3.3.7. Bakır (Cu)

Bakır su kaynaklarında, metal içeren bölgelerde temas edilmemişse genel olarak düşük konsantrasyonda görülmektedir (Oğuz, 2015). Bakır doğal halde hayvanlarda ve bitkilerde görülen, canlılar için esansiyel bir elementtir. Çevreye bakırın bulaşmasına etken kaynaklar ise, bakır içeren pestisitler, metal kaplama ve işleme endüstrisi ve maden eritme işlemleri olduğu bilinmektedir. Bakır, konsantrasyonu 1 mg/L üzerindeyse çamaşır ve sıhhi tesisat gereçlerinde lekelenme (mavi-mavi/yeşil) görülürken, konsantrasyon değeri 2,5 mg/L aştığı durumlarda suda acımsı tat bırakmaktadır (WHO,

2011). Tarımsal yüzey akışlarında çözülebilir bakır bileşikleri oldukça zararlıdır. Bu bileşikler suya karıştığında suda bulunan parçacıklara tutunur ve bu şekilde çevreye etkisi azalmaktadır (Anonim, 2003a). Sudaki konsantrasyonu 1,3 mg/L'yi geçmemelidir. Bakır barındıran malzemelerin (örneğin, suyu taşıyan borular) korozyona sebep olabileceğinden bakır miktarında artmalar görülebilmektedir. Bu tür durumlarda arıtma tesisi çıkışına bakır konsantrasyonu 1,0 mg/L'yi geçmemelidir (Akgiray, 2003).

3.3.8. Baryum (Ba)

Baryum, doğada sadece element karışıkları içeren cevherlerde bulunan metaldir. Baryum bileşiklerinin meydana gelebilmesi için kükürt, karbon ve oksijen ile birleşmesi gerekmektedir. Suda çözünebilen baryum bileşiği insan sağlığı üzerindeki etkilerine bakılacak olursa, fazla miktarda ağız yoluyla alınması sonucunda kalp ritminde bozulma ve felç görülebilmekte, düşük miktarda alındığında ise kusma, karın krampları, ishal, nefes almada zorluk, kan basıncında düşüklük ya da yükselme gibi etkiler görülmektedir. Baryum, içme sularında volkanik ve tortul kayalıklara karşı doğal kaynaklı olarak 0,1 mg/L'nin altında konsantrasyonlarda görülmektedir. 1 mg/L'nin üzerinde olduğu durumlarda ise yeraltı suyu kaynaklıdır (www.galiparduc.com).

3.3.9. Bor (B)

Doğada genel olarak boraks ve kolemanit mineral halinde bulunmaktadır. Boraks ve kolemanit minerallerinden çözünen bor bileşikleri suya karışmaktadır. Suda bulunan yoğun miktardaki bor bitki yapraklarında sararma, solma ve bitkinin verimsizliğine sebep olmaktadır. Bundan dolayı sulama sularındaki sularda bor bileşiklerinin analizi oldukça önemlidir. Bor Avrupa'nın doğusundaki su kaynaklarında konsantrasyon değeri 20 mg/L'de gözlemlenirken, Dünya'da bor rezervleri açısından birinci sırada yer alan ülkemizde boraks madenlerinin oldukça fazla olduğu bölgelerde (Kütahya, Hisarcık köyü etrafında) bor konsantrasyonu 2 ile 29 mg/L arasında ölçülmüştür (Çöl ve Çöl, 2003).

Bor değerleri içme suyu kaynaklarında bölgenin jeolojik yapısı ve atıksu deşarjlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İçme sularındaki bor konsantrasyonu genel olarak 0,5 mg/L'nin altında olması insanlar üzerinde sinir sistemi, baş dönmesi, titreme ve kramp gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Anonim, 2010b ; WHO, 2011).

3.3.10. Cıva (Hg)

İçme sularında cıva, organik ya da inorganik halde görülmektedir. İnorganik halde bulunan cıva böbreklere zarar vermekte, metil cıva ise sinir sistemine ve diğer organlarda hasara yol açmaktadır. Cıva klorun elektrolitik üretiminde, elektronik aletlerde, diş amalgamlarında, fungusitlerde, antiseptiklerde, koruyucu maddelerde kullanılmaktadır. Cıva yerüstü sularında konsantrasyonu 0,002 mg/L ve daha azı nehirlerde, 10 µg/L konsantrasyonlarındaki cıva küçük göl ve rezervuarlarında görülmektedir (Akıray, 2003; De Zuane, 1997).

3.3.11. Çinko (Zn)

Canlıların hücre ve organlarında esansiyel element halde bulunan çinko, toprak, hava, su ve tüm gıda ürünlerinde bulunmakta ve mineral halde de bol bulunan elementtir (Anonim, 2003a). Kurşun gibi çinko da maden ve işleme tesislerinden yayılarak, atmosferik şartlarda uzun süreli taşınıp depolanmaktadır (Türkmen, 2003). Topraktaki çinkonun %90'ı bitki bünyesinde barınmakta ve sucul organizmalarda da görülmektedir. Çinko yetersiz miktarda alındığında ise, 200'den fazla enzimi ciddi derecede olumsuz etkilediği gibi, yüksek miktarda alındığında da canlılar üzerinde birçok hasara neden olmaktadır (Anonim, 2003a). Çeşitli araştırmalarca çinkonun kanser dışında birçok olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir. EPA'ya göre içme sularında 5 ppm'den fazla olmaması önerilmektedir. Çinko toksikolojik açıdan arsenik, kadmiyum, krom, bakır ve kurşundan daha az hasara neden olduğu bilinmektedir (Tuncay, 2007).

3.3.12. Florür (F⁻)

Florür en reaktif ametal elementlerinden biridir, açık yeşilimsi sarı renkte ve gaz halinde bulunmaktadır. Yeraltı sularında konsantrasyonu 10 mg/L'ye kadar görülmektedir (Oğuz, 2015). Florür, suda doğal halde bulunmasının yanı sıra, endüstriyel atıksu deşarjı ile de alıcı ortama verilmektedir (EPA, 2001). Florür fazla miktarda alındığında insanlarda kemiklere ve dişlere zarar vermektedir. İçme sularındaki konsantrasyonu ise 4 mg/L'yi geçmemelidir. Ayrıca, 0,7 ile 1,2mg/L arasındaki florür miktarı diş çürümelerine karşı direnci arttırmaktadır (Akıray, 2003). Analiz yöntemleri Çizelge 3.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.7. Florür analiz yöntemleri (Doğanay, 2014)

Analiz Yöntemi	Cihaz Çalışma Prensibi	Yöntem Tespit Sınırı
ISO 10359-1	İyon Seçici Elektrot Yöntem	-
TS EN ISO 10304-1	İyon Kromatografisi	-
Standart Yöntem 4500-F-C	İyon Seçici Elektrot Yöntem	0,1 mg/L
Standart Yöntem 4500-F-D	Kolorimetrik Yöntem	-
Standart Yöntem 4500-F-E	Spektrofotometre-Kolorimetrik Yöntem	0,1 mg/L
Standart Yöntem 4110 B	İyon Kromatografisi	0,002 mg/L
Standart Yöntem 4110 C	İyon Kromatografisi	40 µg/L
EPA Yöntem 300.0	İyon Kromatografisi	0,01 mg/L
EPA Yöntem 300.1	İyon Kromatografisi	0,009 mg/L
EPA Yöntem 340.1	Kolorimetrik Yöntem	0,1 mg/L
EPA Yöntem 340.2	İyon Seçici Elektrot Yöntem	0,1 mg/L
EPA Yöntem 340.3	Spektrofotometre-Kolorimetrik Yöntem	0,05 mg/L
ASTM D4327-11	İyon Kromatografisi	0,26 mg/L

3.3.13. Kadmiyum (Cd)

İz element olarak bilinen kadmiyum endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeryüzünde yaklaşık olarak 0,1 ile 0,5 mg/kg arasında değişmektedir. Kadmiyum, çinko ve kurşun üretiminde meydana çıkan yan ürün olduğundan dolayı eğer ortamda çinko ve kurşundan kaynaklı ağır metal kontaminasyonu var ise, kadmiyumda da görülme olasılığı yüksektir (Tuncay, 2007). Birçok organizma için toksik özellik gösteren kadmiyum, direk sudan, bir derece kadar havadan ve besin yoluyla alınması sonucunda hem bitkisel hem de hayvansan organizmalarda birikmeye neden olmaktadır. Gıda ürünlerinin tümünde az miktarda da olsa bulunmaktadır. Kadmiyum açısından zengin olan gıda ürünlerinin başında mantar ilk sırada yer alırken kabuklular, karaciğer ve böbrek etlerinde de kadmiyum oldukça yüksektir. İnsanlar üzerindeki olumsuz etkilerini bakacak olursak, solunum yoluyla alınan kadmiyum akciğer hastalığına, yüksek kan basıncına, su ve gıda yoluyla alındığında ise karaciğer, böbrek, beyin, sinir hastalıkları, kemiklerde hassasiyet ve demir eksikliği gibi birçok hastalığa neden olmaktadır. Kadmiyum sucul organizmaların büyüme ve yaşama oranlarının düşmesine neden olduğundan dolayı toksiktir. EPA'ya göre içme sularında kadmiyum değerinin 5 ppb'den yüksek olmamalıdır (Anonim, 2003a ; Türkmen, 2003)

3.3.14. Klorür (Cl⁻)

Klorür, doğal sularda oldukça yaygın bulunmasının yanında konsantrasyon açısın çok değişkenlik göstermekte ve deniz suyunda yaklaşık olarak 35 000 mg/L konsantrasyon ile yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Tatlı sularda ise, klorür kaynağını toprak, taş yapısı, deniz serpintisi ve atık deşarjlarından almaktadır. Klorür, endüstriyel atık sularda oldukça fazla oranda görüldüğü gibi evsel sularda da yüksek oranda bulunmaktadır. Nehirlerde ve diğer tatlı su kaynaklarındaki klorür konsantrasyonu 15 ile 35 mg/L arasındadır. Değerlerde 5 mg/L kadar yükselme olsa dahi ve aynı zamanda serbest amonyak değerlerinde de yükselme meydana gelmişse evsel atık su deşarjı söz konusudur (EPA, 2001).

3.3.15. Kobalt (Co)

Kobalt sert, kırılğan yapıya sahip ve demir, nikele benzeyen metal kimyasal elementtir. Metal elektrokaplama ve cam, porselen, emayenin alaşımı olarak kullanılmaktadır. Krom antropojenik kaynaklar bakımından; fosil yakıtların yanması, atık su çamuru, fosfat gübreleri, madencilik ve kobalt bileşiklerini işleyen endüstriler sayılmaktadır. Yerüstü ve yeraltı sularında kobalt konsantrasyonları düşük miktardadır ve insan eli değmemiş bölgelerde 1 µg/L'in altında bulunurken, yerleşim bölgelerinde bu oran 1-10 µg/L arasında değiştiği bilinmektedir. Tarımsal alanlarda ve maden bölgelerinde ise kobalt miktarı 100-200 mg/L'ye kadar yükselmektedir (WHO, 2006).

Kobalt, insan hayatında var olması gereken elementlerden biridir ve B12 vitamininin de bileşenleri arasındadır. İnsan yaşamında 1 mg/kg üzerinde bulunması halinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Kobalt değeri yüksek olduğu durumlarda sindirim sisteminde rahatsızlıklar ve karaciğerde hasar gibi önemli sağlık sorunları görülmektedir (ATSDR, 2004). İçme suyundaki kobalt konsantrasyon miktarı 0,1 ile 5 µg/L arasında değişiklik göstermektedir (WHO, 2006).

3.3.16. Kurşun (Pb)

Kurşun yeryüzünde oldukça yaygın bir elementtir. Toprakta yaklaşık olarak 12,5 ppm'lik konsantrasyona sahipken, toprak ve sediment parçacıkları tarafından oldukça fazla oranda absorbe edilmektedir. Sucul ortamlarda kurşun alımı, sertlik, pH, tuzluluk, sıcaklık ve

organik madde gibi çevresel etkenler etkilenmektedir (Tuncay, 2007). Balıklarda ve kabuklularda karaciğer, böbrek ve kemikte birikmiş kurşun organizmalarda uzun yarılama ömrüne sahiptir. İnsanda kurşun ilk olarak iskelete girer ve vücudu terk etmesi 20 yıl sürmektedir. WHO kurşunun kanserojen olabileceğini bildirmektedir. EPA'ya göre içme sularında kurşun değerinin 15 µg/L'den yüksek olmamalıdır (Anonim, 2003a).

3.3.17. Mangan (Mn)

Mangan, kayalarda doğal halde bulunmaktadır. Saf mangan ise kırmızı-gri renkte görülmekte, doğal halde bulunmamakta fakat oksijen, sülfür ve klor gibi diğer maddelere bileşik halinde bulunmaktadır. Yaşam şartlarından ihtiyaç duyulan mangan hububat, tahıl ve çay gibi birçok gıda ürünlerine esansiyel iz element olarak bulunmaktadır. Mangan, demir-çelik fabrikalarında, güç santrallerinde, yakma fırınlarında ve maden yataklarında havaya karışmaktadır. Suya ve toprağa sızması doğal kaynaklardan, atıkların deşarjıyla ve atmosferik salınımla gerçekleşmektedir. Akarsular, göller ve yeraltı sularında doğal halde görülmektedir, sudaki bitkiler tarafından da belli miktarda alınarak birikebilmektedir. İnsan vücudun da karaciğer, böbrek ve pankreasta birikmektedir. Mangan, maden gibi işyerlerinde oldukça yüksek oranda bulunmaktadır. Mangana fazla miktarda maruz kalanlarda zihinsel ve duygusal rahatsızlıkların yanı sıra yavaş ve hareketsizlikte görülmekte, bu tür belirtiler gösteren insanlara “magnetism” hastalığı teşhisi konmaktadır. EPA verilerine göre içme suyunda mangan değerinin 0,05 mg/L'den yüksek olmamalıdır (Anonim, 2003a).

3.3.18. Nikel (Ni)

Nikel, doğada oksijen ve sülfür ile bileşik oluşturan bir elementtir, volkanlardan kaynaklanır ve topraklarda oldukça fazla miktarda bulunmaktadır. Saf nikel, sert ve gümüş renkli metaldir ve alaşımları oluşturmak için diğer metallerle birleşmektedir. Genel olarak toprak ve sedimentteki demir ve mangan içeren parçacıklara bağlıdır. Nikel havada oldukça az miktarda bulunmaktadır. İnsan ve hayvanlarda esansiyel ve çok az miktarda bulunan nikelin yokluğunda, insanlarda kronik bronşit ve nefes darlığı gibi hastalıklar görülmektedir. İnsanlara nikel hava, gıda ve solunum yolu ile bulaşmaktadır. EPA'ya göre içme sularında nikel değerinin 0,04 ppm'den az olmamalıdır (Özdilek, 2002; Türkmen, 2003).

3.3.19. Nitrat (NO_3^-)

Organik bileşiklerin son yükseltgenme ürünü olan nitrat azotu, sudaki derişimi biyolojik reaksiyonlara etkileşerek değişiklik göstermektedir. Oksijen bakımında suyun oldukça fazla olduğu bölümlerde anorganik azot bileşikleri termodinamik açıdan nitrat formundadır. İnorganik azotun bir başka formu olan nitrit azotu genel olarak düşük derişimlerde bulunmaktadır. Nitrit azotu, amonyak ve nitrat azotu arasında geçiş halindedir. Bir başka deyişle, amonyak azotunun yükseltgenmesi ve nitrat azotunun indirgenmesi ara basamak ürünüdür. Reaksiyonların tümü mikroorganizmalar tarafından aktive edilmektedir (Morkoç, 1991). Aralık, Ocak ve Şubat aylarında birincil üretimin düşük olmasından dolayı nitrat derişimleri artış gözlemlenmektedir (Geldiay ve Kocataş, 2002).

3.3.20. Selenyum (Se)

Selenyum, sülfür grubuna ait gri ya da kırmızı renkte görülen ametalik kimyasal bir elementtir. Doğada bulunabilen selenyum, cam pigment, kimyasal, ilaç, fungusit, elektrikli aygıtlar ve lastik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Su kaynaklarında düşük konsantrasyonda bulunan selenyum yerel jeokimya, pH ve demir tuzlarının var olma durumuna göre değişiklik göstermektedir. İçme suyunda $10 \mu\text{g/L}$ 'ın oldukça altındaki konsantrasyonlarda bulunmasının yanı sıra yeraltı suyundaki konsantrasyonu 6 mg/L 'ye kadar ulaşabilmektedir (NHMRC, 2014).

İnsan sağlığı açısından bakıldığında selenyum vücutta gerekli olan besin elementlerindendir ve eksikliğinde keshan hastalığı olarak bilinen çok odaklı kalp kası iltihabı ve kaschin-beck hastalığı da denilen kondrodistrofi görülmektedir (WHO, 2011e). Selenyum miktarının fazla olası durumunda ise sindirim sistemi rahatsızlığı, cilt renginde değişim, diş, saç ve tırnak kaybı, tırnak anomalileri ve periferik sinirlerde değişiklikler görülmektedir. Suda en çok görülen selenyum formları ise selenit (IV) ve selenat (VI)'dır. İki formda da okside olmaz ve indirgenmemektedir (WHO, 2011).

3.3.21. Siyanür (CN⁻)

Siyanür, karbon atomundaki üçlü bağ ile azot atomuna bağlanarak oluşmakta ve siyano grubu olan bileşiklerdir. Organik, inorganik ve sentetik türleri vardır. Altın ve gümüş çıkarma işleri, plastik, çelik, elektrokaplama, malzeme endüstrisi, sentetik elyaf ve kimyasallarda siyanür kullanılmaktadır. İçme sularında su kaynağının kirlenmesinde ya da siyanoglikozit sentezleyen bazı bitki türlerinin bozulması sonucunda görülebilmektedir. Kirlenmemiş sularda ise serbest siyanür konsantrasyonları genel olarak 0,01 mg/L'den düşüktür (NHMRC, 2014). Siyanür insan sağlığı üzerindeki etkilerine bakacak olursak yüksek dozda kısa sürede maruz kalındığında beyin ve kalp hasarı görülebilir hatta ölümle sonuçlanabilmektedir. Düşük miktarda ağız yoluyla alınan siyanür kısa zamanda panzehir tedavisi uygulanmadığında ölümle sonuçlanabilmektedir. Bu zehirlenmenin belirtileri arasında ani derin solunum, nefes darlığı, havale ve bilinç kayıpları görülmektedir (ATSDR, 2006). İçme sularında var olan siyanür ilk kaynağı siyanojen klorürdür ve sindirildiğinde ya da dağılım sisteminde kolaylıkla siyanüre dönüşmektedir. İçme sularında ise azami miktarı 0,2 mg/L konsantrasyonuna sahiptir (Akgiray, 2003).

3.3.22. Sülfat (SO₄²⁻)

Sülfat, doğal sularda sık görülen bir iyondur. Suyun akış yönünde bulunan arazinin yapısına göre konsantrasyonunda da değişiklik görülmektedir (EPA, 2001). Suda bulunan sülfat, jips ve diğer tuzlardan süzülmeyle ya da sülfür, sülfid ve tiyosülfatların oksitlenmesinden evsel ve endüstriyel atıklardan (özellikle tabakhane, kâğıt ve tekstil sanayi ya da SO₄ veya H₂SO₄ kullanılan tesislerde) oluşmaktadır. Suda bulunan Pb, Ba, Sr ve Ca sülfatlar çözünmezken Na, K ve amonyum sülfatlar oldukça fazla çözünmektedir. Yakıtlar yandığında atmosfere SO₂ salınmaktadır. SO₃, SO₂'nin katalitik oksitlenmesiyle oluşmakta, su buharı ile birleşmesiyle de H₂SO₄ meydana gelmektedir. Bu durumda atmosferde asit yağmurları ve kar şeklinde yeryüzüne inmektedir. Sülfat suda genel olarak yüksek konsantrasyonda bulunur, bunun nedeni ise kayalardan çözeltiye geçen katyonlar genellikle sülfatla çözülebilen bileşiklerden oluşmaktadır (Anonim, 2011c). Sülfatın oluşturduğu başka sorunlar ise kirli sularda, örnek olarak çözünmüş oksijenin sıfır olduğu sularda, sülfat sülfite indirgenir ve koku problemi açığa çıkmaktadır (EPA, 2001).

3.3.23. Fekal koliform ve toplam koliform

Koliform bakteriler genel karakteristiklerine göre toplam koliform ve fekal koliform olarak gruplandırılmaktadır. Toplam koliform ve fekal koliform grubuna ait bakterilerin normal florası alt sindirim sistemi bulunan insan ve hayvanlarda “fekal koliform” olarak bilinmektedir. Toplam koliform bakterileri, fekal koliform bakterileri de içeren bir başka koliformlar gibi toprakta yaşamlarını sürdürebilirler. Suyun dışkıyla kirlendiğini sadece toplam koliform bakterileri göstermemektedir (www.diatek.com.tr). E.coli ve fekal koliform bakterilerinin de doğrudan ya da dolaylı yolla dışkının bulaştığını bu nedenle de bağırsak kökenli olan Salmonelle ve Shigella gibi primer patojenlerinin de görüleceğini göstermektedir (Özaslan, 2009). Özellikle işlenmiş sularda koliform grubu bakterilerin bulunup bulunmadığı, yapılan dezenfeksiyon işleminin uygun yapıp yapılmadığını göstermektedir. Suda olumsuz bir durum yaşandığı zamanda diğer bakterileri, virüsleri ve hastalık yapıcı mikroorganizmaları da içerebilmektedir (www.diatek.com.tr).

Su kaynaklarında meydana gelen kirlilik gözle görülmeyebilir, bu durum fekal koliformların suyun tadında ya da görünüşünde bir değişiklik olduğunu göstermemektedir. İçme sularında koliform bakteriler bulunduğunda kaynak araştırması yapılması gerekmektedir. Sularda toplam koliform veya fekal koliform analizi yapıldığında, çıkan sonuç genel olarak 100 ml’de koloni oluşturan birim olarak ifade edilmektedir (www.diatek.com.tr).

3.3.24. Amonyum (NH₄⁺)

Suda çözünmüş halde ya da parçacıklar halinde görülen organik maddeler üzerindeki bakterilerin etkisinden var olan amonyak bir bölümü fitoplanktonlar aracılığıyla absorbe edilirken, geriye bırakılan amonyak, bakterilerle oksitlenir ve ilk olarak nitrite sonrasında nitrate dönüşmektedir (Geldiay ve Kocataş, 2002).

Amonyum ve amonyak insan yaşamına zararlı olmasının yanı sıra içme sularında da bulunması istenmemektedir. İçme suyu kaynağında yüksek miktarda amonyak veya amonyum bulunması kaynağa atıksuyun karışmış olma ihtimalinin yüksek olduğunun belirtisini göstermektedir. Tesis çıkışında suda amonyak kalırsa şebeke de amonyak/amonyumdan faydalanan bakterilerin üreme ihtimalide artmaktadır. İçme suyu

olarak kullanılması planlanan sularda amonyak/amonyum miktarının 0,5 mg/L'den fazla olması istenmemektedir (Akgiray, 2003).

3.3.25. Demir (Fe)

Demir oldukça yaygın bir metal olmakla birlikte toprak ve kayalarda fazla miktarda bulunmaktadır. Yeryüzündeki tüm canlıların ihtiyaç duyduğu bir elementtir. Alüminyumdan sonra %4,2 oranında yer yüzünde en fazla bulunan bir metaldir. Normal olarak çözilemeyen bir formda olmasına rağmen, doğal olarak birçok reaksiyonla çözülebilir forma ulaşabilmektedir ve girdikleri sularında kirlenmesine sebep olmaktadır. Bu durumdan dolayı yer altında demirin fazla bulunması problemdir (Tuncay, 2007). Demir'in insan hayatındaki etkisine bakıldığında, kemik iliklerinde, kırmızı kan hücrelerinde, akciğerde ve dalakta birirmektedir. Esansiyel halde bulunan demir suda yüksek konsantrasyonda bulunması halinde sağlığı ciddi derecede tehdit etmektedir. F^{+2} formunda çözülebilir haldedir ve hava ile temas halinde çözilemeyen F^{+3} formuna oksitlenmektedir (Özdilek, 2002; Türkmen, 2003).

3.3.26. Krom (Cr)

Krom hayvan, bitki, toprak, kayaç, volkanik toz ve gazlarda doğal halde bulunan elementtir ve çevre de farklı formlarda bulunmaktadır. Yaygın olarak bulunan formları ise Cr^0 , Cr^{+3} ve Cr^{+6} dır. Krom, çelik üretiminde, alaşım yapımında, metal endüstrisinde, krom kaplamasında ve paslanmayı kontrol eden madde olarak farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Ayrıca boya, tuğla ve deri endüstrisi ile gıda koruyucu madde olarak da kullanılmaktadır. Krom doğada farklı formlarda bulunduğundan dolayı organizmalar üzerinde de farklı toksik etkilerde göstermektedir (Anonim, 2003a). Yaygın olarak Cr^0 , Cr^{+3} ve Cr^{+6} formunda bulunan krom bileşikleri tatsız ve kokusuzken, yalnızca Cr^{+3} formu vücuda çok az miktarda alınması gerekmektedir. Cr^0 ve Cr^{+6} formundaki kromlara vücudun ihtiyacı yoktur. Krom hava ile temasa girdiğinde 10 gün boyunca havada kalabilirken, toprakta sıkıca yapışık halde bulunmaktadır. Suda ise dibe çökmektedir. Krom hava ortamında solunarak, suyla ve besin yoluyla vücuda alınabilmektedir (Anonim, 2005c).

WHO'ya göre, solunum yoluyla alınan yüksek miktarda krom akciğer kanseri olasılığını arttırdığı, su ve besin yoluyla alınan kromun ise mide ülserine, böbrek ve karaciğer hastalıklarına ilerleyen süreçte ölümlere neden olabildiği belirtilmiştir. Ayrıca krom bazı insanlarda alerjik etkilere de sebep olmaktadır (Anonim, 2003a). EPA'ya göre içme sularında krom değerinin 100 mg/L'den fazla olmamalıdır (Anonim, 2005c).

3.4. Yöntem

3.4.1. Temel bileşenler analizi

Çok değişken analizi, incelenen durum ve etrafındaki pek çok sayıda iç ve dış faktörleri göz önüne alarak, problemi özündeki yapısına ilişkin bilgilere uygun incelemek ve sonuçlara ulaşmak için geliştirilmiş olan yöntemdir. Detaylı olarak incelendiğinde değişken, özünde tek başına bağımsız olarak dağılım göstermemektedir. Az veya çok değişken ile birlikte değişim/bağlantı içerisindedir. Değişken incelendiğinde eldeki değişken ile diğer tüm değişkenleri sabit kabul görmek ve gerçekçi sonuçlara ulaşmak için çok değişkenli istatistiklerden faydalanılmaktadır. Temel Bileşen Analizi de bu istatistiklerden biridir. Temel Bileşen Analizi, birbirleri ile ilişkili $p > 2$ değişken içeren veri matrislerinden, birbiri ile bağımsız ve az sayıda yeni veri yapıları elde etmek amacıyla faydalanan yöntemlerden biridir. Korelasyon düzeyi yüksek olan verilerden az sayıda ve korelasyon bulunmayan yeni değişkenler üretmek ve veri indirgemesi yapmak amacıyla kullanılmaktadır (Özdamar, 2010).

Ünal ve Duman, (2005)'ın yapmış olduğu araştırmada, gözlemlerle ilgili n adet gözlem, p adet değişkenden ibaret veri matrisi X olmak üzere, fazla sayıda noktadan oluşan bir topluluktur. Değişkenler içinde tam bağımsızlık söz konusu olmayacağından dolayı ortaya çıkacak şeklin eksenleri birbirlerine dik olmayacak ve tanımlanamayacaktır. Başka bir taraftan eksenlerin dik olması istenilenden fazla bilgi verecektir. Bu nedenle, değişkenlere dönüştürme yaparak noktaların sahip oldukları toplam varyans birinci eksen boyunca değişmemesi sağlanmalı yeni eksen birbirine dik olmalıdır. Harold Hotelling önerdiği bu tip yöntemlerde Z standartlaştırılmış matris kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

$T_{p \times p}$ dönüşüm matrisi olmak üzere,

$$Y_{p \times n} = T'_{p \times p} X_{p \times n} Z_{p \times n}$$

formülü ifade edilmektedir. Başka bir deyişle, birbirleriyle ilgili Z değerlerinden, birbirleriyle ilgisi olmayan, fakat varyansı en yüksek olarak açıklayan Y değerleri elde edilmektedir.

Sonrasında elde edilen bilgiler kullanıldığında öz değer bağlantısından faydalanarak önemli bileşenler elde edilmektedir. Bu temel bileşen sayısının bilinmesi için pek çok yöntem geliştirilmiştir. Kullanılan en basit yöntem göre birden büyük öz değerlerin sayısı m 'dir ve,

$$\sum_{j=1}^m \frac{\lambda_j}{p} \geq \frac{2}{3}$$

şartını sağladığı en ufak m değeri önemli görülen temel bileşen sayısı belirlemektedir. Temel bileşen sayısını belirtmek için farklı yöntemler de görülmekle birlikte öz değerleri >1 olan değişkenlerin sayısı temel bileşen sayısı olarak kullanılmaktadır. Temel Bileşen Analizi kısaca, bağımlılık yapısını yok etme ve boyut indirgeme amacıyla kullanılmaktadır (Yolcu, 2012).

3.4.1. Faktör analizi

Birbirleriyle bağlantılı veri setlerini, birbirlerinden bağımsız ve daha az sayıda güncel veri yapılarına dönüştürmek, oluşumu ya da olayı ifade ettikleri varsayılan değişkenleri gruplayarak ortak olan faktörleri bir arada tutmak, gruplandırmak, majör ve minor faktörleri tanımlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Yılmaz, 2019).

Faktör analizi, veriler arasındaki bağlantıyı verilerin daha anlamlı ve özet bir şekilde ifade edilmesini sağlayan çok değişkenli istatistiksel analiz türlerinden biridir. Örnek olarak, m değişkenli bir durumda (m boyutlu bir uzay) birbirleri ile ilişkili değişkenleri bir araya getirerek çok az sayıda ortak, ilişkisiz değişkenler bulma yöntemidir. Başka bir ifadeyle,

boyut indirgeme ve bağımlılık yapısını ortadan kaldırma yöntemidir (Harman, 1976; Mardia ve ark., 1989; Tatlıdil, 1996).



Şekil 3.12. Faktör analizi şekilsel gösterimi (Şengörür ve İsa, 2000).

Faktör analizi yapılırken daha çok korelasyon kullanılmaktadır. Olaydaki veri setlerinin ölçülen birim ve varyansı yakınsa kovarsans matrisinden, uzaklarsa korelasyon matrisinin kullanılması önerilenlerdendir. Şekil 3.12.'de çok sayıda bağlantılı orijinal değişkenlerden az sayıda bağlantısız hipotetik değişken bulmayı amaçlayan faktör analizi n bireyin k tane özelliğini gösteren X ham veri matrisinden oluşan Z veri matrisi kullanılmıştır. Bu olay, faktör analizi modelinin z_j ($j = 1, 2, \dots, k$) değişkenleriyle $f_1, f_2, \dots, f_m$ ortak faktörleri arasındaki doğrusal ilişki modeli,

Örnek 1:
$$z_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jm}f_m + b_ju_j$$

olmakla birlikte modeldeki;

a_{jm} , j.inci değişkenin m.inci faktör üzerindeki yükü veya ağırlığını;

u_j , özel veya artık faktörü;

b_j , artık faktörüne ilişkin katsayıdır.

Verilerin Örnek1’de ifade edilmiş olan modele uyduğu varsayıldığında, ortak faktörle ile artık faktörlerin şartları sağlama zorunluluğu aşağıda gösterilmektedir.

Örnek 2:
$$\begin{aligned} E(\{f_m\}) &= 0; \text{Var}(\{f_m\}) = 1; \\ E(\{u_j\}) &= 0; \text{Kov}(\{u_j\}, \{u_j\}) = 0; \\ \text{Kov}(\{f_m\}, \{u_j\}) &= 0. \end{aligned}$$

Ortak faktörler ve artık faktörler birbirleriyle bağımsız olacağı varsayımı altında, standartlaştırılmış değişken z_j 'lerin varyansına ilişkin bağlantı,

$$\begin{aligned}\text{Örnek 3: } \quad \text{Var}(z_j) &= a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jm}^2 + b_j^2 = 1 \\ &= v_j^2 + b_j^2\end{aligned}$$

olup,

v_j^2 , j.inci değişkenin ortak faktör varyansı;

b_j^2 , ortak faktörlerin ifade edemediği bölümü kapsayan artık faktör varyansıdır.

Elde edilen v_j^2 değerlerinin hepsi 1'e eşit ya da 1'e yakın ise korelasyon matrisinin faktörleştirilmesinin uygun olduğu söylenilmektedir. Fakat bazı v_j^2 değerleri küçük ($v_j^2 < 0$) olduğunda, en az bir faktörün çıkarılması gerektiği düşünülmektedir.

Optimal faktör değerine kadar vermekte kullanılan yaygın kriterlerden bir diğeri ise;

Örnek 4:

$$\sum_{j=1}^m \frac{v_j^2}{k} \geq \frac{2}{3}$$

şeklindeki oran değeri olmakla birlikte, oran değeri 2/3'ten büyük olması durumunda faktörleşme uygundur. Olumsuz durumda başka faktörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi durumlarda Örnek 5;

$$-2 \log \lambda = (n - 1) \left\{ \log \frac{|\hat{\Delta}|}{|S|} + I_z(S\hat{\Delta}^{-1})k \right\} \sim \chi^2_{(r_i)}, i = 1, 2 :$$

için test istatistiğinden faydalanılmaktadır.

Bu ifadede;

$\hat{\Delta}$, özdeğerler;

Δ , kovaryans matrisi;

S , değişken ile faktör arasındaki ilişki matrisi

T_i , serbestlik derecesini göstermekte ve faktör sonuçlarını dik veya eğik olması durumunda farklılık göstermektedir.

$T_1 = 1/2 \{(k-m)^2 - (k+m)\}$, dik döndürmelerde

$T_2 = k/2 \{(k-2m-1)\}$, eğik döndürmelerde bağlantılarından bulunmaktadır (Mardia ve ark., 1989).

Faktör Analizinde, faktörlerin belirlenmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler yaygın olarak kullanımlarına göre; En Büyük Benzerlik Yöntemi, Ağırlıksız En Küçük Kareler Yöntemi, Genellenmiş En Küçük Kareler Yöntemi, Ana Eksen Faktörizasyonu Yöntemi, Alfa Faktörizasyon Yöntemi ve İmge (İzlenim) Faktörizasyon Yöntemi olarak sıralanmaktadır (Yılmaz, 2019). Açıklanan varyans kriteri, toplam varyansın en az %80'i olması, analizin uygulanması ise bazı istisnai durumlarda %67'den az olmamak üzere (açıklanan varyansın en az 2/3 ü) %80'den daha az açıklanan varyans ile çalışılabileceği ileri sürülmektedir (www.istatistik.gen.tr).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Parametrelere Faktör Analizi Uygulanması ve Yorumlanması

Faktör analizinin ana amacı, veri setlerinin indirgenmesi ve birbiriyle ilişkili değişkenlerin ilişkisiz ve daha az boyutlu faktör yapılarını ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle faktör analizinin geçerli olabilmesi için korelasyon matrisinin anlamlılığını ölçen Bartlett küresellik testinin $p < 0,05$ olması yani anlamlı çıkması gerekmektedir. Aynı zamanda faktör analizinin uygulamasında kullanılan bir diğer test ise, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliliği testidir. KMO testi, değişkenlerin tutarlılığını ölçen bir ölçüttür ve analizin uygulanabilmesi için değeri en az 0,5 ve üzerinde olması gerekmektedir (Dalkıran ve ark., 2020). Bahsi geçen testlerdeki değerlerin altında kalan veri setlerinin faktör analizi için uygun olmadığı söylenebilmektedir.

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda, 27 adet parametrenin faktör analizine uygunluğu kontrol edilmiştir. Parametrelere KMO testi ve Bartlett küresellik testleri uygulanmıştır. Testlerin anlamlı ve istenilen kriterlerde kabul edilmesi gerektiğinden dolayı, parametreler üzerinden SPSS 23.0 programında iki teste tabi tutulmuştur ve anlamlı sonuçlar elde edebilmek adına 27 adet olan parametre sayımız Bedre Deresinde 9 parametre üzerinden, Aliğa Deresinde 12 parametre değerlendirmeye alınarak analiz uygulanmıştır.

Değerlendirmeye alınan parametrelerin Bedre Deresi için KMO değeri 0.503 olarak tespit edilirken, Bartlett küresellik testinin sonucu da incelendiğinde $X^2_{(20)}=100,963$, $p < 0,001$ anlamlı çıkmıştır. Aliğa Deresi içinde KMO değeri 0,552 olarak tespit edilirken, Bartlett küresellik testinin sonucu da incelendiğinde $X^2_{(20)}=266,592$, $p < 0,001$ anlamlı çıkmıştır. Böylece, Bedre Deresi ve Aliğa Deresi için su kalitesi varyansını temsil eden en yüksek bileşenler ve o bileşenleri oluşturan parametreler belirlenmiştir. Aliğa Deresi ve Bedre Deresine ait KMO ve Bartlett küresellik testi değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Bu sonuçlar ışığında parametrelere temel bileşen analizi uygulanabileceğinden söz etmek mümkündür.

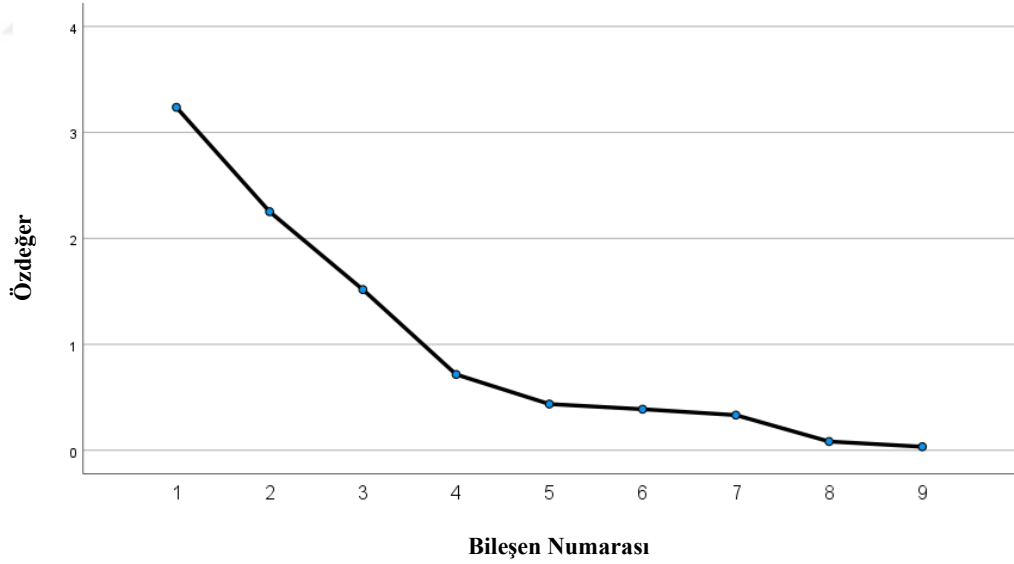
Çizelge 4.1. Bedre Deresine ait KMO ve Bartlett küresellik testi değerleri

KMO ve Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Örnekleme Yeterliliği Ölçüsü		,503
Bartlett's Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	100,963
	df	36
	Sig.	,001

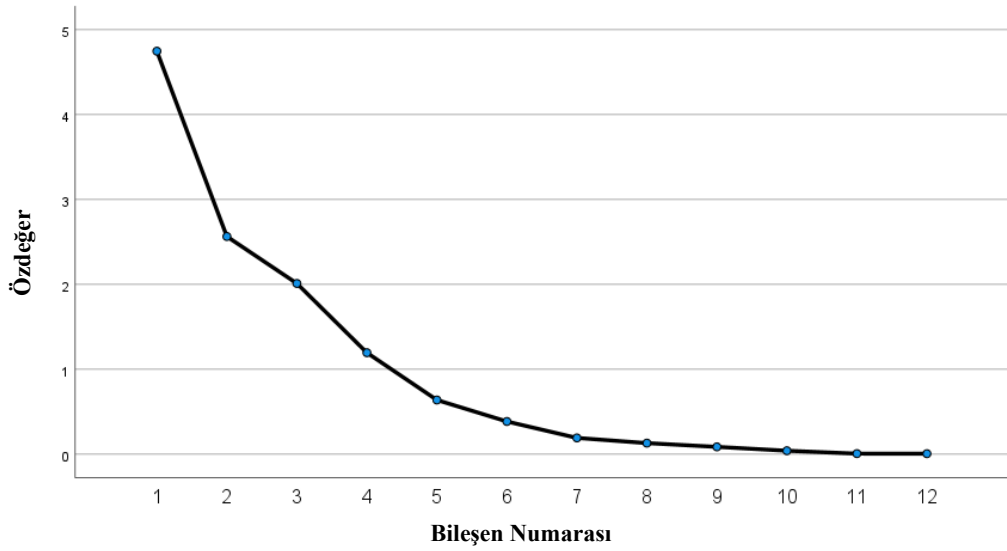
Çizelge 4.2. Aliğa Deresine ait KMO ve Bartlett küresellik testi değerleri

KMO ve Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Örnekleme Yeterliliği Ölçüsü		,552
Bartlett's Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	266,592
	df	66
	Sig.	,001

Testlerin anlamlı çıkması ve faktör sayısının belirlenmesiyle uygulanan analiz çıktılarında, faktörlerin özdeğerlerinin değişimi yamaç eğim grafiğinde gösterilmektedir. Bedre Deresi için özdeğerlerin yamaç eğilim grafiği Şekil 4.1'de, Aliğa Deresi için özdeğerlerin yamaç eğilim grafiği Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Bedre Deresi için öz değerlerin yamaç eğilim grafiği



Şekil 4.2. Aliğa Deresi için öz değerlerin yamaç eğilim grafiği

Bedre Deresi için öz değeri 1'den büyük olan ilk 3 faktör uygun faktörler olarak belirlenmiştir. Aliğa Deresi içinde özdeğeri 1'den büyük olan ilk 4 faktör uygun faktörler olarak belirlenmiştir. Ayrıca Bedre Deresi için ilk üç faktörün toplamı %77,861 olurken, Aliğa Deresi için ilk dört faktörün toplamı %87,633 olmuştur, bu sonuçlar açıklanan varyans kriteri için istenen %67 sınırını da (açıklanan varyansın en az 2/3'ü) aştığı görülmüştür. Faktörlerin özdeğerleri, toplam varyansları ve kümülatif varyansları Çizelge 4.3'de ve Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Bedre Deresi ilk üç faktörün % varyans değerlerinden ilk ikisinin değeri birbirine yakın olduğundan dolayı, üçüncü faktörden baskın olduğu söylenebilmektedir. İlk faktörün toplam varyansı %31,601'ini, ikinci faktör %27,424'ünü ve üçüncü faktör %18,836'sını oluşturmuştur. Aliğa Deresi ilk dört faktörün % varyans değerlerinden son üç değeri birbirine yakın olduğundan dolayı, ilk faktörün diğerlerine göre daha baskın olduğu söylenebilmektedir. İlk faktörün toplam varyansı %36,251'ini, ikinci faktör %18,853'ünü, üçüncü faktör %16,804'ünü ve dördüncü faktör %15,726'sını oluşturmuştur.

Çizelge 4.3. Bedre Deresi toplam varyans tablosu

Faktör	Başlangıç Özdeğerler			Tahminlenmiş Yüklerin Kareler Toplamı			Dönüştürülmüş Yüklerin Kareler Toplamı		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif Varyans	Toplam	% Varyans	% Kümülatif Varyans	Toplam	% Varyans	% Kümülatif Varyans
1	3,238	35,974	35,974	3,238	35,974	35,974	2,844	31,601	31,601
2	2,253	25,028	61,002	2,253	25,028	61,002	2,468	27,424	59,026
3	1,517	16,859	77,861	1,517	16,859	77,861	1,695	18,836	77,861

Çizelge 4.4. Aliğa Deresi toplam varyans tablosu

Faktör	Başlangıç Özdeğerler			Tahminlenmiş Yüklerin Kareler Toplamı			Dönüştürülmüş Yüklerin Kareler Toplamı		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif Varyans	Toplam	% Varyans	% Kümülatif Varyans	Toplam	% Varyans	% Kümülatif Varyans
1	4,747	39,554	39,554	4,747	39,554	39,554	4,350	36,251	36,251
2	2,564	21,365	60,919	2,564	21,365	60,919	2,262	18,853	55,104
3	2,011	16,755	77,674	2,011	16,755	77,674	2,016	16,804	71,908
4	1,195	9,959	87,633	1,195	9,959	87,633	1,887	15,726	87,633

Değişkenlerden hangi faktörlerle bağlantılı olduğunu belirten dönüştürülmüş faktör matrisi Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Bedre Deresi ilk faktöründe 1 ve 2 değişkenleri kuvvet pozitif yük oluşturduğu 3 değişkeninin ise pozitif yük oluşturduğu gösterilmiştir. İkinci faktörde, 1 değişkeni kuvvetli negatif yük oluşturduğu 2 ve 3 değişkeni kuvvetli pozitif yük oluşturduğu gösterilmiştir. Üçüncü faktörde ise, 1 değişkeni pozitif yük oluşturduğu, 2 değişkenin kuvvetli negatif yük oluşturduğu ve 3 değişkenin çok kuvvetli pozitif yük oluşturduğu gösterilmiştir. Aliğa Deresi ilk faktöründe 1 değişkenleri çok kuvvet pozitif yük oluşturduğu 2 değişkeninin ise negatif yük oluşturduğu 3 ve 4 değişkeni pozitif yük oluşturduğu gösterilmiştir. İkinci faktörde, 1 ve 3 değişkeni pozitif yük oluşturduğu 2 değişkeni çok kuvvetli pozitif yük oluşturduğu 4 değişkeni kuvvetli negatif yük oluşturduğu gösterilmiştir. Üçüncü faktörde 1 değişkeni negatif yük oluşturduğu, 2 ve 4 değişkenin kuvvetli negatif yük oluşturduğu ve 3 değişkenin çok kuvvetli pozitif yük oluşturduğu gösterilmiştir. Dördüncü faktörde ise, 1 değişkeni negatif yük oluşturduğu, 2 değişkenin pozitif yük oluşturduğu ve 3 değişkenin kuvvetli pozitif yük oluşturduğu ve 4 değişkeni çok kuvvetli pozitif yük oluşturduğu gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Bedre Deresi dönüştürülmüş faktör matrisi

Faktör	1	2	3
1	,782	-,597	,179
2	,611	,678	-,409
3	,123	,429	,895

Çizelge 4.6. Aliğa Deresi dönüştürülmüş faktör matrisi

Faktör	1	2	3	4
1	,935	,052	-,088	-,340
2	-,041	,833	-,530	,152
3	,248	,362	,709	,552
4	,251	-,414	-,457	,746

4.2. Parametrelere Temel Bileşen Analizinin Uygulanması ve Yorumlanması

Çalışmanın bu kısmında Aliğa Deresinde ve Bedre Deresinde BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından su kalitesinin izlendiği 1 nokta üzerinden 2019, 2020 ve 2021 yılları arasındaki parametre verilerine Temel Bileşen Analizi uygulanmıştır. Analizde 2 dere için, 3 yıllık veriler baz alınarak uygulanmıştır.

1. Bedre Deresi tek bir nokta üzerinde 2019, 2020 ve 2021 yıllarında,
2. Aliğa Deresi tek bir nokta üzerinde 2019, 2020 ve 2021 yıllarında.

Analiz gerçekleşmeden önce uygulamaya alınacak parametreler belirlenmiştir. Analiz kapsamında dikkate alınacak parametrelerin seçiminde analiz yapılacak derelerin yıllarının verilerinin temel bileşen analizine uygun olup olmadığını değerlendirmek üzere Kaiser Meyer Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi uygulaması yapılmıştır. Bu süreç neticesinde, parametre sayısına göre veri sayısının az olmasından dolayı analizi yanlış yönde etkilediği gözlemlenmiştir ve bu hata doğrultusunda 27 adet parametreyi Bedre Deresi için 9 parametre üzerinden, Aliğa Deresi içinde 12 parametre üzerinden temel bileşen analizi uygulanmıştır. Seçilen parametreler, Bedre Deresi için, İletkenlik, Al, As, Cl⁻, Ni, NO₃⁻, Fe, Se, Toplam Koliform; Aliğa Deresi içinde, İletkenlik, Al, As, Cl⁻, NO₃⁻, Fe, Se, SO₄⁻², Cr, Pb, Toplam Koliform, Fekal Koliform olarak belirlenmiştir. Bahsi geçen parametrelerin 2019, 2020 ve 2021 yılındaki verilerinin su kalitesini ifade etmesi sağlanmıştır. Analizler SPSS 23.0 programında yapılmıştır.

Analizler ile ilgili dereler için oluşan Temel Bileşen Analizleri Çizelge 4.7'deki ve Çizelge 4.8'deki bulgulara ifade edilmektedir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, Bedre Dere için 3, Aliğa Deresi için 4 temel bileşenin oluştuğu ve bileşenlerin su kalitesini iyi şekilde temsil eden bileşenler ve bu bileşenleri oluşturan parametrelerin ortaya çıktığı söylenebilmektedir. İlk olarak Bedre Deresi (2019, 2020 ve 2021) için 3 temel bileşende birinci öz değer 3,238 olup, birinci Temel Bileşen toplam varyansın %35,974'ini (3,238/9), Aliğa Deresi (2019, 2020 ve 2021) için 4 temel bileşende birinci öz değer 4,747 olup, birinci Temel Bileşen toplam varyansı %39,554 (4,747/12) olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Bedre Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin toplam açıklanan varyans değerleri

Toplam Açıklanan Varyans (2019, 2020 ve 2021)

Bileşen	İlk Özdeğerler			Tahminlenmiş Yüklerin Kareler Toplamı			Dönüştürülmüş Yüklerin Kareler Toplamı		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	3,238	35,974	35,974	3,238	35,974	35,974	2,844	31,601	31,601
2	2,253	25,028	61,002	2,253	25,028	61,002	2,468	27,424	59,026
3	1,517	16,859	77,861	1,517	16,859	77,861	1,695	18,836	77,861
4	,716	7,960	85,821						
5	,437	4,855	90,676						
6	,388	4,316	94,992						
7	,333	3,697	98,690						
8	,084	,929	99,619						
9	,034	,381	100,000						

Ekstraksiyon Yöntemi: Temel Bileşen Analizi.

Çizelge 4.8. Aliğa Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin toplam açıklanan varyans değerleri

Toplam Açıklanan Varyans (2019, 2020 ve 2021)

Bileşen	İlk Özdeğerler			Tahminlenmiş Yüklerin Kareler Toplamı			Dönüştürülmüş Yüklerin Kareler Toplamı		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	4,747	39,554	39,554	4,747	39,554	39,554	4,350	36,251	36,251
2	2,564	21,365	60,919	2,564	21,365	60,919	2,262	18,853	55,104
3	2,011	16,755	77,674	2,011	16,755	77,674	2,016	16,804	71,908
4	1,195	9,959	87,633	1,195	9,959	87,633	1,887	15,726	87,633
5	,638	5,318	92,952						
6	,385	3,209	96,160						
7	,192	1,596	97,756						
8	,130	1,086	98,842						
9	,086	,718	99,560						
10	,041	,338	99,898						
11	,007	,054	99,953						
12	,006	,047	100,000						

Ekstraksiyon Yöntemi: Temel Bileşen Analizi.

Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesini en iyi biçimde temsil eden parametrelere ait öz değerleri (Initial Eigenvalue) 1’den büyük olan bileşenler belirlenmiştir ve Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Parametreler Temel Bileşen Analizi ile dönüştürülüp, katsayıları 0,5’ten büyük olanların ele alınmasıyla Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10’teki temel bileşenler oluşturulmuştur.

Çizelge 4.9. Bedre Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin dönüştürülmüş temel bileşen matrisi

Dönüştürülmüş Bileşen Matrisi

	Bileşen		
	1	2	3
İletkenlik	.694		
Alüminyum		.950	
Arsenik			.833
Klorür	.945		
Nikel		.852	
Nitrat	.929		
Toplam Koliform			.827
Demir		.861	
Selenyum	.760		

Ekstraksiyon Yöntemi: Temel Bileşen Analizi.

Yukarıdaki Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.9'teki bulgular Bedre Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarında su kalitesi 3 bileşene indirgenmiştir. Birinci bileşen grubu Cl^- , NO_3^- , Se ve İletkenlik parametrelerinden oluşmaktadır. İkinci bileşen grubu Al, Ni ve Fe parametrelerinden ve üçüncü bileşen grubu As ve Toplam Koliform parametrelerinden oluşmaktadır.

Bedre Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarında Cl^- , NO_3^- , Se ve İletkenlik parametreleri asıl bileşen olarak nitelendirilmektedir. Analizde ele alınan bu parametreler su kaynaklarını genel durumunu ifade ettiğini söyleyebilmektedir.

Çizelge 4.10 Aliğa Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait seçilen parametre verilerine ilişkin dönüştürülmüş temel bileşen matrisi

Dönüştürülmüş Bileşen Matrisi

	Bileşen			
	1	2	3	4
İletkenlik	.901			
Alüminyum			.952	
Arsenik		.949		
Klorür	.756			
Nitrat		.827		
Toplam Koliform				.898
Demir			.948	
Selenyum	.753			
Sülfat	.969			
Krom	.951			
Kurşun	.665			
Fekal Koliform				.957

Ekstraksiyon Yöntemi: Temel Bileşen Analizi.

Yukarıdaki Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.10'teki bulgular Aliğa Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarında su kalitesi 4 bileşene indirgenmiştir. Birinci bileşen grubu Cl^- , Se, SO_4^{2-} , Cr, Pb ve İletkenlik parametrelerinden oluşmaktadır. İkinci bileşen grubu As ve NO_3^- parametrelerinden, üçüncü bileşen grubu Al ve Fe parametrelerinden ve dördüncü bileşen grubu ise Toplam Koliform ve Fekal Koliform parametrelerinden oluşmaktadır.

Aliğa Deresi 2019, 2020 ve 2021 yıllarında Cl^- , Se, SO_4^{2-} , Cr, Pb ve İletkenlik parametreleri asıl bileşen olarak nitelendirilmektedir. Analizde ele alınan bu parametreler su kaynaklarını genel durumunu ifade ettiğini söyleyebilmektedir.

Analiz sonucunda Bedre Deresi örnekleme için su kalitesi varyansının en yüksek temsil etme oranı %35,97, ikinci oran olarak %25,02, üçüncü oran olarak %16,85 olarak görülmektedir. Aliğa Deresi örnekleme için su kalitesi varyansının en yüksek temsil etme oranı %39,554, ikinci oran olarak %21,365, üçüncü oran olarak %16,755 olarak görülmektedir. Temel Bileşen Analizinin aktif olarak kullanabilmesi, doğru sonuç ve yorumlama yapılabilmesi için kümülatif varyasyonun ilk 2 ve 3 bileşen oranının %25'ten büyük olması gerekmektedir, bu durumda yapılan analiz sonucunun doğru yorumlandığını söylemek mümkündür. Çizelge 4.11'te Bedre Deresi örnekleme için 3 temel bileşen, Aliğa Deresi örnekleme için 4 temel bileşen, bileşenlere ait parametreler, varyanslar ve varyans yüzdeleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllarına ait temel bileşen, parametreler, varyanslar ve varyans yüzdeleri

Yıl/Dere	Bileşen	Parametre	Varyans	Kümülatif Varyans
2019-2020-2021 Bedre Deresi	1	Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , Se ve İletkenlik	35,974	35,974
	2	Al, Ni ve Fe	25,028	61,002
	3	As ve Toplam Koliform	16,859	77,861
2019-2020-2021 Aliğa Deresi	1	Cl ⁻ , Se, SO ₄ ⁻² , Cr, Pb ve İletkenlik	39,554	39,554
	2	As ve NO ₃ ⁻	21,365	60,919
	3	Al ve Fe	16,755	77,674
	4	Toplam Koliform ve Fekal Koliform	9,959	87,633

Yukarıdaki sonuçlara göre, Bedre Deresi 9 parametre ve Aliğa Deresi 12 parametreden su kalitesi açısından en iyi temsil eden parametreler ilk bileşende yer alan Cl⁻, NO₃⁻, Se, SO₄⁻², Cr, Pb ve İletkenlik parametreleri olarak belirlenmiştir. Bu ilk bileşendeki 7 parametrenin seçilmesiyle Bedre Deresinin su kalitesinin %35,974'ü, 2 bileşendeki 3 parametre ile %61,002'si, 3 bileşendeki 2 parametre ile %77,861'i; Aliğa Deresinin su kalitesinin %39,554'ü, 2 bileşendeki 2 parametre ile %60,919'u, 3 bileşendeki 2 parametre ile %77,674'ü, 4 bileşendeki 2 parametre ile %87,633'ü temsil etmektedir. Son olarak, bu ilk 7 parametrenin dikkate alınması, su kalitesinin izlenmesi için önemli bulunmuştur.

4.3. Alınan Numunelerin Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi ve Yorumlanması

Aliağa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi verilerinin Ocak 2019 ve Eylül 2021 yılları arasında tespit edilen analiz sonuçlarına göre aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.12. Bedre Deresi 2019-2021 yılları arasındaki aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları değerleri

Parametreler	2019 Ort.+ SS	2020 Ort.+ SS	2021 Ort.+ SS
pH	8,09±0,08	8,06±0,11	8,15±0,13
İletkenlik	147,71±17,33	157,57±31,34	143,67±15,79
Renk	5,11±2,85	5,06±2,52	6,89±4,20
Bulanıklık	40,20±88,66	6,25±3,40	16,76±33,96
Alüminyum	0,23±0,27	0,04±0,02	1,17±2,75
Arsenik	0,24±0,14	0,40±0,24	0,27±0,18
Bakır	0,00±0,00	0,12±0,12	2,36±1,52
Baryum	0,03±0,04	0,02±0,03	0,14±0,06
Bor	0,03±0,01	0,02±0,01	0,03±0,02
Cıva	1,00±2,25	0,05±0,03	0,06±0,04
Çinko	0,01±0,01	0,00±0,00	0,00±0,00
Florür	0,03±0,01	0,03±0,01	0,05±0,03
Kadmiyum	0,06±0,03	0,05±0,03	0,06±0,04
Klorür	1,59±0,24	2,68±2,62	2,71±1,25
Kobalt	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Kurşun	0,30±0,45	0,10±0,13	0,08±0,06
Mangan	0,03±0,03	0,05±0,03	0,06±0,10
Nikel	1,81±1,41	0,23±0,10	1,27±2,63
Nitrat	0,60±0,18	0,80±0,74	0,76±0,25
Selenyum	0,29±0,19	0,58±0,67	0,12±0,16
Siyanür	0,00±0,00	0,13±0,26	0,01±0,00

Çizelge 4.12. Bedre Deresi 2019-2021 yılları arasındaki aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları değerleri (devamı)

Parametreler	2019 Ort.+ SS	2020 Ort.+ SS	2021 Ort.+ SS
Sülfat	5,67±0,43	5,18±0,59	5,84±0,48
Fekal Koliform	190,72±324,16	839,48±1307,27	291,40±275,45
Toplam Koliform	388,83±381,82	2984,68±2621,42	2382,24±3736,83
Amonyum	0,00±0,00	0,00±0,00	0,01±0,01
Demir	0,24±0,24	0,05±0,03	1,60±3,41
Krom	0,05±0,05	0,12±0,07	0,06±0,04

Çizelge 4.13. Aliğa Deresi 2019-2021 yılları arasındaki analiz sonuçları, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları değerleri

Parametreler	2019 Ort.+ SS	2020 Ort.+ SS	2021 Ort.+ SS
pH	8,09±0,08	8,06±0,11	8,15±0,13
İletkenlik	147,71±17,33	157,57±31,34	143,67±15,79
Renk	5,11±2,85	5,06±2,52	6,89±4,20
Bulanıklık	40,20±88,66	6,25±3,40	16,76±33,96
Alüminyum	0,23±0,27	0,04±0,02	1,17±2,75
Arsenik	0,24±0,14	0,40±0,24	0,27±0,18
Bakır	0,00±0,00	0,12±0,12	2,36±1,52
Baryum	0,03±0,04	0,02±0,03	0,14±0,06
Bor	0,03±0,01	0,02±0,01	0,03±0,02
Cıva	1,00±2,25	0,05±0,03	0,06±0,04
Çinko	0,01±0,01	0,00±0,00	0,00±0,00
Florür	0,03±0,01	0,03±0,01	0,05±0,03
Kadmiyum	0,06±0,03	0,05±0,03	0,06±0,04
Klorür	1,59±0,24	2,68±2,62	2,71±1,25
Kobalt	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Kurşun	0,30±0,45	0,10±0,13	0,08±0,06
Mangan	0,03±0,03	0,05±0,03	0,06±0,10
Nikel	1,81±1,41	0,23±0,10	1,27±2,63

Çizelge 4.13. Aliğa Deresi 2019-2021 yılları arasındaki analiz sonuçları, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları değerleri (devamı)

Parametreler	2019 Ort.+ SS	2020 Ort.+ SS	2021 Ort.+ SS
Nitrat	0,60±0,18	0,80±0,74	0,76±0,25
Selenyum	0,29±0,19	0,58±0,67	0,12±0,16
Siyanür	0,00±0,00	0,13±0,26	0,01±0,00
Sülfat	5,67±0,43	5,18±0,59	5,84±0,48
Fekal Koliform	867,49±380,23	5355,67±2278,82	4540,73±3239,28
Toplam Koliform	871,24±370,29	6559,33±1815,75	5166,70±2362,61
Amonyum	0,00±0,00	0,02±0,02	0,01±0,01
Demir	0,39±0,28	79,14±147,11	7,07±16,46
Krom	3,90±8,86	0,43±0,37	0,86±1,33

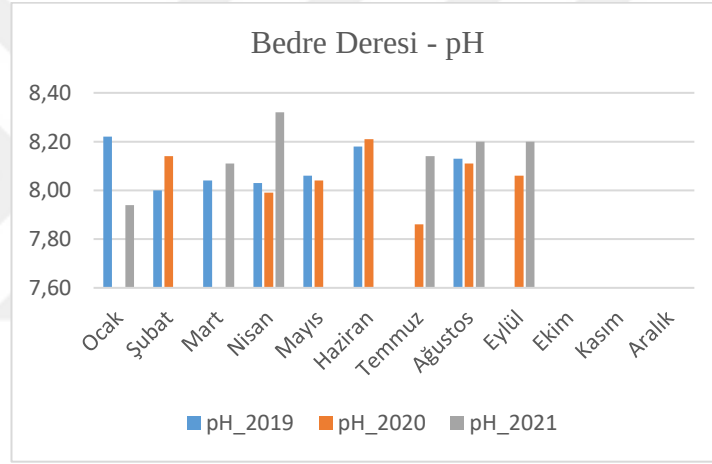
pH: 2019 ve 2021 yılları arasında alınmış olan numunelerin pH sonuçları ölçülmüştür. Ölçülen pH sonuçlarına bakıldığında; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 8,00 olarak, maksimum değer Ocak ayında 8,22 olarak görülmektedir. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma pH değeri $8,09 \pm 0,08$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Mart ve Mayıs aylarında 8,05, maksimum değer Ocak ayında 8,49 olarak görülmektedir. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma pH değeri $8,19 \pm 0,16$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 7,86 olarak, maksimum değer Haziran ayında 8,21 olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma pH değeri $8,06 \pm 0,11$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 7,75 olarak, maksimum değer Eylül ayında 8,29 olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma pH değeri $8,14 \pm 0,18$ olarak bulunmuştur.

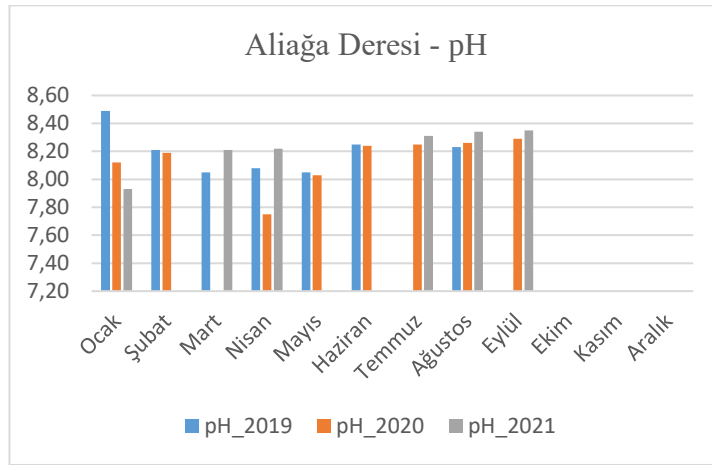
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 7,94 olarak, maksimum değer Nisan ayında 8,32 olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma pH değeri $8,15 \pm 0,13$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen en düşük değer Ocak ayında 7,93 olarak, en yüksek değer Eylül

ayında 8,35 olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma pH değeri $8,23 \pm 0,16$ olarak bulunmuştur.

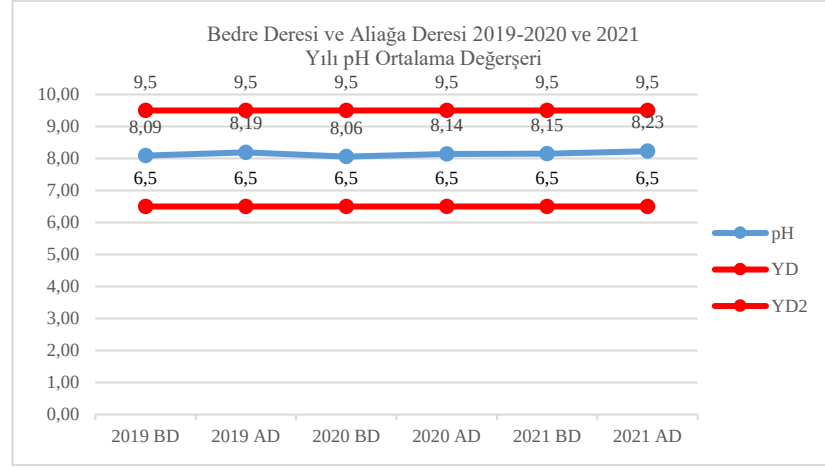
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre pH değeri $\leq 9,5-6,5 \leq$ arasında olmalıdır. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen pH değerler istenilen kriterlerde olup, yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında pH yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, suyun doğal yapısından uzaklaştığına dair herhangi bir uygunsuzluk görülmemekte, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyonun ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. pH değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de gösterilmektedir. Şekil 4.5’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.3. Bedre Deresi yıllara göre pH değerleri



Şekil 4.4. Aliğa Deresi yıllara göre pH değerleri



Şekil 4.5. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı pH ortalama değerleri

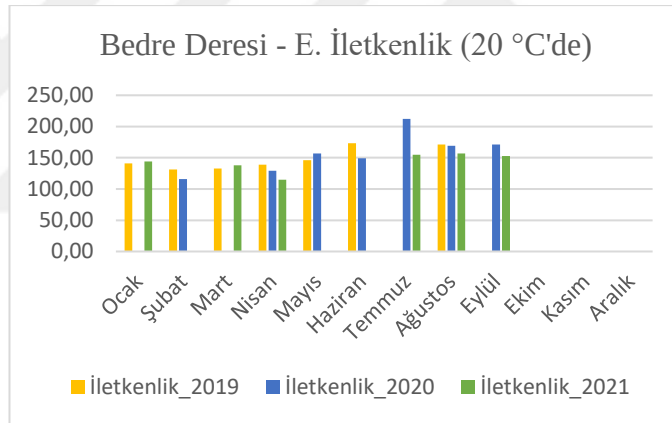
Elektriksel İletkenlik: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 131,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, maksimum değer Haziran ayında 173,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma elektriksel iletkenlik değeri $147,71 \pm 17,33$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 153,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, maksimum değer Ocak ayında 1100,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma elektriksel iletkenlik değeri $375,57 \pm 329,72$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 116,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, maksimum değer Temmuz ayında 212,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma elektriksel iletkenlik değeri $157,57 \pm 31,34$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 155,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, maksimum değer Ağustos ayında 476,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma elektriksel iletkenli değeri $294,25 \pm 109,40$ olarak bulunmuştur.

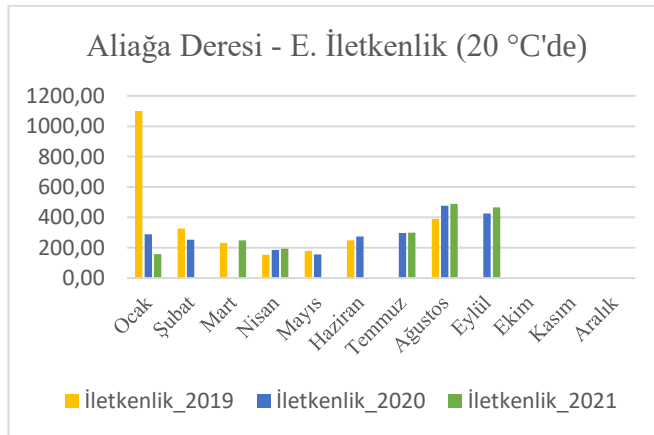
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 115,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, maksimum değer Ağustos ayında 157,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma elektriksel iletkenlik değeri $143,67 \pm 15,9$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer

Ocak ayında 158,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, maksimum değer Ağustos ayında 488,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma elektriksel iletkenlik değeri $309,00 \pm 138,86$ olarak bulunmuştur.

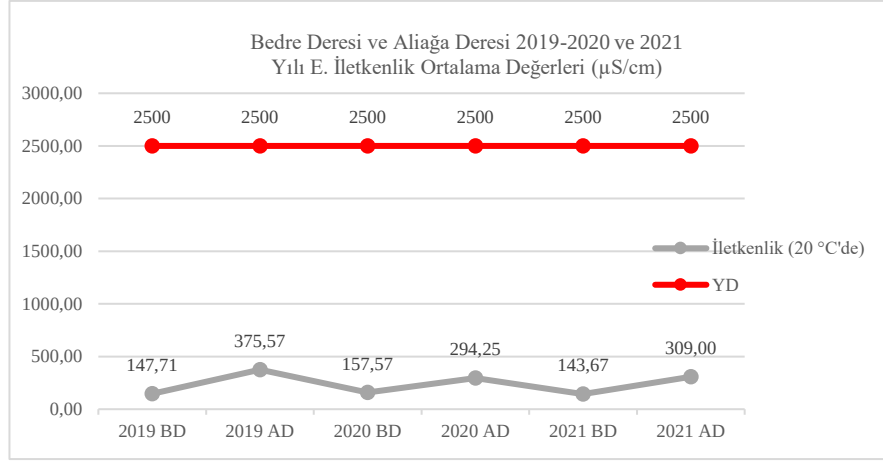
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre elektriksel iletkenlik değeri 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olmalıdır. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri istenilen kriterlerde olup, yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında elektriksel iletkenlik yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, elektriksel iletkenlik değerlerinin yıl içerisinde aylık olarak değiştiği görülmekte olup, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyonun ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de gösterilmektedir. Şekil 4.8’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.6. Bedre Deresi yıllara göre elektrik iletkenliği değerleri



Şekil 4.7. Aliğa Deresi yıllara göre elektrik iletkenliği değerleri



Şekil 4.8. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı elektrik iletkenliği ortalama değerleri

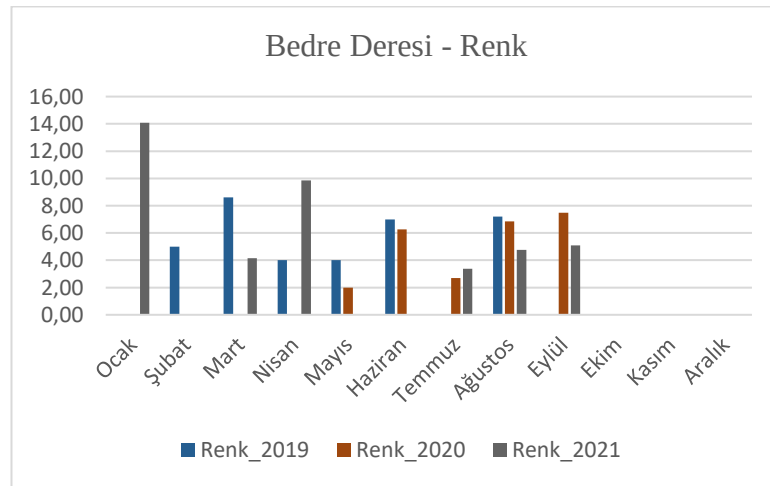
Renk: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin renk değerleri ölçülmüştür. Ölçülen renk değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 0,00 Pt Co olarak, maksimum değer Ağustos ayında 7,20 Pt Co olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma renk değeri $5,11 \pm 2,85$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Haziran ayında 3,00 Pt Co olarak, maksimum değer Mart ayında 13,9 Pt Co olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma renk değeri $6,44 \pm 3,70$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 2,00 Pt Co olarak, maksimum değer Eylül ayında 7,48 Pt Co olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma renk değeri $5,06 \pm 2,52$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Haziran ayında 2,00 Pt Co olarak, maksimum değer Ağustos ayında 8,98 Pt Co olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma renk değeri $5,46 \pm 2,96$ olarak bulunmuştur.

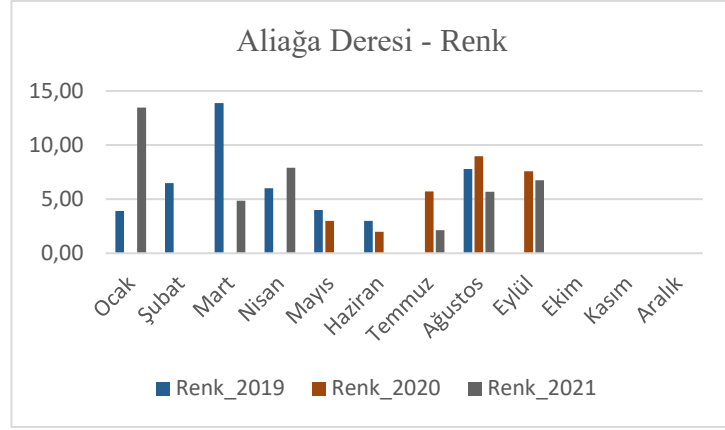
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 3,37 Pt Co olarak, maksimum değer Ocak ayında 14,08 Pt Co olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma renk değeri $6,89 \pm 4,20$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 2,13 Pt Co olarak, maksimum değer Ocak ayında 13,48 Pt Co olarak ölçülmüştür. 2021 yılında

Aliağa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma renk değeri $6,80 \pm 3,81$ olarak bulunmuştur.

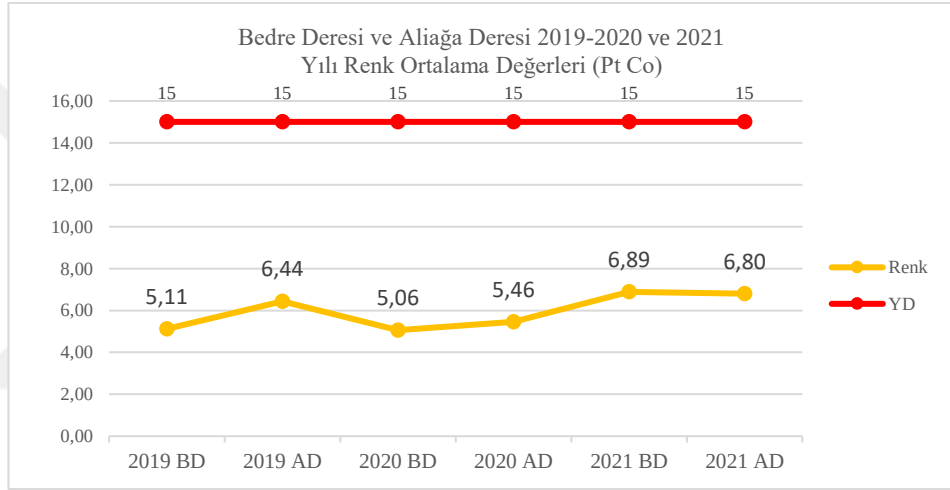
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre renk değeri $15 \geq$ Pt Co altında değildir. İçme sularında 15 Pt Co seviyesi üzerindeki renkler fark edilebilmektedir. Buna göre Aliağa ve Bedre Derelerinde ölçülen renk değerler istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (00,00 Pt Co) Bedre Deresi 2019 yılı Ocak ayında, maksimum değer (14,08 Pt Co) Bedre Deresi 2021 yılı Ocak ayında görülmüştür. Renk değerlerinin yıl içerisinde mevsimsel olarak değiştiği görülmektedir. İçme sularında renk genel olarak, akarsuyun zemininden kaynaklı (toprakten) renkli organik maddenin (hümkik ve fülvik asitler) var olmasından kaynaklanmaktadır. Bunlar haricinde demir ve diğer metallerin var olması (doğal etkenlerle veya korozyondan dolayı) ya da kaynağa endüstriyel kaynaklı deşarjlarla kirliliğin meydana gelmesinden dolayı suda renk görülebilmektedir (Oğuz, 2015). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında renk yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyonun ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Renk değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmektedir. Şekil 4.11'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.9. Bedre Deresi yıllara göre renk değerleri



Şekil 4.10. Aliğa Deresi yıllara göre renk değerleri



Şekil 4.11. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yılı renk ortalama değerleri

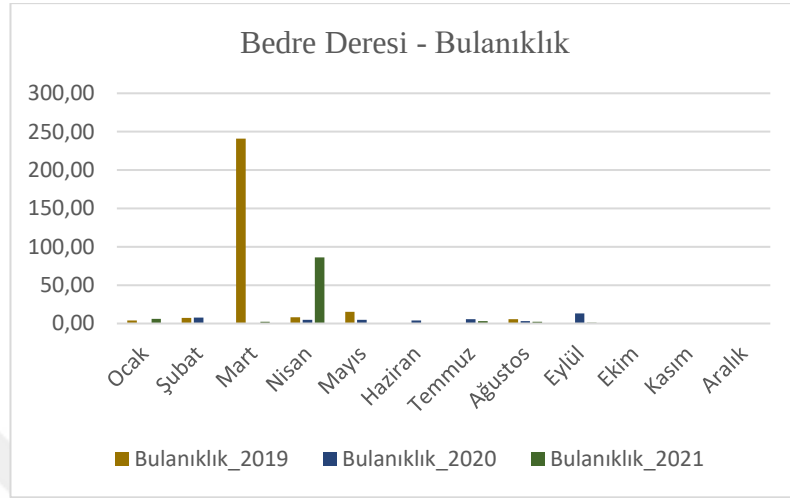
Bulanıklık: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin bulanıklık değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bulanıklık değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Haziran ayında 0,00 NTU olarak, maksimum değer Mart ayında 241,00 NTU olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bulanıklık değeri $40,20 \pm 88,66$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında 7,10 NTU olarak, maksimum değer Mart ayında 393,00 NTU olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bulanıklık değeri $82,70 \pm 152,20$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında 3,20 NTU olarak, maksimum değer Eylül ayında 13,20 NTU olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bulanıklık değeri $6,25 \pm 3,40$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 2,15 NTU olarak, maksimum değer Ocak ayında 34,60 NTU olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bulanıklık değeri $16,33 \pm 12,20$ olarak bulunmuştur.

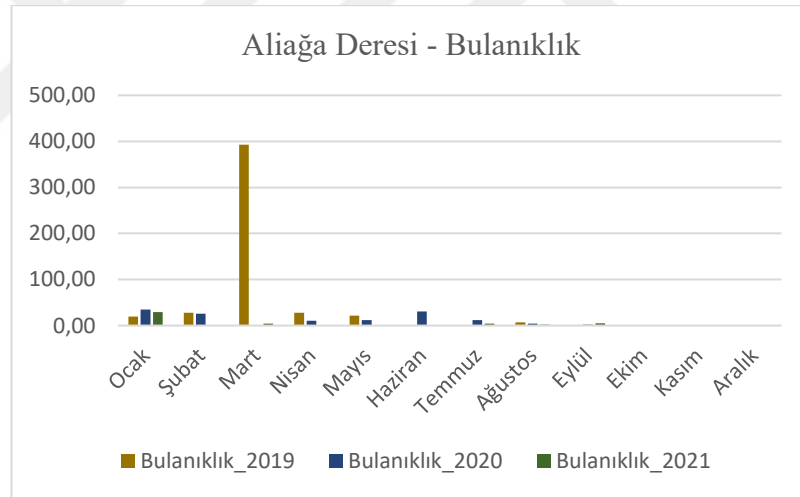
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 1,20 NTU olarak, maksimum değer Nisan ayında 86,00 NTU olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bulanıklık değeri $16,76 \pm 33,96$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,27 NTU olarak, maksimum değer Ocak ayında 29,20 NTU olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bulanıklık değeri $7,36 \pm 10,81$ olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre bulanıklık değeri 1 NTU değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. İçme sularında 5 NTU veya daha yüksek miktardaki bulanıklık gözle fark edilebilmektedir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen bulanıklık değerleri istenilen kriterlerin üzerinde olup, derelerde minimum değer (00,00 NTU) Bedre Deresi 2019 yılı Haziran ayında, maksimum değer (393,00 NTU) Aliğa Deresi 2019 yılı Mart ayında görülmüştür. Aylara göre ölçülen değerlere bakıldığında, 2019 yılında Mart ayında Aliğa ve Bedre Derelerinde 241,00 ve 393,00 NTU yüksek miktarda bulanıklık değeri ölçülmüş bu durum mart ayında yoğun yağmurlu havalarda yaşandığının bir göstergesi olabilir. İçme suyu kaynağı olarak kullanılacak akarsu, nehir, göl vb. suların artırılmadan önce “berrak” bulanıklılığı 25 NTU değerine kadar ulaşabilmektedir. Daha çok yağışlı havalarda yüksek hızla akan “çamurlu” nehir, akarsu vb. suların bulanıklılığı 1000 NTU’ya kadar ulaşabilmektedir. Son zamanlarda ABD ve bazı ülkelerde hedef olarak 0,1 NTU tayin edilmiştir (Akıray, 2003). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında bulanıklık yönünden, A2 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Bulanıklık değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.12 ve Şekil

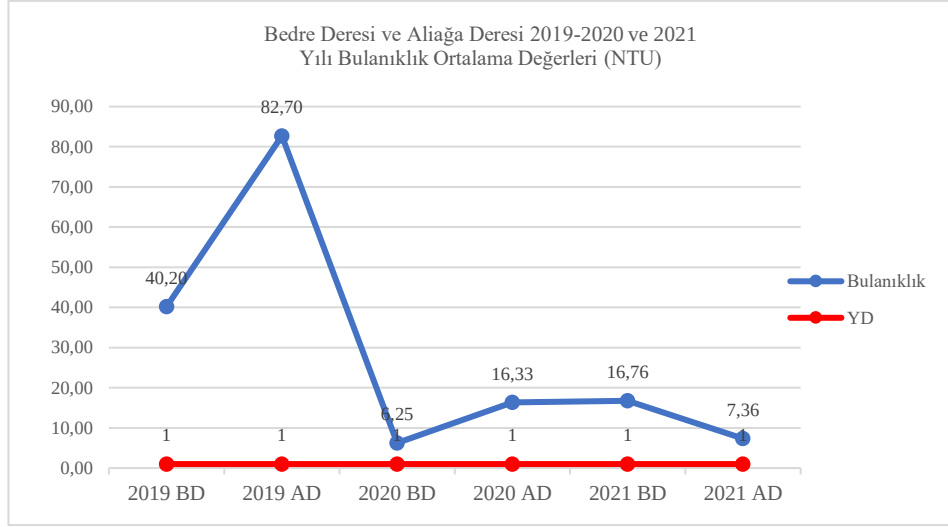
4.13’de gösterilmektedir. Şekil 4.14’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.12. Bedre Deresi yıllara göre bulanıklık değerleri



Şekil 4.13. Aliğa Deresi yıllara göre bulanıklık değerleri



Şekil 4.14. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı bulanıklık ortalama değerleri

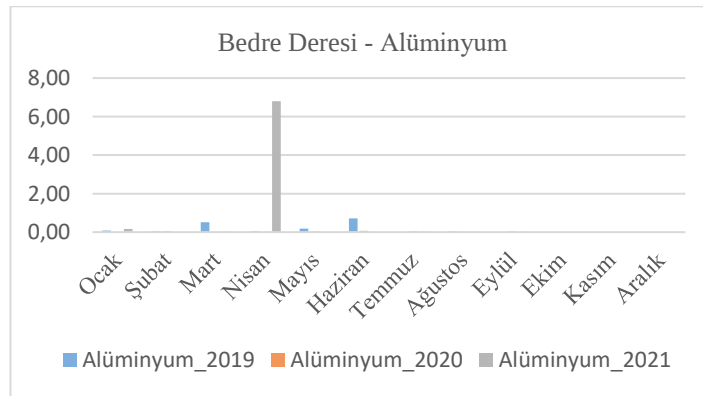
Alüminyum: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin alüminyum değerleri ölçülmüştür. Ölçülen alüminyum değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında $0,04 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Haziran ayında $0,72 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama alüminyum değeri $0,23 \pm 0,27$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında $0,06 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Haziran ayında $0,45 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma alüminyum değeri $0,26 \pm 0,18$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında $0,01 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Şubat, Haziran ve Temmuz aylarında $0,06 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma alüminyum değeri $0,04 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında $0,01 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Ocak ayında $536,00 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma alüminyum değeri $153,00 \pm 220,57$ olarak bulunmuştur.

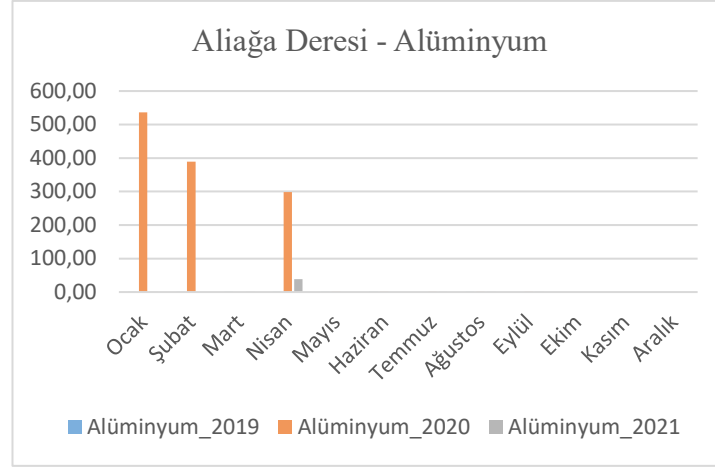
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında $0,00 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Nisan ayında $6,79 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma alüminyum değeri $1,17 \pm 2,75$ olarak

bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 38,93 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma alüminyum değeri $6,78 \pm 15,76$ olarak bulunmuştur.

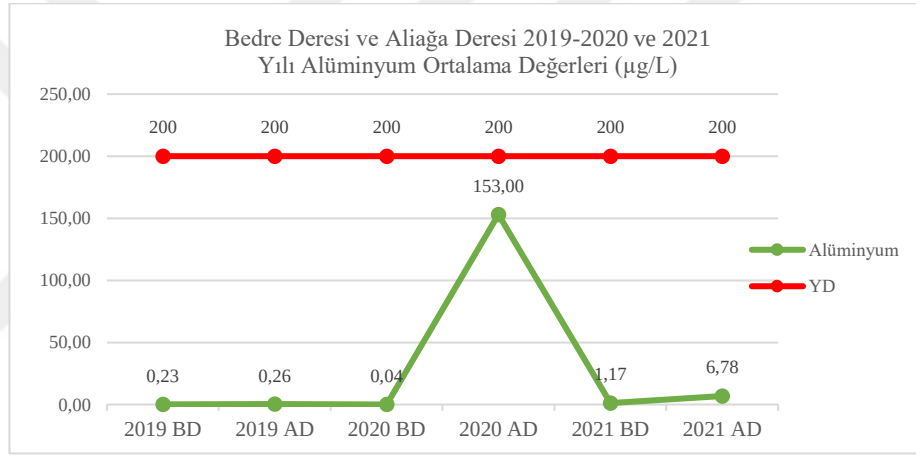
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre alüminyum değeri 200 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. İçme sularında 200 µg/L'dan daha yüksek miktardaki alüminyum renk ve koku olarak fark edilebilmektedir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen alüminyum değerleri bazı aylarda istenilen kriterlerin üzerinde olup, derelerde minimum değer (00,00 mg/L) Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2021 yılı Ağustos ve Temmuz ayında, maksimum değer (536,00 mg/L) Aliğa Deresi 2020 yılı Ocak ayında görülmüştür. Aylara göre ölçülen değerlere bakıldığında, 2020 yılında Ocak ayında Aliğa Deresinde 536,00 µg/L yüksek miktarda alüminyum değeri ölçülmüş bu durum Ocak ayında bölgede koku oluşumuna ve sudaki renkte değişime neden olduğu söylenebilmektedir. Suda çözünmüş halde olan alüminyum konsantrasyonu 200 µg/L değerini aştığından pH'ya bağlı olarak, şebekede alüminyum hidroksit beyaz jelatinimsi formda çökerek, suyun süt görünümünde olmasına sebep olabilir (Oğuz, 2015). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında alüminyum yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Alüminyum değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmektedir. Şekil 4.17'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.15. Bedre Deresi yıllara göre alüminyum değerleri



Şekil 4.16. Aliğa Deresi yıllara göre alüminyum değerleri



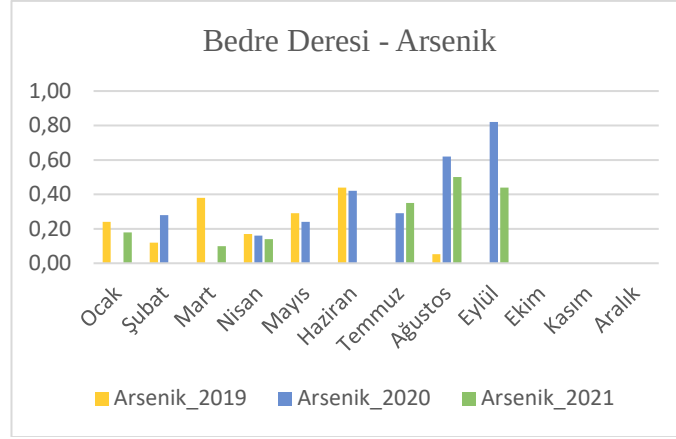
Şekil 4.17. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı alüminyum ortalama değerleri

Arsenik: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin arsenik değerleri ölçülmüştür. Ölçülen arsenik değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında 0,05 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ayında 0,44 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma arsenik değeri $0,24 \pm 0,14$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,29 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 1,80 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma arsenik değeri $0,82 \pm 0,49$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,16 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 0,82 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma arsenik değeri $0,40 \pm 0,24$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 0,29 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 3,22 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma arsenik değeri $1,27 \pm 1,10$ olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 0,03 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 0,50 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma arsenik değeri $0,27 \pm 0,18$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,29 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 3,03 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma arsenik değeri $1,43 \pm 1,41$ olarak bulunmuştur.

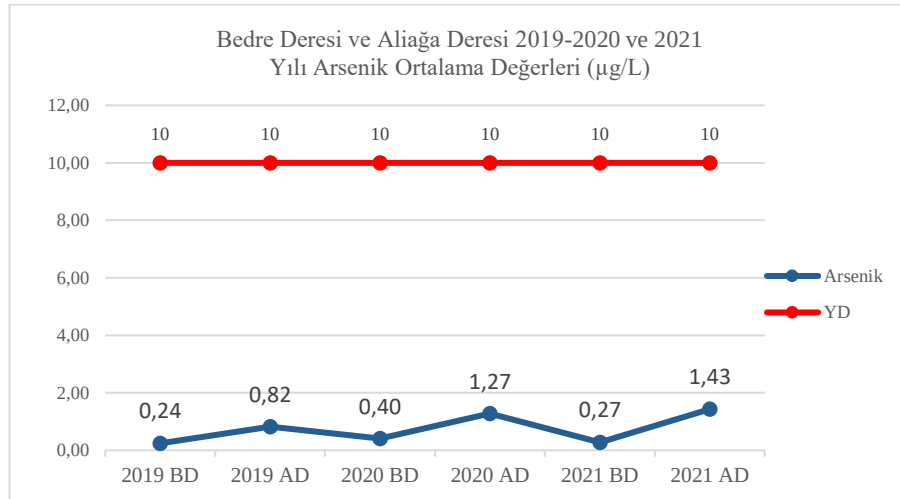
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre arsenik değeri 10 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. İçme sularında 10 µg/L'dan daha yüksek miktardaki arsenik çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen arsenik değerleri bazı aylarda istenilen kriterlerin üzerinde olup, derelerde minimum değer (0,03 µg/L) Bedre Deresi 2021 yılı Mart ayında, maksimum değer (3,22 µg/L) Aliğa Deresi 2020 yılı Ağustos ayında görülmüştür. Arsenik, suda doğal olarak 1-2 µg/L konsantrasyonlarda bulunsun da doğal kaynaklı olarak (volkanik kayalıklar vs.) bu konsantrasyonların üzerinde (12 µg/L) çıkması da mümkün görülebilmektedir (Oğuz, 2015). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında arsenik yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Arsenik değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da gösterilmektedir. Şekil 4.20'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.18. Bedre Deresi yıllara göre arsenik değerleri



Şekil 4.19. Aliğa Deresi yıllara göre arsenik değerleri



Şekil 4.20. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı arsenik ortalama değerleri

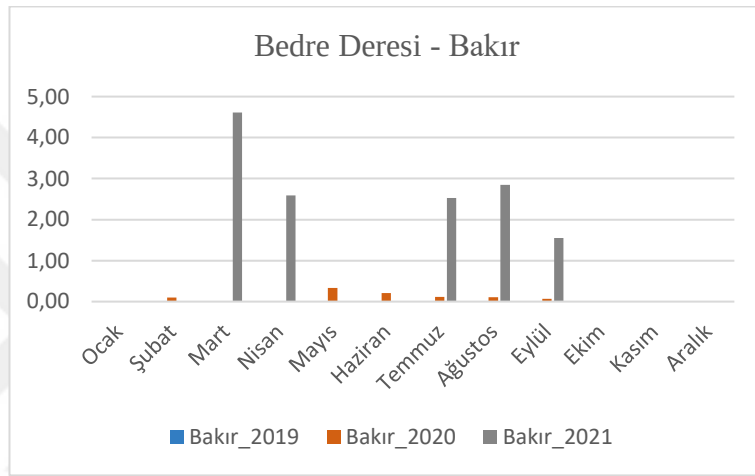
Bakır: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin bakır değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bakır değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum ve maksimum değer 12 ayda da 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bakır değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 30 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bakır değeri 10 ± 10 olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Mayıs ayında 330 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bakır değeri 120 ± 120 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 40 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bakır değeri 10 ± 10 olarak bulunmuştur.

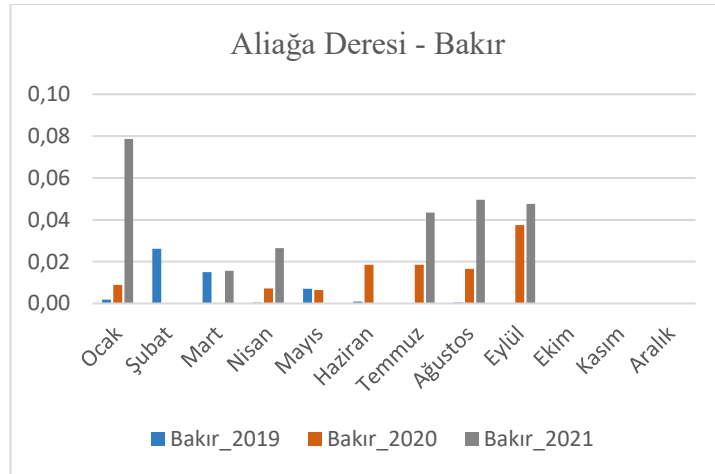
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Mart ayında 4610 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bakır değeri 2360 ± 1520 olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 20 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 80 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama bakır değeri 40 ± 20 olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre bakır değeri 2000 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen bakır değerleri bazı aylarda istenilen kriterlerin üzerinde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) Bedre Deresi 2021 yılında Ocak ayında, 2020 yılında Nisan ayında, 2019 yılında 12 ay boyunca, Aliğa deresi 2020 yılı Şubat ayında, 2019 yılı Ocak, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında görülmüştür, maksimum değer (4610 µg/L) Bedre Deresi 2021 yılı Mart ayında görülmüştür. Bakır, 1000 µg/L üzerindeki konsantrasyonlarda çamaşır ve sıhhi tesisat gereçlerinde lekelenmelere neden olurken, 2500 µg/L üzeri konsantrasyonlarda suda bulunmaması gereken acı tat (WHO, 2011) ve 4000-5000 µg/L den daha yüksek konsantrasyonlarda ise suyun renginde

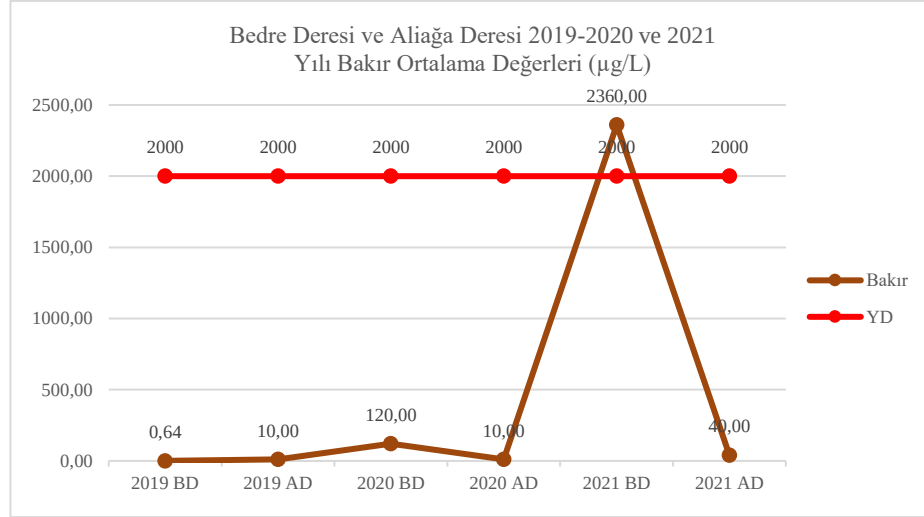
değişmeler meydana gelmektedir (Gray, 2008). Bu durumda, 2021 yılı Bedre Deresinden Mart ayında bakır konsantrasyon değeri 4610 µg/L olarak ölçülmesi, suda hem acı bir tat olduğunu hem de renginde değişiklik olduğunu göstergesidir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında bakır yönünden, A2 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Bakır değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de gösterilmektedir. Şekil 4.23’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.21. Bedre Deresi yıllara göre bakır değerleri



Şekil 4.22. Aliğa Deresi yıllara göre bakır değerleri



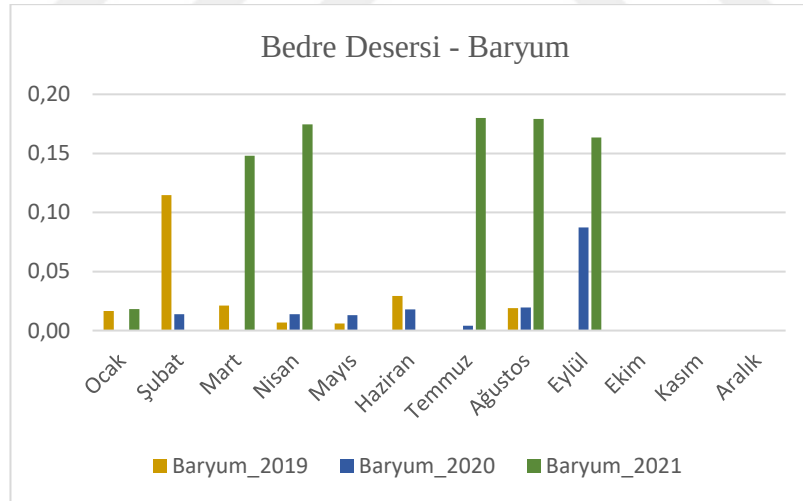
Şekil 4.23. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı bakır ortalama değerleri

Baryum: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin baryum değerleri ölçülmüştür. Ölçülen baryum değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ve Mayıs aylarında 10 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 110 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma baryum değeri 30 ± 40 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında 10 µg/L olarak, maksimum değer Ocak, Mart, Haziran ve Ağustos aylarında 30 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma baryum değeri $0,02 \pm 0,01$ olarak bulunmuştur.

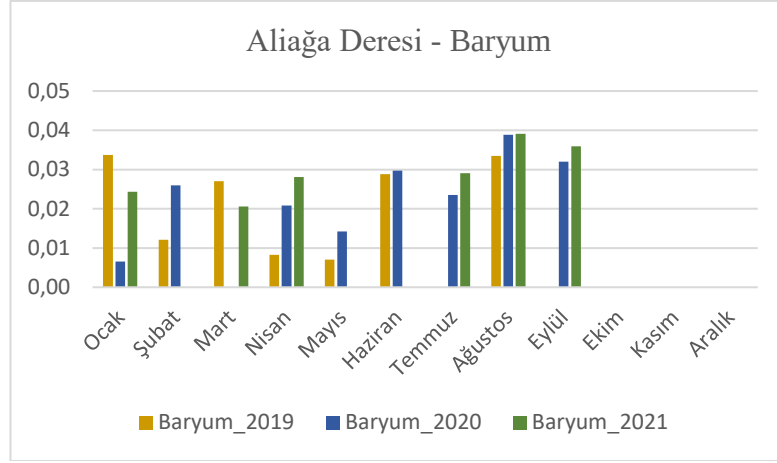
2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz'da 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 90 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma baryum değeri 20 ± 30 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ve Mayıs aylarında 10 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 40 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma baryum değeri 20 ± 10 olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 20 µg/L olarak, maksimum değer Temmuz ve Ağustos aylarında 180 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma baryum değeri 140 ± 60 olarak

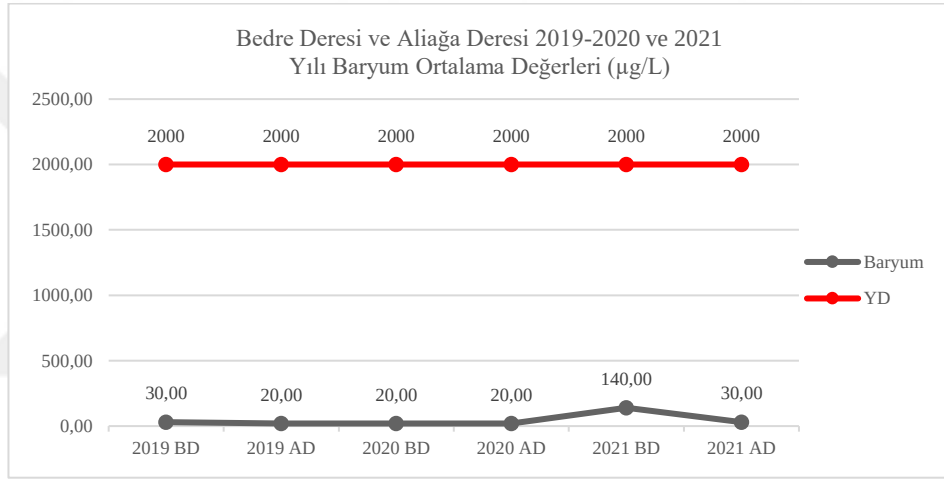
bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ve Mart aylarında 20 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 40 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma baryum değeri 30 ± 10 olarak bulunmuştur. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre baryum değeri 2000 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen baryum değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) Bedre Deresi 2020 yılında Temmuz ayında, maksimum değer (180 µg/L) Bedre Deresi 2021 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında görülmüştür. Baryum, içme sularında çoğunlukla volkanik ve tortul kayalar gibi doğal kaynaklı olarak görülmekte ve 100 µg/L altındaki konsantrasyonlarda görülmektedir. 1000 µg/L'den yüksek olan konsantrasyonlarda ise yeraltı suyu kaynaklıdır (WHO, 2011). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında baryum yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Baryum değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'de gösterilmektedir. Şekil 4.26'da ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.24. Bedre Deresi yıllara göre baryum değerleri



Şekil 4.25. Aliğa Deresi yıllara göre baryum değerleri



Şekil 4.26. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı baryum ortalama değerleri

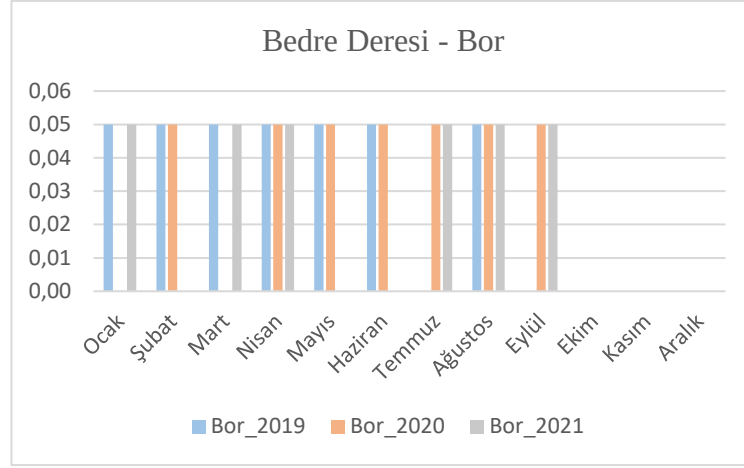
Bor: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin bor değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bor değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 10 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 40 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bor değeri 30±10 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 10 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 40 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bor değeri 30±10 olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 20 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 40 µg/L olarak

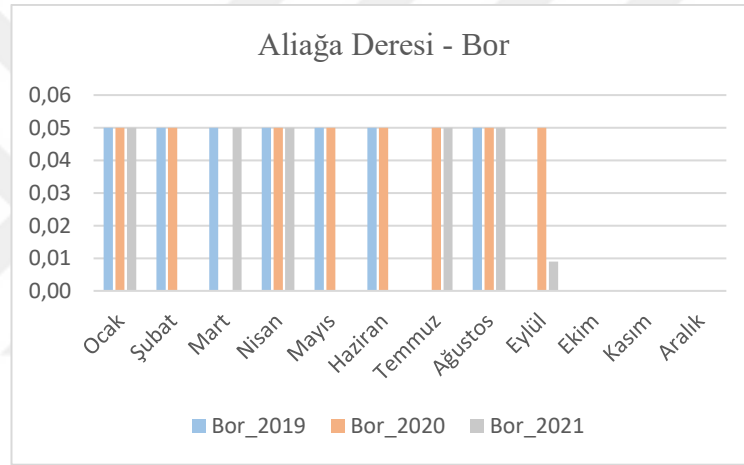
ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bor değeri 20 ± 10 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ve Eylül aylarında $10 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Ocak ayında $40 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bor değeri 20 ± 10 olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında $10 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül ayında $50 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bor değeri 30 ± 20 olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ve Eylül aylarında $10 \mu\text{g/L}$ olarak, maksimum değer Ağustos ayında $50 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma bor değeri 30 ± 20 olarak bulunmuştur.

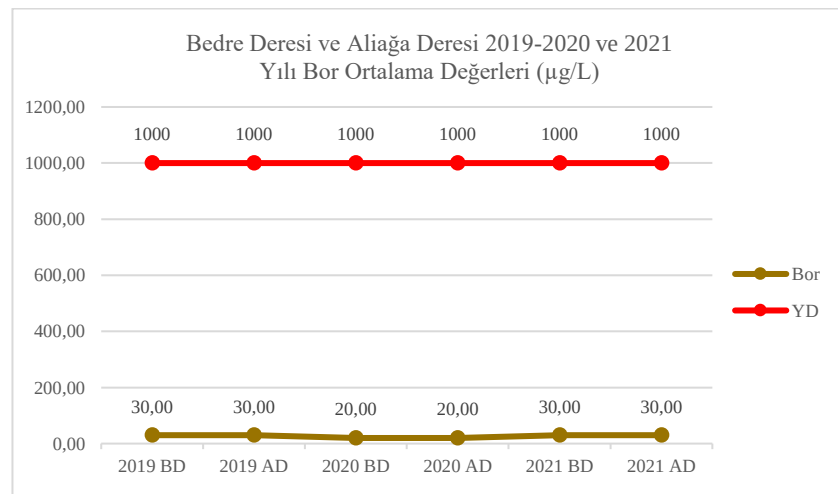
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre bor değeri $1000 \mu\text{g/L}$ değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen bor değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer ($10 \mu\text{g/L}$) Bedre Deresi 2019 yılı Ocak ayında, 2021 yılı Temmuz ayında ve Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında, 2020 yılı Ağustos, Eylül ayında, 2021 yılı Temmuz, Eylül ayında görülmektedir, maksimum değer ($50 \mu\text{g/L}$) Bedre Deresi 2021 yılı Ağustos ve Eylül aylarında, Aliğa Deresi 2021 yılı Ağustos aylarında görülmüştür. Bor, içme suyundaki konsantrasyonu bölgenin jeolojisi ve atık su deşarjlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Oğuz, 2015). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında bor yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Bor değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.27 ve Şekil 4.28’de gösterilmektedir. Şekil 4.29’da ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.27. Bedre Deresi yıllara göre bor değerleri



Şekil 4.28. Aliğa Deresi yıllara göre bor değerleri



Şekil 4.29. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yılları bor ortalama değerleri

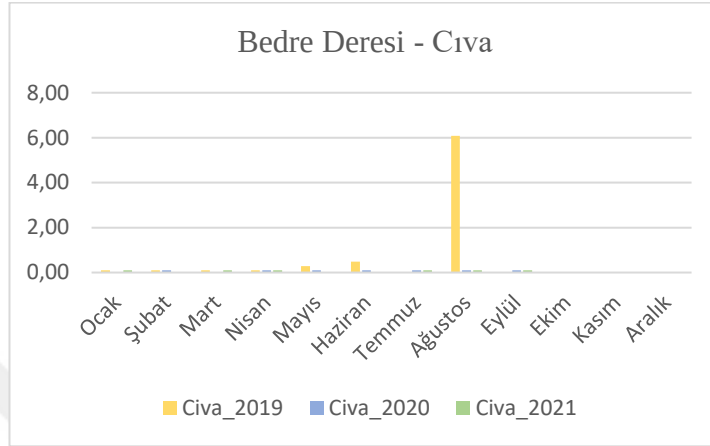
Cıva: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin cıva değerleri ölçülmüştür. Ölçülen cıva değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ve Şubat aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 6,08 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri $1,00 \pm 2,25$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ve Şubat aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 0,80 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri $0,23 \pm 0,29$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 0,08 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri $0,05 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 0,26 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri $0,08 \pm 0,08$ olarak bulunmuştur.

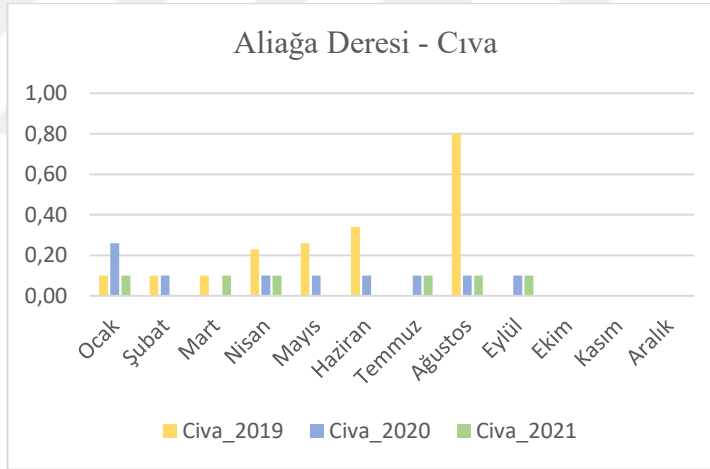
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül ayında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri $0,06 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri $0,06 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre cıva değeri 1 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen cıva değerleri 2019 yılı Bedre Deresi Ağustos ayında istenilen kriterlerin üzerinde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) Bedre Deresi 2019 yılı Ocak ve Şubat aylarında, Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ve Şubat aylarında görülürken, maksimum değer (6,08 µg/L) Bedre Deresi 2019 yılı Ağustos ayında görülmüştür. 2019 yılı Bedre Deresi Ağustos ayında 6,08 µg/L konsantrasyonunda ölçülmesi o çevrede endüstriyel kaynaklı deşarj yapıldığı söylenebilmektedir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında cıva yönünden, A1

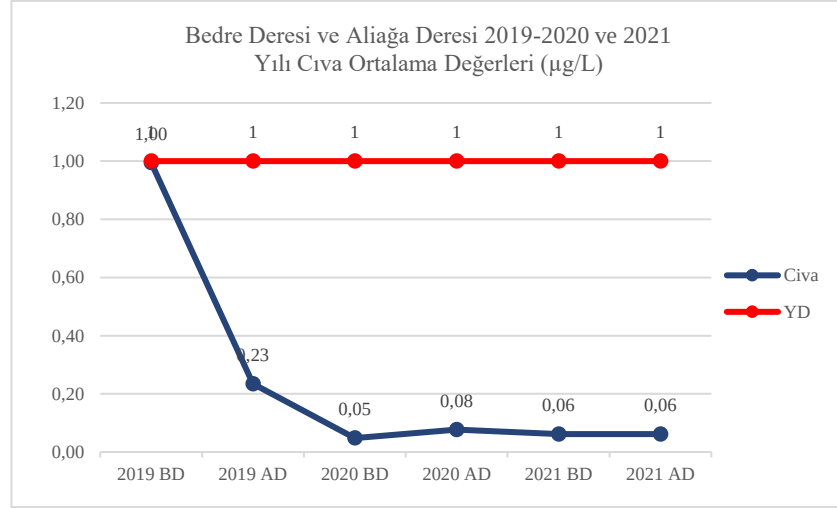
kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Cıva değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.30 ve Şekil 4.31’de gösterilmektedir. Şekil 4.32’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.30. Bedre Deresi yıllara göre cıva değerleri



Şekil 4.31. Aliğa Deresi yıllara göre cıva değerleri



Şekil 4.32. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı cıva ortalama değerleri

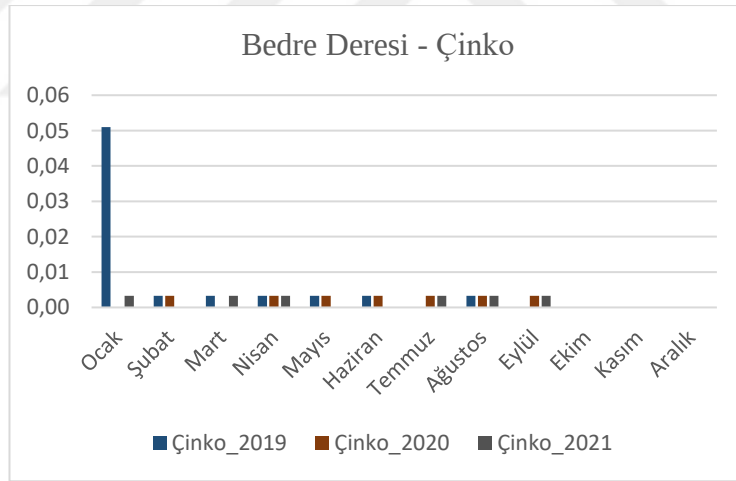
Çinko: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin çinko değerleri ölçülmüştür. Ölçülen çinko değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 30 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma çinko değeri 10 ± 10 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma çinko değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum ve maksimum değer 12 ayda da 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma çinko değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum ve maksimum değer 12 ayda da 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma çinko değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

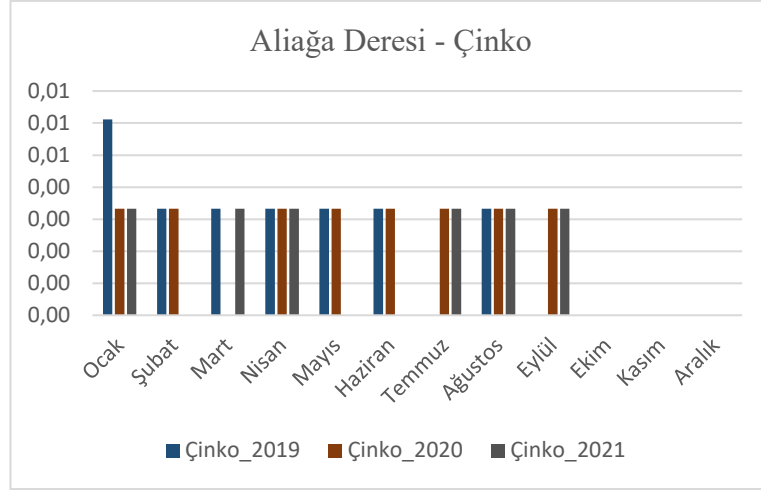
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum ve maksimum değer 12 ayda da 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma çinko değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum ve maksimum değer 12 ayda da 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021

yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma çinko değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

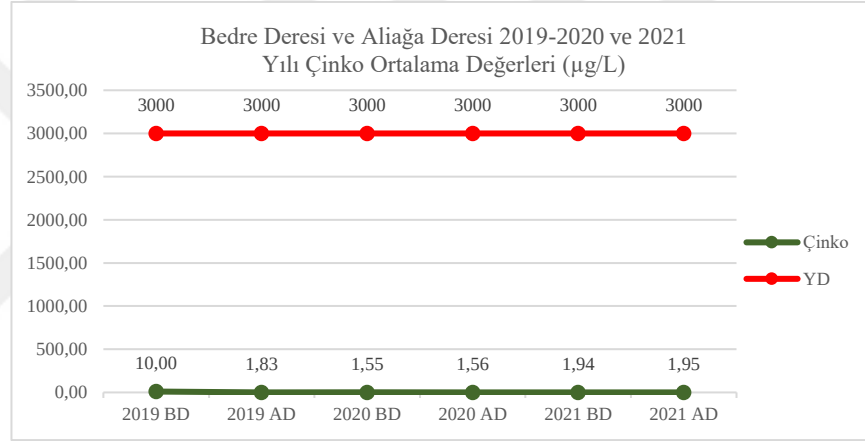
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre çinko değeri $3000 \mu\text{g/L}$ değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen çinko değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum ve maksimum değerler 12 ay boyunca $0,00 \mu\text{g/L}$ olarak görülmektedir. Çinko konsantrasyonu $4000 \mu\text{g/L}$ civarında ölçüldüğünde tat eşik değerinde suya istenmeyen buruk tat vermektedir. Konsantrasyon değeri $3000\text{-}5000 \mu\text{g/L}$ geçtiğinde suda bulanıklık gözlenebilir, alınan su kaynatıldığı durumda yağlı film tabakası oluşabilmektedir (WHO, 2011). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında çinko yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Çinko değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de gösterilmektedir. Şekil 4.35’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.33. Bedre Deresi yıllara göre çinko değerleri



Şekil 4.34. Aliğa Deresi yıllara göre çinko değerleri



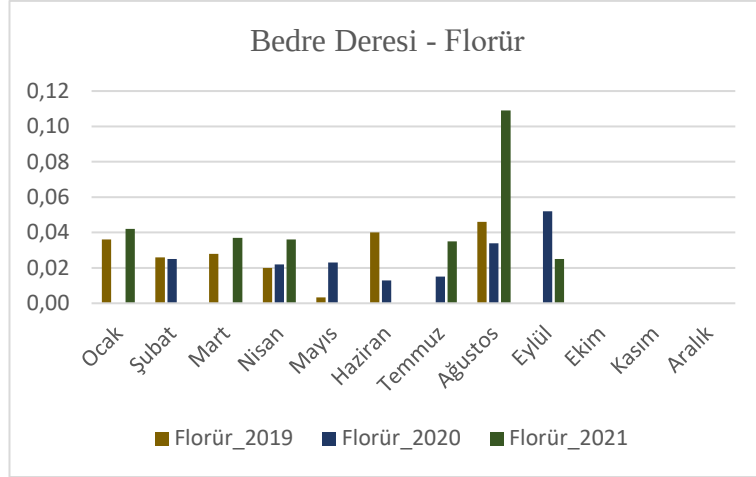
Şekil 4.35. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı çinko ortalama değerleri

Florür: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin florür değerleri ölçülmüştür. Ölçülen florür değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 50 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 30±10 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 30 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 260 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 90±80 olarak bulunmuştur.

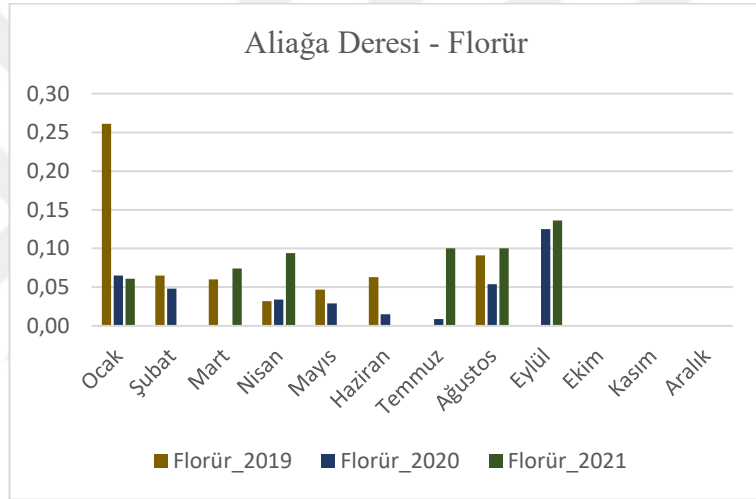
2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Haziran ayında 10 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 50 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 30±10 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 10 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 130 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 50±40 olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 30 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 110 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 50±30 olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 50 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 140 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 90±30 olarak bulunmuştur.

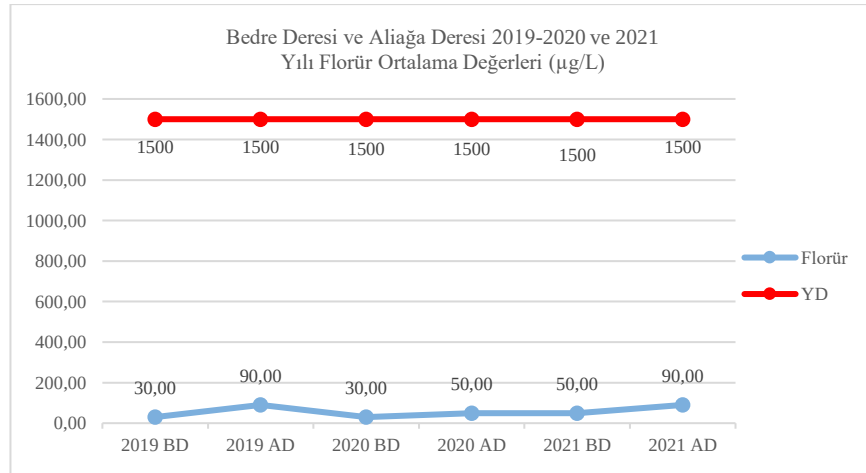
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre florür değeri 1500 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen florür değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) Bedre Deresi 2019 yılı Mayıs ayında, maksimum değer (140 µg/L) Aliğa Deresi 2021 yılı Eylül ayında görülmüştür. Florür, yerüstü sularında endüstriyel deşarjlarda ya da florür konsantrasyonu yüksek yeraltı sularıyla etkileşim nedeniyle florür görülebilmektedir (Oğuz, 2015). Buna göre incelenen değerlerde endüstriyel deşarjla ya da yeraltı sularıyla etkileşim içerisinde olmadıkları söylenmektedir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında florür yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Florür değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.36. ve Şekil 4.37.'de gösterilmektedir. Şekil 4.38'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.36. Bedre Deresi yıllara göre florür değerleri



Şekil 4.37. Aliğa Deresi yıllara göre florür değerleri



Şekil 4.38. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı florür ortalama değerleri

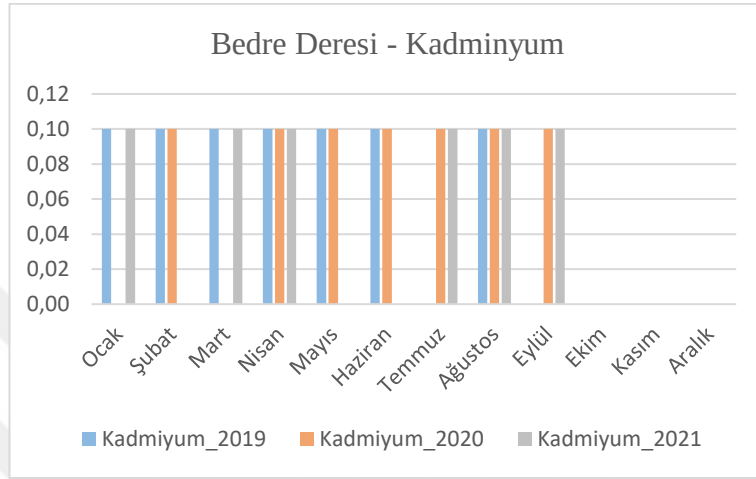
Kadmiyum: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin kadmiyum değerleri ölçülmüştür. Ölçülen kadmiyum değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 0,02 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kadmiyum değeri 0,06±0,03 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 0,02 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 0,22 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kadmiyum değeri 0,07±0,07 olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 0,08 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kadmiyum değeri 0,05±0,03 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ve Şubat aylarında 0,09 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 0,06±0,03 olarak bulunmuştur.

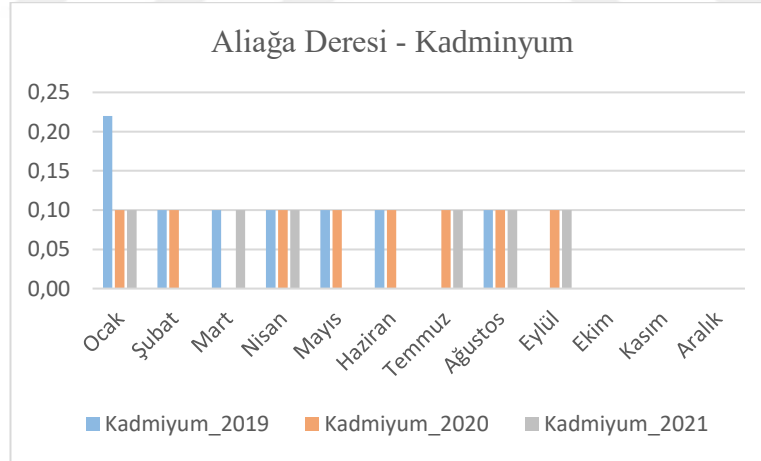
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kadmiyum değeri 0,06±0,04 olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma florür değeri 0,06±0,04 olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre kadmiyum değeri 5 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen kadmiyum değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,01 µg/L) Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2020 yılı Eylül ayında, Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2021 yılı Temmuz ayında görülürken, maksimum değer (0,22 µg/L) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında görülmüştür. Kadmiyum konsantrasyonunun yüksek olmasının nedeni endüstriyel etkenlerden kaynaklanmaktadır, toprağa sızarak yeraltı sularını da kirletmektedir (akarecevre.com). Yönetmelik de söz konusu olan

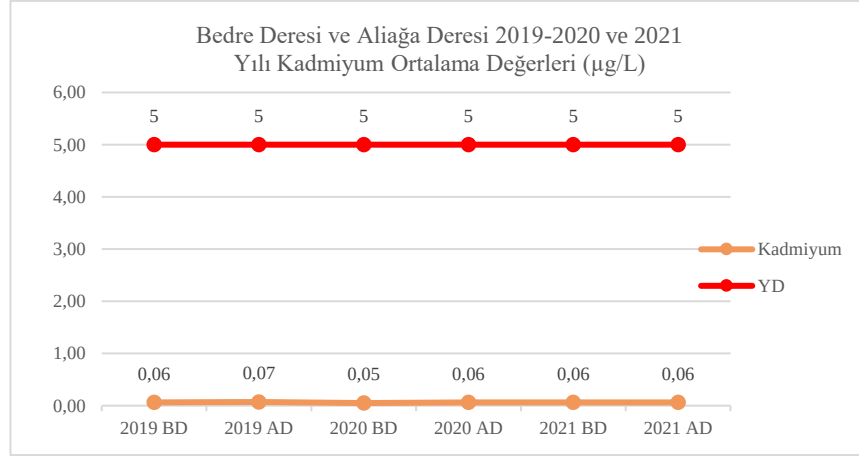
kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında kadmiyum yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Kadmiyum değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.39 ve Şekil 4.40’da gösterilmektedir. Şekil 4.41’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.39. Bedre Deresi yıllara göre kadmiyum değerleri



Şekil 4.40. Aliğa Deresi yıllara göre kadmiyum değerleri



Şekil 4.41. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı kadmiyum ortalama değerleri

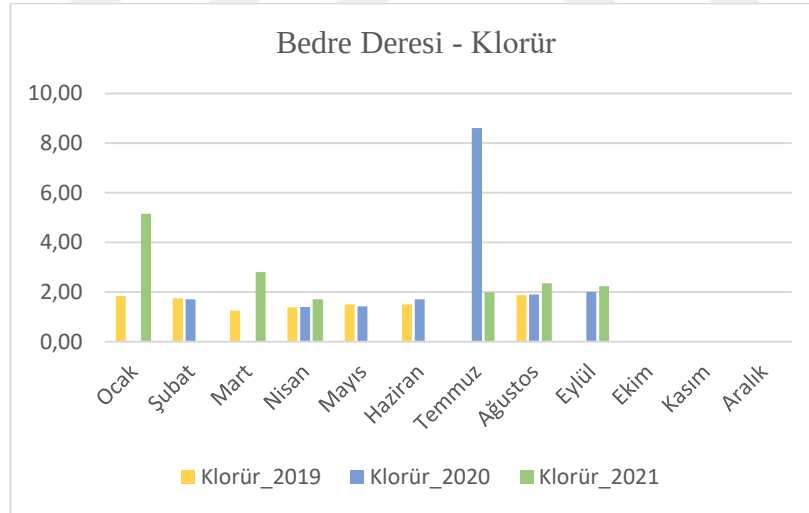
Klorür: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin klorür değerleri ölçülmüştür. Ölçülen klorür değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 1,26 mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 1,88 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma klorür değeri $1,59 \pm 0,24$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 1,60 mg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 5,90 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma klorür değeri $2,81 \pm 1,50$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 1,40 mg/L olarak, maksimum değer Temmuz ayında 8,61 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma klorür değeri $2,68 \pm 2,62$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 1,62 mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 3,87 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma klorür değeri $2,63 \pm 0,75$ olarak bulunmuştur.

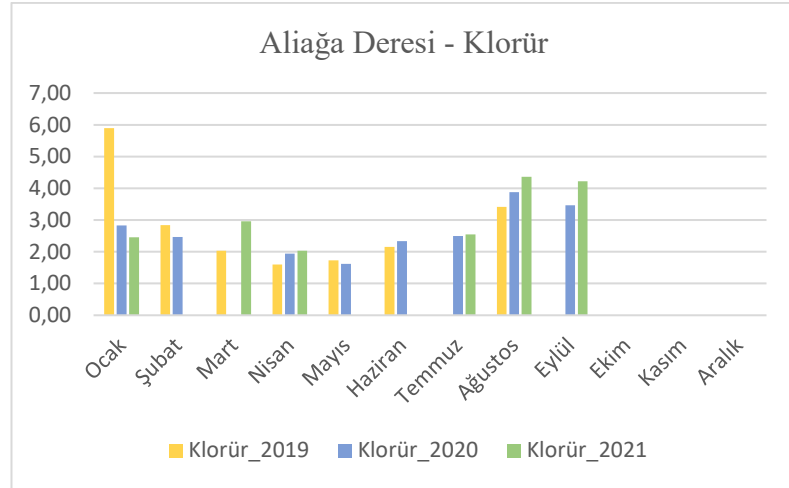
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 1,71 mg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 5,16 mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma klorür değeri $2,71 \pm 1,25$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 2,03 mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 4,37 mg/L olarak ölçülmüştür. 2021

yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma klorür değeri $3,10 \pm 0,97$ olarak bulunmuştur.

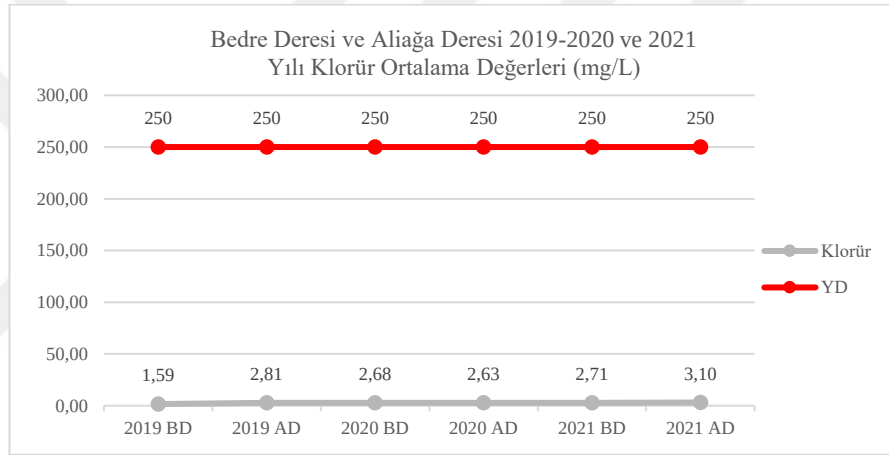
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre klorür değeri 250 mg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen klorür değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (1,26 mg/L) Bedre Deresi 2019 yılı Mart ayında görülürken, maksimum değer (8,61 mg/L) Bedre Deresi 2020 yılı Temmuz ayında görülmüştür. Klorür konsantrasyonu 250 mg/L değerinden yüksek olması durumunda suda tuzlu bir tat bırakmaktadır (WHO, 2003a). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında klorür yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Buna göre ölçülen klorür değerlerinde bahsedilen sınır değeri geçmediği görülmektedir, suyun tuzlu olma ihtimali düşüktür. Klorür değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.42 ve Şekil 4.43’de gösterilmektedir. Şekil 4.44’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.42. Bedre Deresi yıllara göre klorür değerleri



Şekil 4.43. Aliğa Deresi yıllara göre klorür değerleri

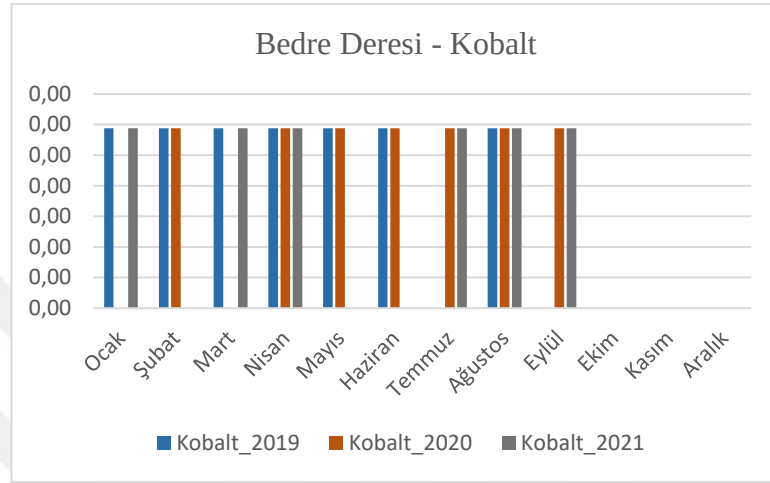


Şekil 4.44. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı klorür ortalama değerleri

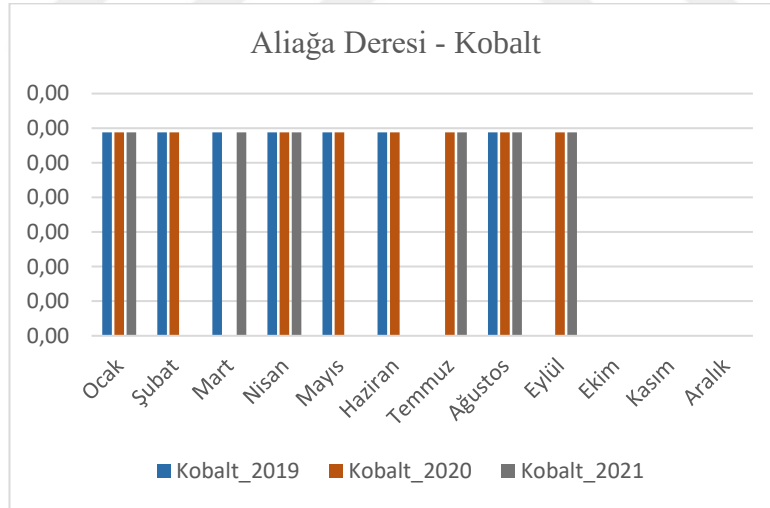
Kobalt: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin kobalt değerleri ölçülmüştür. Ölçülen kobalt değerleri incelendiğinde; 2019-2020 ve 2021 yıllarında Bedre Deresinde ve Aliğa Deresinden ölçülen minimum ve maksimum değer 12 ayda da 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019-2020 ve 2021 yıllarında Bedre Deresi ve Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kobalt değeri 0,00±0,00 olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre kobalt değeri 800 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen kobalt değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum ve maksimum değer Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde de 2019-2020 ve 2021 yıllarında 12 ayda da 0,00 µg/L konsantrasyonunda görülmüştür. Yönetmelik de söz

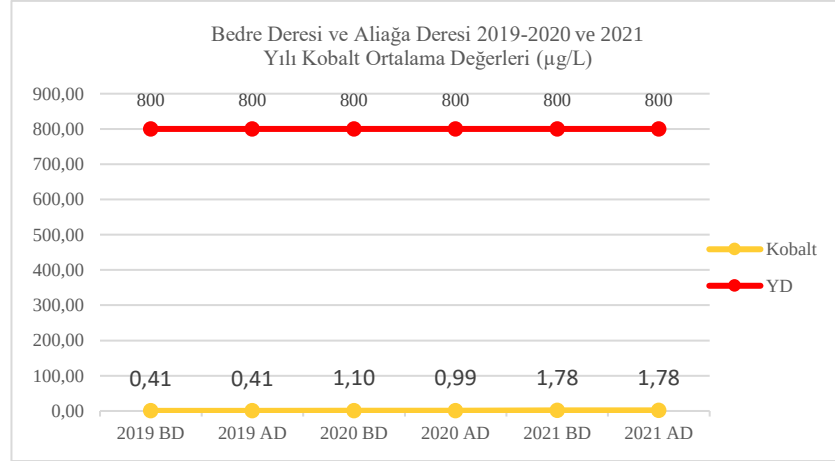
konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında kobalt yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Kobalt değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.45 ve Şekil 4.46’da gösterilmektedir. Şekil 4.47’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.45. Bedre Deresi yıllara göre kobalt değerleri



Şekil 4.46. Aliğa Deresi yıllara göre kobalt değerleri



Şekil 4.47. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı kobalt ortalama değerleri

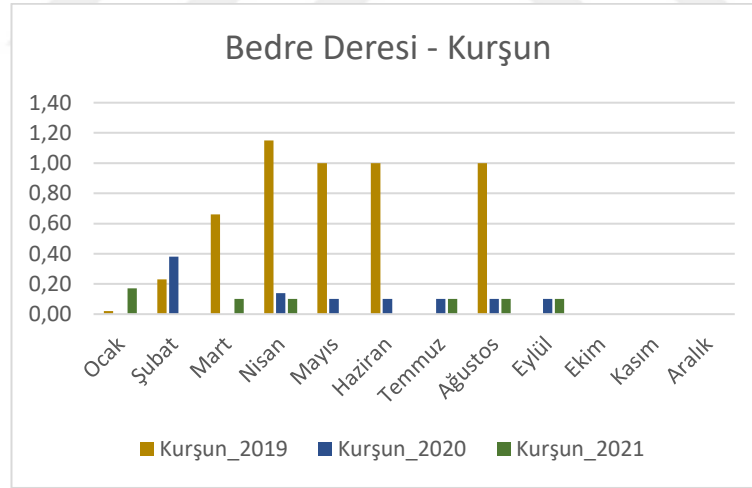
Kurşun: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin kurşun değerleri ölçülmüştür. Ölçülen kurşun değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 1,15 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kurşun değeri $0,30 \pm 0,45$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan, Mayıs ve Ağustos aylarında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 1,77 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kurşun değeri $0,61 \pm 0,67$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 0,38 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kurşun değeri $0,10 \pm 0,13$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 0,79 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kurşun değeri $0,21 \pm 0,25$ olarak bulunmuştur.

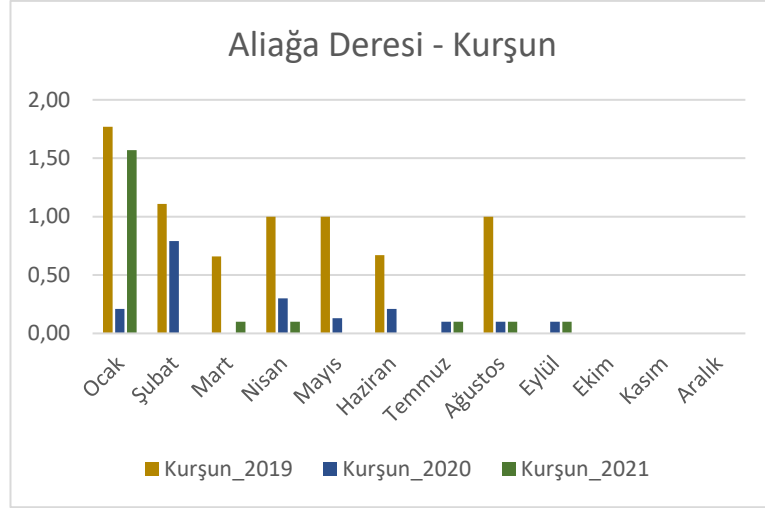
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 0,17 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kurşun değeri $0,08 \pm 0,06$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak,

maksimum değer Ocak ayında 1,57 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma kurşun değeri 0,31±0,62 olarak bulunmuştur.

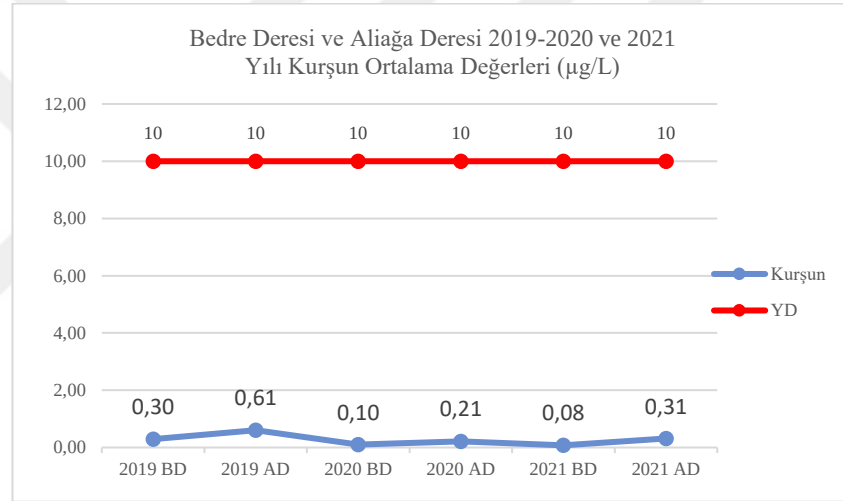
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre kurşun değeri 10 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen kurşun değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,01 µg/L) Bedre Deresi 2019 yılı Mayıs, Haziran ve Temmuz ayında, Aliğa Deresi 2019 yılı Nisan, Mayıs ve Ağustos ayında, 2020 yılı Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde Eylül ayında ve 2021 yılı Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde Temmuz ayında görülürken, maksimum değer (1,77 µg/L) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında görülmüştür. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında çinko yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Kurşun değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.48 ve Şekil 4.49'da gösterilmektedir. Şekil 4.50'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.48. Bedre Deresi yıllara göre kurşun değerleri



Şekil 4.49. Aliğa Deresi yıllara göre kurşun değerleri



Şekil 4.50. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı kurşun ortalama değerleri

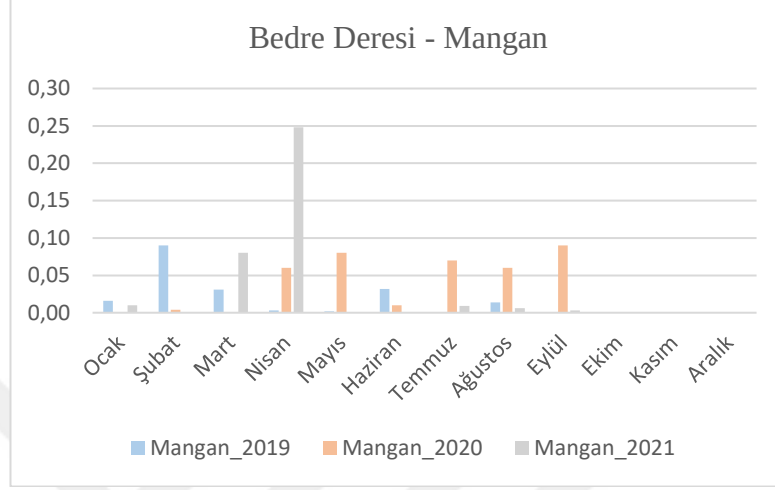
Mangan: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin mangan değerleri ölçülmüştür. Ölçülen mangan değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ve Mayıs aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 90 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma mangan değeri 30 ± 30 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Mart ayında 0,27 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma mangan değeri 90 ± 110 olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 90 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma mangan değeri 50±30 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ve Ağustos aylarında 30 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma mangan değeri 20±10 olarak bulunmuştur.

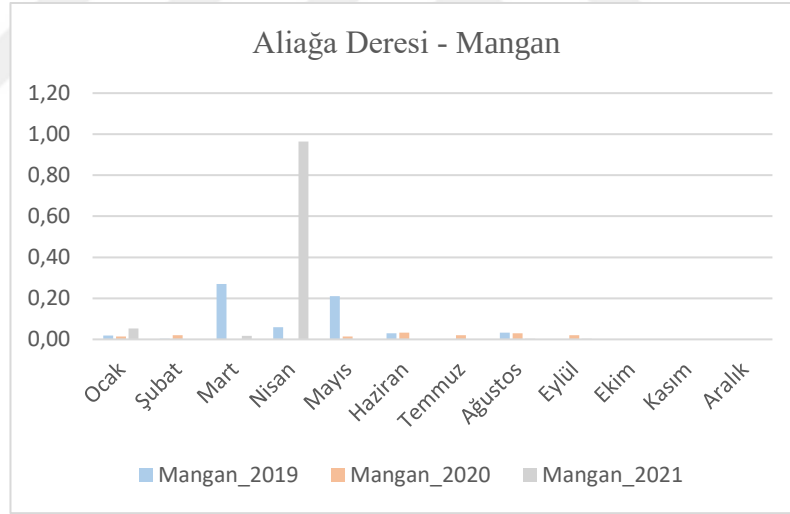
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 250 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma mangan değeri 60±100 olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 960 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma mangan değeri 170±390 olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre mangan değeri 50 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen mangan değerlerinde bazı yıllarda istenilen kriterlerin üzerinde değerler izlemekte olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) 2019 yılı Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde Nisan, Mayıs ve Şubat, 2020 yılı Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde Şubat ve Nisan, 2021 yılı Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde Eylül, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında görülürken, maksimum değer (960 µg/L) Aliğa Deresi 2021 yılı Nisan ayında görülmüştür. Mangan, 100 µg/L konsantrasyonunu aştığı durumlarda suda istenmeyen tat, borularda ve çamaşırlarda lekelenmeler oluşmaktadır. 20 µg/L konsantrasyonundan düşük olan durumlarda ise, su borularında tabaka görülebilmekte ve zamanla siyah çökelti halinde birikme oluşmaktadır (WHO, 2011a). Buna göre, Aliğa Deresi 2021 yılı Nisan ayında 960 µg/L, Bedre Deresi 2021 yılı Nisan ayında 250 µg/L ve Aliğa Deresi 2019 yılı Mart ayında 270 µg/L ölçülmüştür. Bu değerler 100 µg/L değerini aştığından dolayı suda istenmeyen tat, borularda ve çamaşırlarda lekelenme görülme olasılığının yüksek olduğu söylenebilmektedir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında mangan yönünden, A3 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon

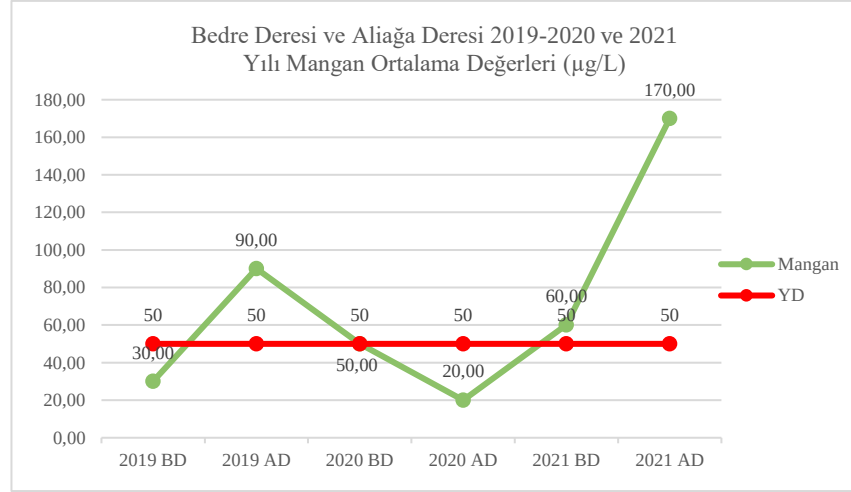
ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Mangan değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.51 ve Şekil 4.52’de gösterilmektedir. Şekil 4.53’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.51. Bedre Deresi yıllara göre mangan değerleri



Şekil 4.52. Aliğa Deresi yıllara göre mangan değerleri



Şekil 4.53. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı mangan ortalama değerleri

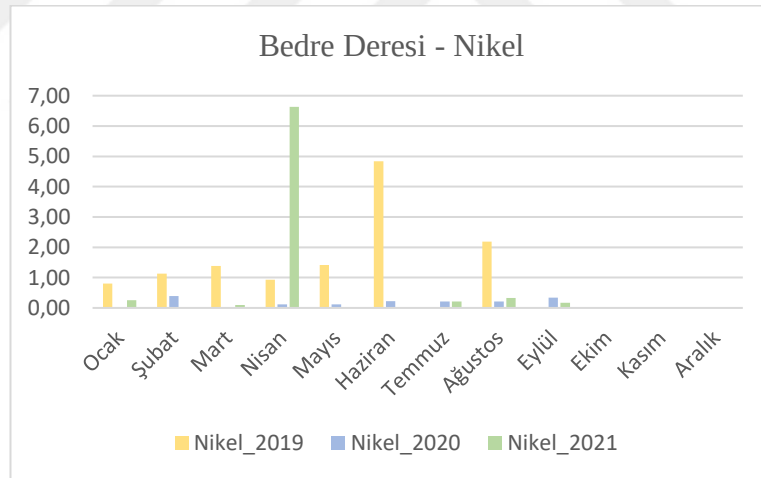
Nikel: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin nikel değerleri ölçülmüştür. Ölçülen nikel değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 0,80 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ayında 4,84 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nikel değeri $1,41 \pm 0,80$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,93 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ayında 5,90 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nikel değeri $3,07 \pm 1,87$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ve Mayıs ayında 0,12 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 0,34 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nikel değeri $0,23 \pm 0,10$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,06 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 2,66 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nikel değeri $0,88 \pm 0,85$ olarak bulunmuştur.

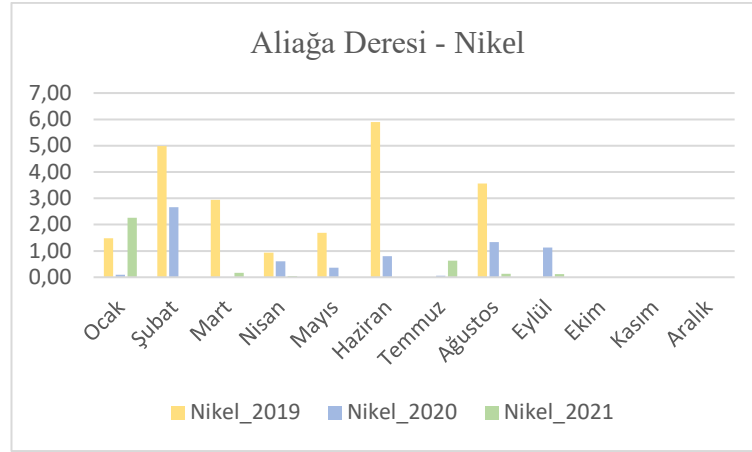
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 0,05 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 6,63 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nikel değeri $1,27 \pm 2,63$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 0,05 µg/L olarak,

maksimum değer Ocak ayında 2,26 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nikel değeri $0,56 \pm 0,86$ olarak bulunmuştur.

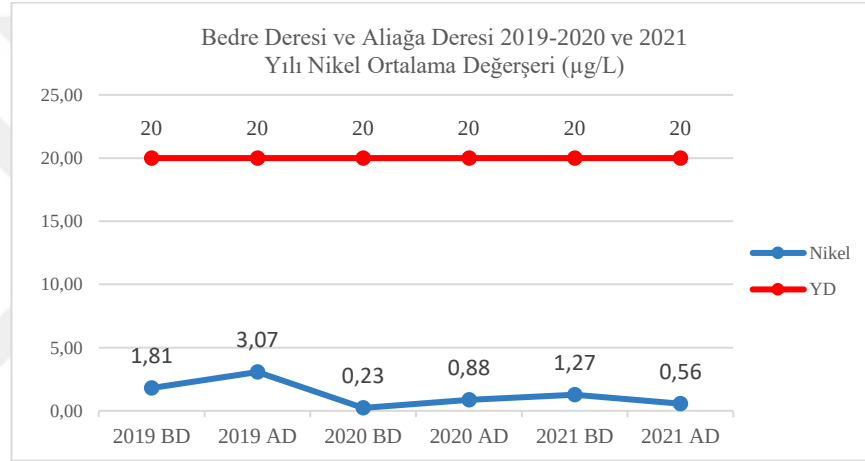
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre nikel değeri 20 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen nikel değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,05 µg/L) Bedre Deresi 2021 yılı Mart ayında görülürken, maksimum değer (6,63 µg/L) Bedre Deresi 2021 yılı Nisan ayında görülmüştür. Nikel, konsantrasyonu 1 mg/L'ye ulaştığı durumlarda doğal ya da endüstriyel kaynaklar nedeniyle nikel miktarında artış görülebilmektedir (WHO, 2011). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında nikel yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Nikel değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.54 ve Şekil 4.55'de gösterilmektedir. Şekil 4.56'da ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.54. Bedre Deresi yıllara göre nikel değerleri



Şekil 4.55. Aliğa Deresi yıllara göre nikel değerleri



Şekil 4.56. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı nikel ortalama değerleri

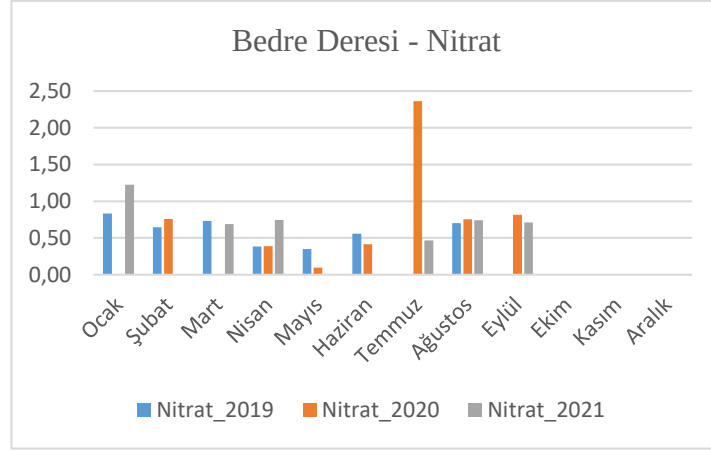
Nitrat: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin nitrat değerleri ölçülmüştür. Ölçülen nitrat değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 0,35 mg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 0,83 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nitrat değeri $0,60 \pm 0,18$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ve Ağustos aylarında 0,00 mg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 1,31 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nitrat değeri $0,60 \pm 0,53$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 0,10 mg/L olarak, maksimum değer Temmuz ayında 2,36 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre

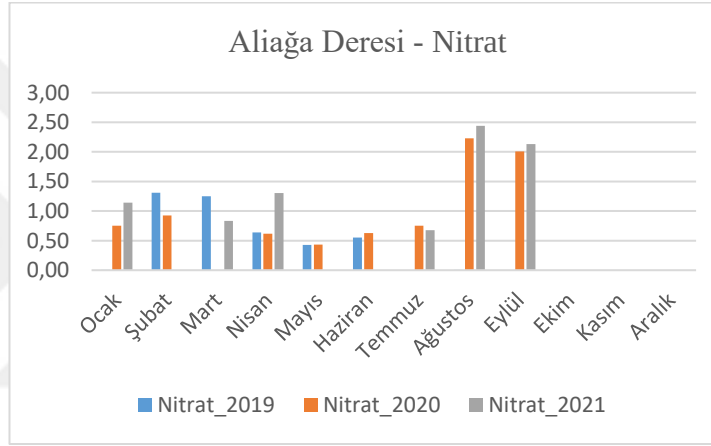
deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nitrat değeri $0,80 \pm 0,74$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında $0,43$ mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında $2,23$ mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nitrat değeri $1,04 \pm 0,68$ olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında $0,47$ mg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında $1,23$ mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nitrat değeri $0,76 \pm 0,25$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında $0,67$ mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında $2,44$ mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma nitrat değeri $1,42 \pm 0,71$ olarak bulunmuştur.

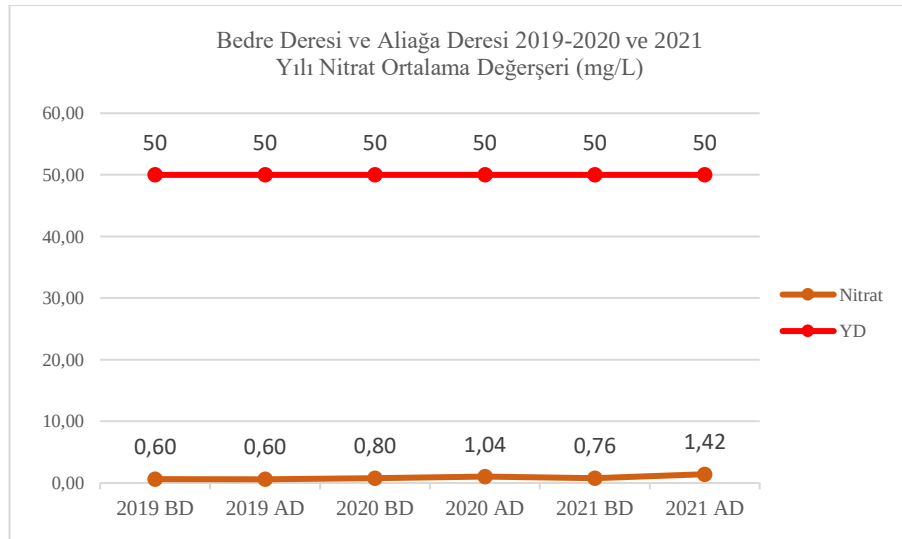
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre nitrat değeri 50 mg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen nitrat değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer ($0,00$ mg/L) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ve Ağustos aylarında görülürken, maksimum değer ($2,44$ mg/L) Aliğa Deresi 2021 yılı Ağustos ayında görülmüştür. Nitrat konsantrasyonu akarsularda, yeraltı sularına göre daha hızlı değişim göstermektedir. Yüzeysel akış dönemlerinde oldukça fazla konsantrasyonlarda görüldüğü için mevsimsel bir değişimde gerçekleşir. Bu olay, topraktaki azot miktarının arttığı kuru geçen yaz döneminden sonra yağışlı sonbaharın gelmesiyle oluşmaktadır (Gray, 2005). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında nitrat yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Nitrat değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.57 ve Şekil 4.58’de gösterilmektedir. Şekil 4.59’da ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.57. Bedre Deresi yıllara göre nitrat değerleri



Şekil 4.58. Aliğa Deresi yıllara göre nitrat değerleri



Şekil 4.59. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yılı nitrat ortalama değerleri

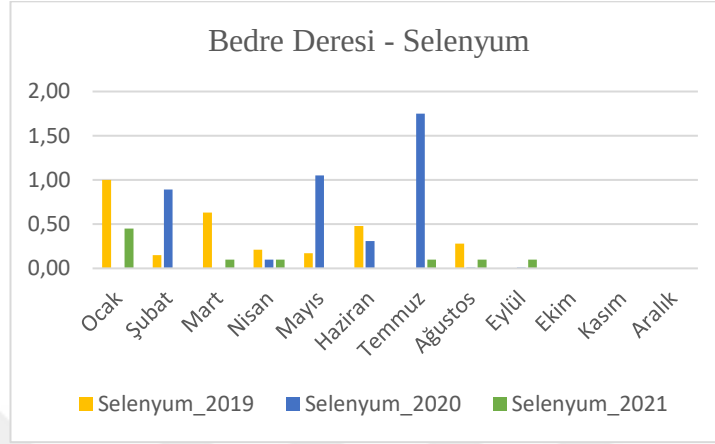
Selenyum: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin selenyum değerleri ölçülmüştür. Ölçülen selenyum değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 0,12 µg/L olarak, maksimum değer Mart ayında 0,63 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma selenyum değeri $0,29 \pm 0,19$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Mayıs ayında 0,16 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 1,48 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma selenyum değeri $0,57 \pm 0,47$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Temmuz ayında 1,75 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma selenyum değeri $0,58 \pm 0,67$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,04 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 1,06 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma selenyum değeri $0,30 \pm 0,35$ olarak bulunmuştur.

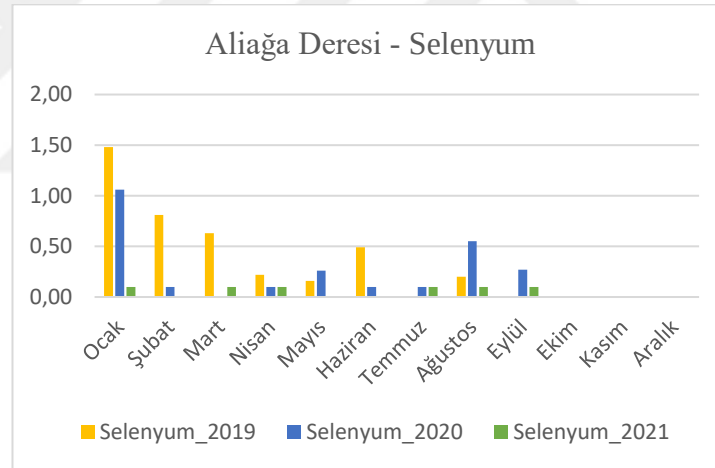
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz'da 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 0,45 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma selenyum değeri $0,12 \pm 0,16$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma selenyum değeri $0,06 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre selenyum değeri 10 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen selenyum değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,01 µg/L) Bedre Deresi 2020 ve 2021 yılı Ağustos, Eylül ve Temmuz, Aliğa Deresi 2020 yılı Temmuz aylarında görülürken, maksimum değer (1,75 µg/L) Bedre Deresi 2020 yılı Temmuz ayında görülmüştür. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında selenyum yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları

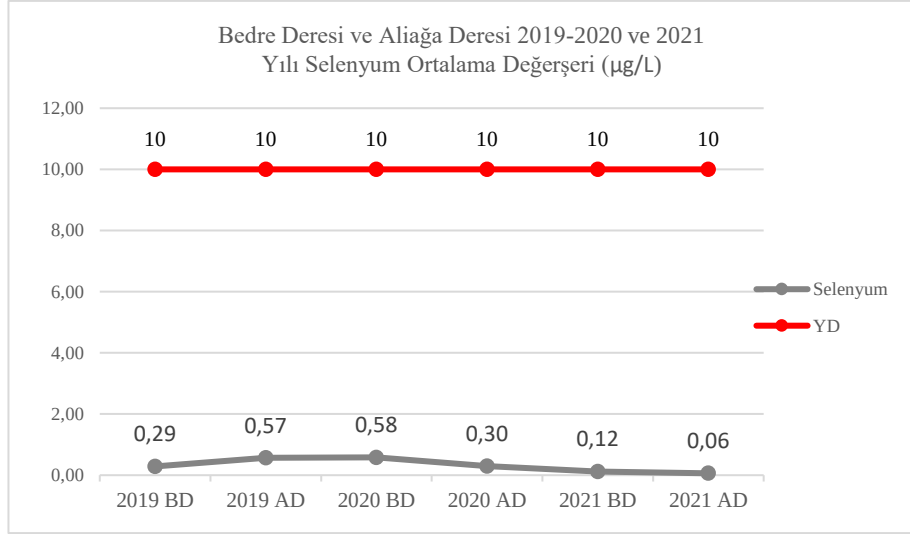
içilebilir hale getirilebilmektedir. Selenyum değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.60 ve Şekil 4.61’de gösterilmektedir. Şekil 4.62’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.60. Bedre Deresi yıllara göre selenyum değerleri



Şekil 4.61. Aliğa Deresi yıllara göre selenyum değerleri



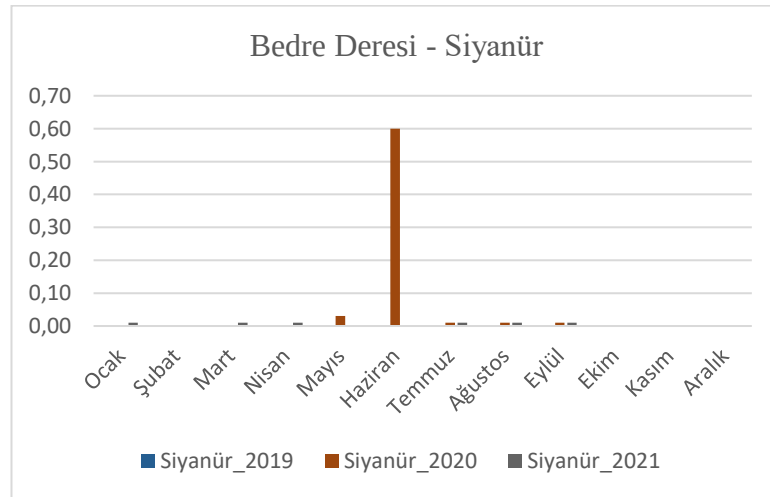
Şekil 4.62. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı selenyum ortalama değerleri

Siyanür: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin siyanür değerleri ölçülmüştür. Ölçülen siyanür değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ve Aliğa Deresinde 12 ay boyunca ölçülen minimum ve maksimum değer 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ve Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma siyanür değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

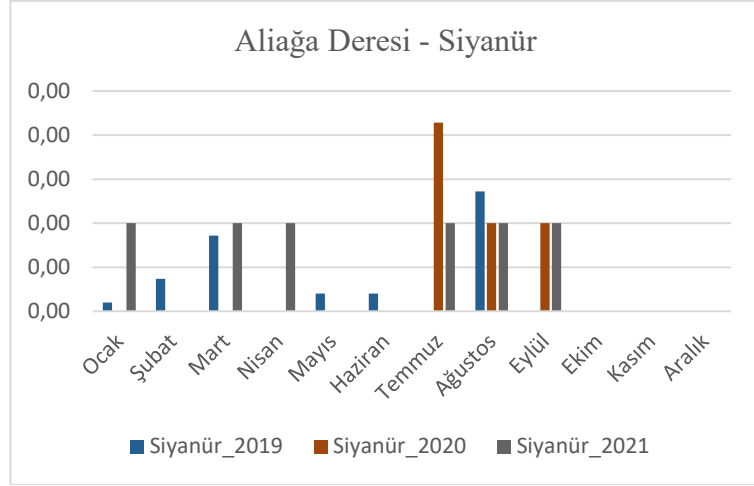
2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ayında 600 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma siyanür değeri 130 ± 260 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde 12 ay boyunca ölçülen minimum ve maksimum değer 0,00 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma siyanür değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ve Temmuz aylarında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ocak, Mart, Ağustos ve Eylül aylarında 10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma siyanür değeri $10 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ve Mart aylarında 10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma siyanür değeri $10 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

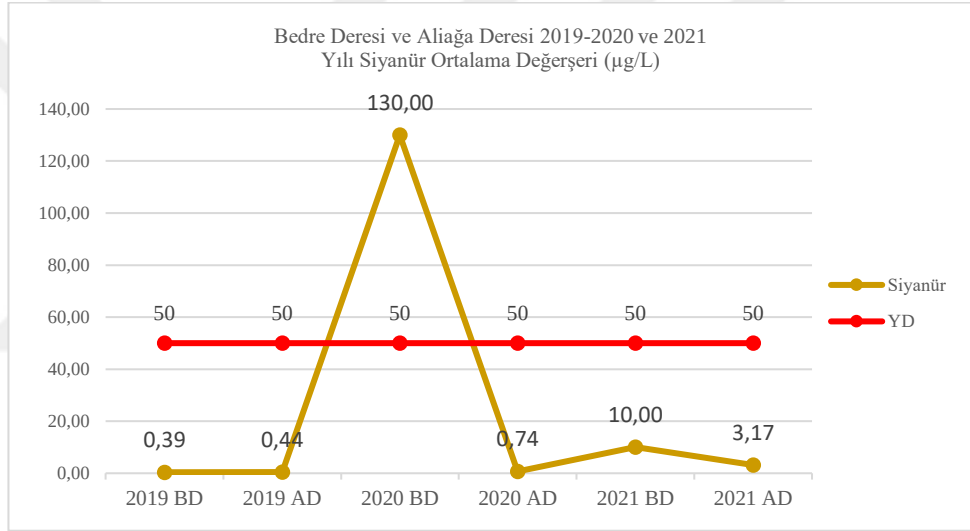
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre siyanür değeri 50 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen siyanür değerleri 2020 yılı Bedre Deresi Haziran ayında istenilen kriterlerin üzerinde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) 2019 yılı Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde ve 2020 yılı Aliğa Deresinde ölçülen tüm aylarda, 2020 ve 2021 yılı Bedre Deresi Temmuz, Nisan ve Temmuz ayında, 2021 yılı Aliğa Deresi Nisan, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında görülürken, maksimum değer (600 µg/L) Bedre Deresi 2020 yılı Haziran ayında görülmüştür. Siyanür miktarının istenilen kriterlerin üzerinde olması durumunda suya endüstriyel kaynaklı deşarj yapıldığı söylenebilmektedir. Bu durum, suda acı badem kokusuna benzer bir koku salındığını işaret eder ve sudaki koku tespiti 170 µg/L üzerindeyse anlaşılabilir (Oğuz, 2015). Bu bilgilere göre, 2020 yılı Bedre Deresi Haziran ayında ölçülen siyanür değerinin 600 µg/L çıkması, suda kötü kokunun olduğunun göstergesidir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında siyanür yönünden, A3 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Siyanür değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.63 ve Şekil 4.64’de gösterilmektedir. Şekil 4.65’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.63. Bedre Deresi yıllara göre siyanür değerleri



Şekil 4.64. Aliğa Deresi yıllara göre siyanür değerleri



Şekil 4.65. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı siyanür ortalama değerleri

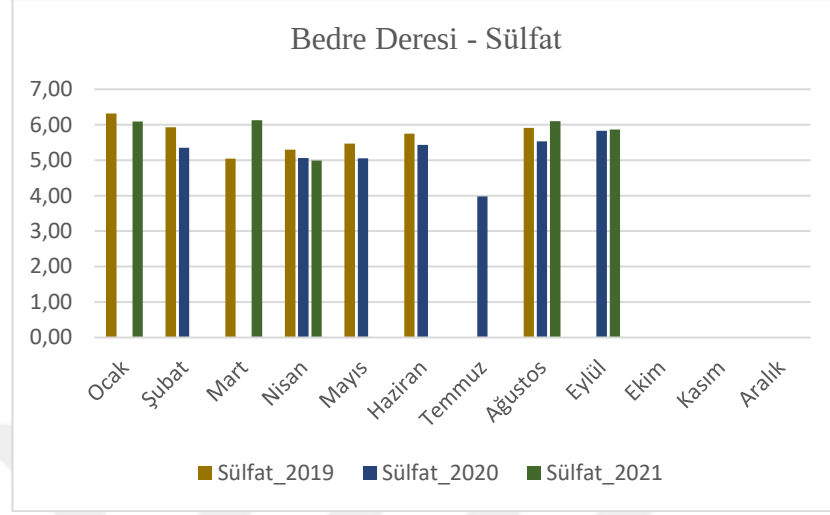
Sülfat: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin sülfat değerleri ölçülmüştür. Ölçülen sülfat değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 5,04 mg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 6,32 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma sülfat değeri $5,67 \pm 0,43$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 11,95 mg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 315,14 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma sülfat değeri $62,41 \pm 111,75$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 3,98 mg/L olarak, maksimum değer Eylül ayında 5,83 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma sülfat değeri $5,18 \pm 0,59$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Haziran ayında 1,95 mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 28,58 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma sülfat değeri $18,08 \pm 8,27$ olarak bulunmuştur.

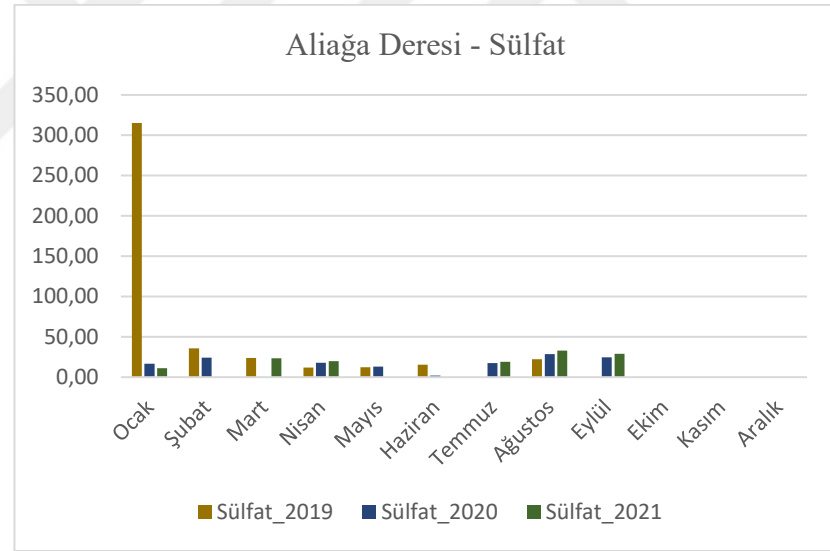
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 4,99 mg/L olarak, maksimum değer Mart ayında 6,13 mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma sülfat değeri $5,84 \pm 0,48$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 11,15 mg/L olarak, maksimum değer Ağustos ayında 32,88 mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma sülfat değeri $22,49 \pm 7,73$ olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre sülfat değeri 250 mg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen sülfat değerleri 2019 yılında Aliğa Deresinde Ocak ayında istenilen kriterin üzerinde olup, derelerde minimum değer (1,95 mg/L) Aliğa Deresi 2020 yılı Haziran ayında görülürken, maksimum değer (315,14 mg/L) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında görülmüştür. Sülfat konsantrasyonu, bazı endüstriyel atık sularda fazla görülebilmektedir, bu sular doğal sulara karıştığında sülfat miktarında artış meydana gelir dolayısıyla suda tat, koku, toksisite ve korozyon gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Sularda yüksek miktarda sülfat bulunması, yüksek sertlik, yüksek sodyum tuzu ve yüksek asiditeyi göstermektedir (akarecevre.com). Buna göre Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında ölçülen 315,14 mg/L değeri istenilen kriterin üzerinde kaldığından dolayı suya endüstriyel atık suyun karıştığını söyleyebiliriz. Ocak ayında artan sülfat değeri suda tat, koku gibi problemlerin meydana geldiği de söz konusudur. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında sülfat yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Sülfat değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.66 ve

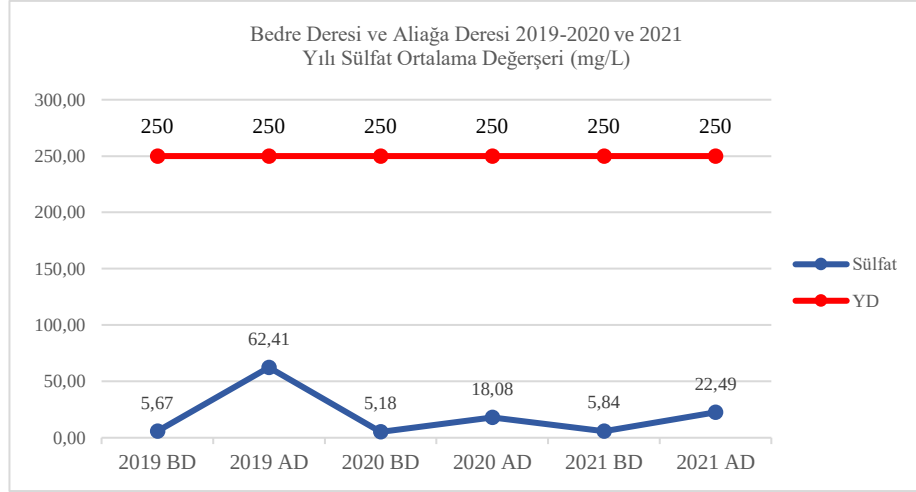
Şekil 4.67’de gösterilmektedir. Şekil 4.68’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.66. Bedre Deresi yıllara göre sülfat değerleri



Şekil 4.67. Aliğa Deresi yıllara göre sülfat değerleri



Şekil 4.68. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı sülfat ortalama değerleri

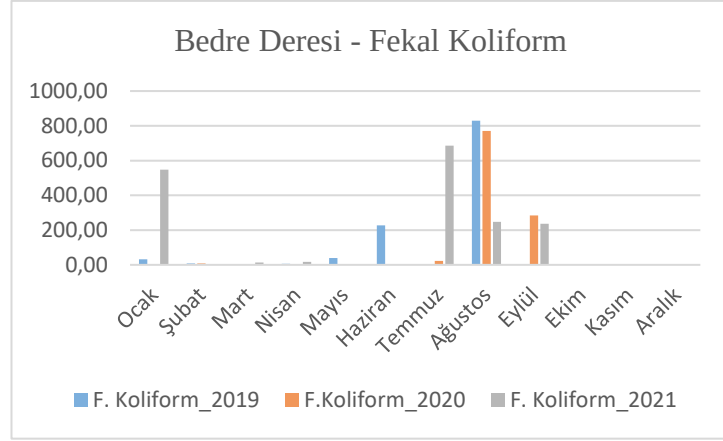
Fekal Koliform: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin fekal koliform değerleri ölçülmüştür. Ölçülen fekal koliform değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 6,00 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Ağustos ayında 830,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma fekal koliform değeri $190,72 \pm 324,16$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 5,20 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında 1011,20 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma fekal koliform değeri $867,49 \pm 380,23$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 8,40 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Haziran ayında 3112,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma fekal koliform değeri $839,48 \pm 1307,27$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 3112,00 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Eylül ayında 9200,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma fekal koliform değeri $5355,67 \pm 2278,82$ olarak bulunmuştur.

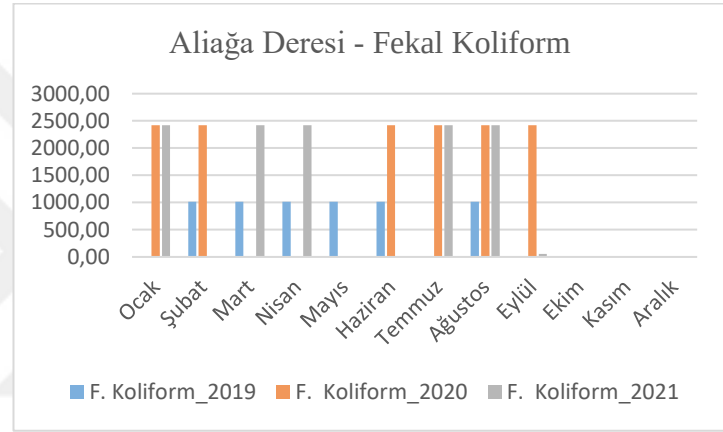
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 13,20 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Temmuz ayında 686,60 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2021

yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma fekal koliform değeri $291,40 \pm 275,45$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 52,80 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Temmuz ayında 9200,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma fekal koliform değeri $4540,73 \pm 3239,28$ olarak bulunmuştur.

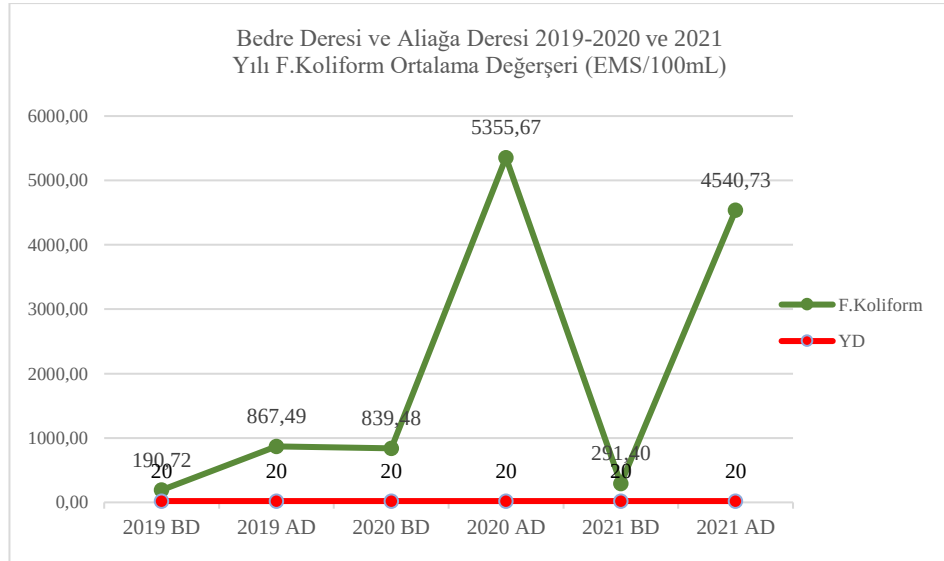
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre fekal koliform değeri 20 EMS/100 mL değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen bazı fekal koliform değerleri istenilen kriterin oldukça üzerinde olup, derelerde minimum değer (5,20 EMS/100 mL) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında görülürken, maksimum değer (9200,00 EMS/100 mL) Aliğa Deresi 2020 yılı Eylül ve 2021 yılı Temmuz ayında görülmüştür. Fekal koliform değerinin sularda yüksek çıkmasının nedeni olarak kaynağa insan veya hayvan dışkısının karışması sonucu kirlilik oluşumunu göstermektedir. Bu durum sularda diğer hastalık yapıcı virüs, bakteri ve mikroorganizmaları içerebilmektedir. Sularda bu kirlilik dışarıdan fark edilmemektedir yani suyun tadında veya görünüşünde herhangi bir değişiklik görülmemektedir (www.diatek.com.tr). Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda Aliğa Deresi ve Bedre Deresinde ölçülen fekal koliform değerlerinin istenilen kriterlerden oldukça yüksek olduğu görülmüştür bu durumda derelerin her ikisine de insan veya hayvan dışkısının karıştığı söylenebilmektedir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında fekal koliform yönünden, A3 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Fekal koliform değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.69 ve Şekil 4.70’de gösterilmektedir. Şekil 4.71’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.69. Bedre Deresi yıllara göre fekal koliform değerleri



Şekil 4.70. Aliğa Deresi yıllara göre fekal koliform değerleri



Şekil 4.71. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı fekal koliform ortalama değerleri

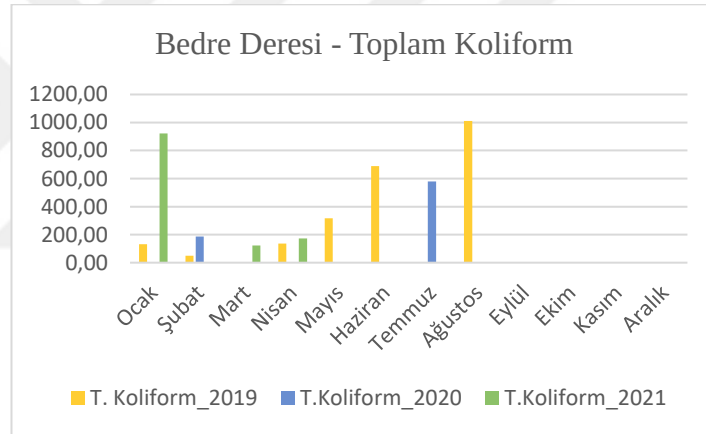
Toplam Koliform: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin toplam koliform değerleri ölçülmüştür. Ölçülen toplam koliform değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 48,80 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Ağustos ayında 1011,20 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma toplam koliform değeri $388,83 \pm 381,82$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ocak ayında 31,50 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında 1011,20 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma toplam koliform değeri $871,24 \pm 370,29$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 186,00 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Eylül ayında 6456,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma toplam koliform değeri $2984,68 \pm 2621,42$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ayında 4230,00 EMS/100mL olarak, maksimum değer Ocak ayında 8965,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma toplam koliform değeri $6559,33 \pm 1815,73$ olarak bulunmuştur.

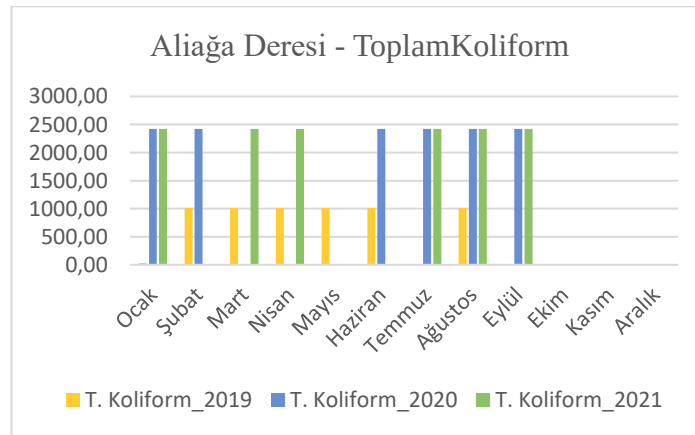
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ayında 122,30 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Temmuz ayında 8963,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma toplam koliform değeri $2382,24 \pm 3736,83$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 2419,60 EMS/100 mL olarak, maksimum değer Temmuz ayında 8136,00 EMS/100 mL olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma toplam koliform değeri $5166,70 \pm 2362,61$ olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre toplam koliform değeri 50 EMS/100 mL değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen bazı aylarda toplam koliform değerleri istenilen kriterin oldukça üzerinde olup, derelerde minimum değer (31,50 EMS/100 mL) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında görülürken, maksimum değer (8965,00 EMS/100

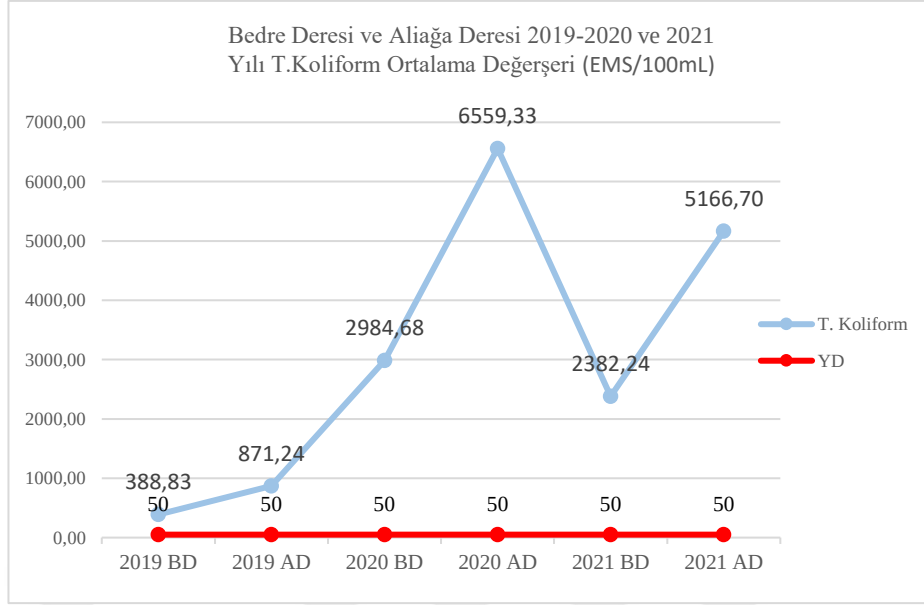
mL L) Aliğa Deresi 2020 yılı Ocak ayında görülmüştür. Toplam koliform, suların dışkı yolu ile kirlendiğini göstermemektedir. Daha çok işlenmiş sularda koliform bakterilerin varlığı ya da yokluğu, su dezenfeksiyonunun doğru yapıp yapılmadığını göstermektedir (www.diatek.com.tr). Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda Aliğa Deresi ve Bedre Deresinde ölçülen toplam koliform değerlerinin istenilen kriterlerden oldukça yüksek olduğu görülmüştür bu durumda derelerin her ikisine de dezenfeksiyon işlemlerinin yapılması gerektiğinin göstergesidir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında toplam koliform yönünden, A3 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Toplam Koliform değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.72 ve Şekil 4.73’de gösterilmektedir. Şekil 4.74’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.72. Bedre Deresi yıllara göre toplam koliform değerleri



Şekil 4.73. Aliğa Deresi yıllara göre toplam koliform değerleri



Şekil 4.74. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı toplam koliform ortalama değerleri

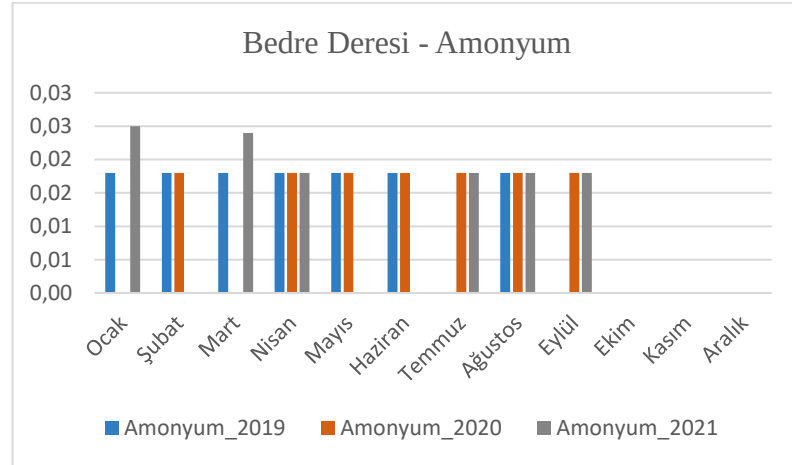
Amonyum: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin amonyum değerleri ölçülmüştür. Ölçülen amonyum değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde 12 ay boyunca değerler 0,00 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma amonyum değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde 12 ay boyunca değerler 0,00 mg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma amonyum değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen en düşük değerler Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında 0,00 mg/L olarak, en yüksek Ağustos ve Eylül aylarında 0,01 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma amonyum değeri $0,00 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değerler Ocak, Şubat ve Nisan aylarında 0,00 mg/L olarak, maksimum değer Mayıs ayında 0,05 mg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma amonyum değeri $0,02 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur.

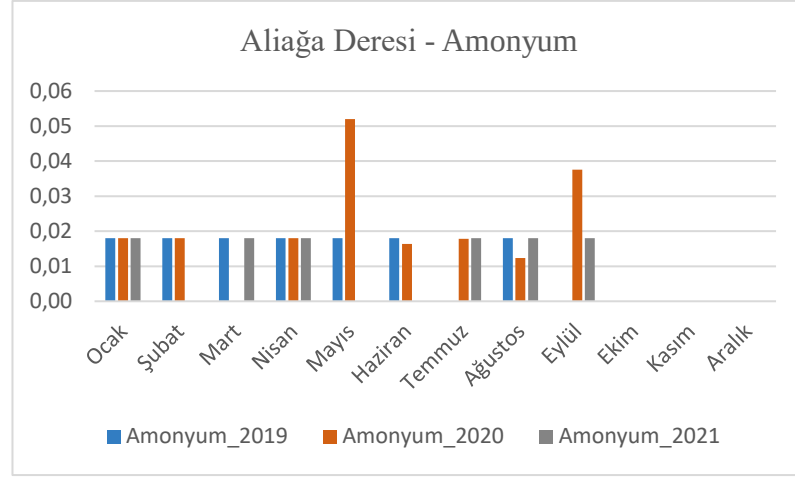
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen en düşük değerler Nisan ve Temmuz aylarında 0,00 mg/L olarak, en yüksek değer Ocak ayında 0,03 mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma amonyum değeri $0,01 \pm 0,01$ olarak

bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen en düşük değer Ocak, Mart, Nisan ve Temmuz aylarında 0,00 mg/L olarak, en yüksek değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,02 mg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma amonyum değeri $0,01 \pm 0,01$ olarak bulunmuştur.

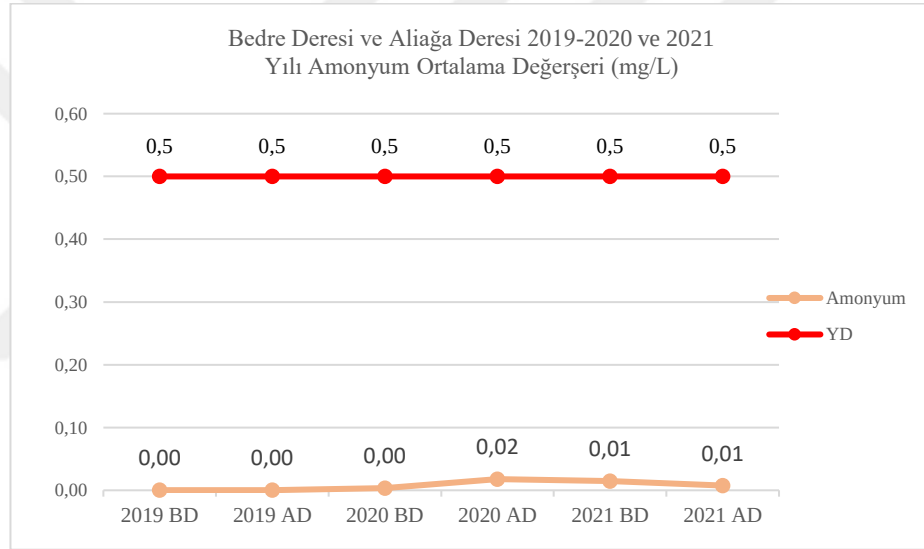
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre amonyum değeri 0,5 mg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen amonyum değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,00 mg/L) 2019 yılında Bedre Deresi ve Aliğa Deresinde ölçülen her ayda, 2020 yılında Bedre Deresinde Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz, 2021 yılı Aliğa Deresinde Ocak, Şubat ve Nisan, 2021 yılı Bedre Deresinde Nisan ve Temmuz, 2021 yılı Aliğa Deresinde Ocak, Mart, Nisan ve Temmuz aylarında görülürken, maksimum değer (0,05 mg/L) Aliğa Deresi 2020 yılı Mayıs ayında görülmüştür. Sularda amonyum konsantrasyonunun fazla bulunmasının nedeni suya endüstriyel bir atığın ya da gübre karıştığını ifade etmektedir (www.diatek.com.tr). Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında amonyum yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Amonyum değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.75 ve Şekil 4.76'da gösterilmektedir. Şekil 4.77'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.75. Bedre Deresi yıllara göre amonyum değerleri



Şekil 4.76. Aliğa Deresi yıllara göre amonyum değerleri



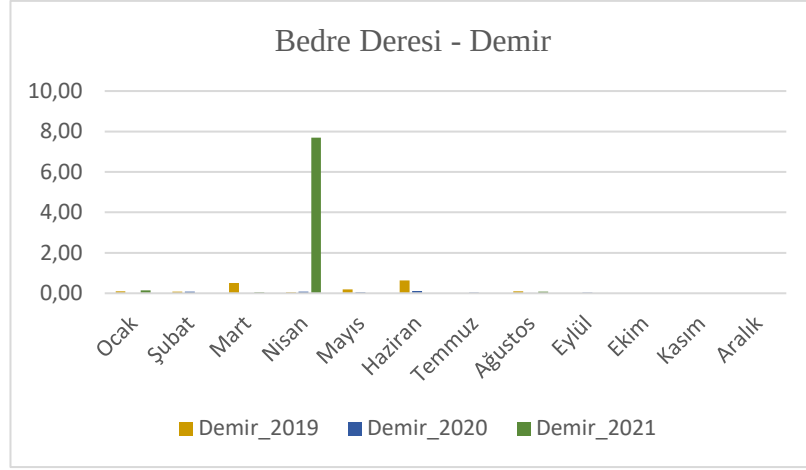
Şekil 4.77. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı amonyum ortalama değerleri

Demir: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin demir değerleri ölçülmüştür. Ölçülen demir değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ayında 60 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ayında 640 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma demir değeri 240±240 olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Nisan ve Ağustos aylarında 110 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 920 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma demir değeri 390±280 olarak bulunmuştur.

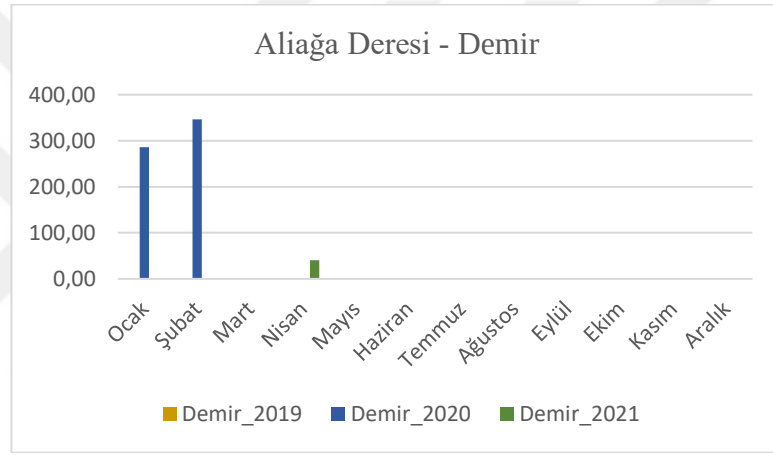
2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ayında 10 µg/L olarak, maksimum değer Haziran ayında 110 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma demir değeri 50±30 olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 110 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 34613 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma demir değeri 7914±1471 olarak bulunmuştur.

2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Mart ve Eylül ayında 50 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 7070 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma cıva değeri 1600±3410 olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Nisan ayında 4068 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma demir değeri 7070±1646 olarak bulunmuştur.

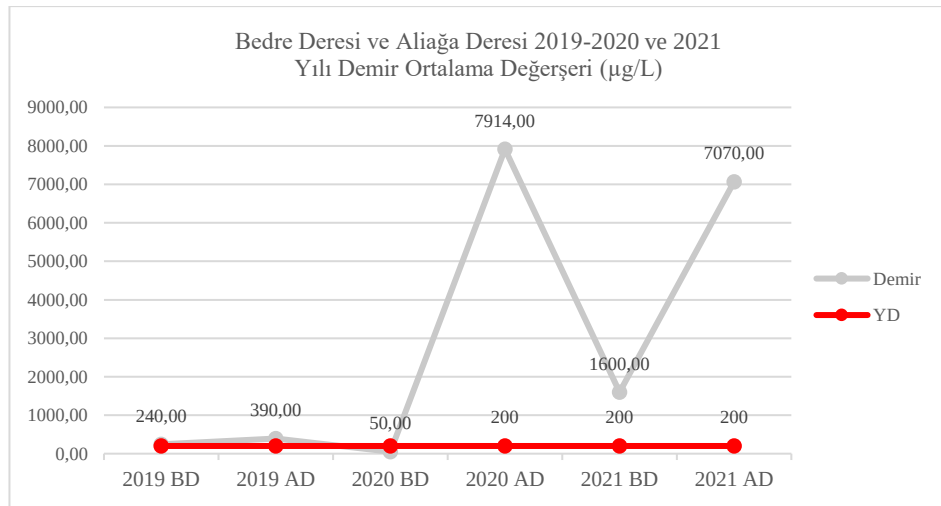
İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre demir değeri 200 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen demir değerleri bazı aylarda istenilen kriterin üzerinde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) Aliğa Deresi 2021 yılı Eylül ayında görülürken, maksimum değer (34613 µg/L) Aliğa Deresi 2020 yılı Şubat ayında görülmüştür. Demir, oksijen ya da başka oksitleyici ile karşılaştığında çözünmüş demir, çözünmez hale geldiğinden çökebilir ve bu durum suyun rengini paslı olarak göstermektedir (www.diatek.com.tr). 2019-2020 ve 2021 yıllarında her iki derede de aylara göre ölçülen demir değerlerinin bazılarında istenilen kriterin üzerinde sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir, bu durumda aylara göre demirin oksitlenmesinden dolayı suyun renginin paslı bir tonda olacağı söylenebilmektedir. Yönetmelik de söz konusu olan kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında demir yönünden, A3 kategorisinde yer aldığı, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Demir değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.78 ve Şekil 4.79'da gösterilmektedir. Şekil 4.80'de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.78. Bedre Deresi yıllara göre demir değerleri



Şekil 4.79. Aliğa Deresi yıllara göre demir değerleri



Şekil 4.80. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı demir ortalama değerleri

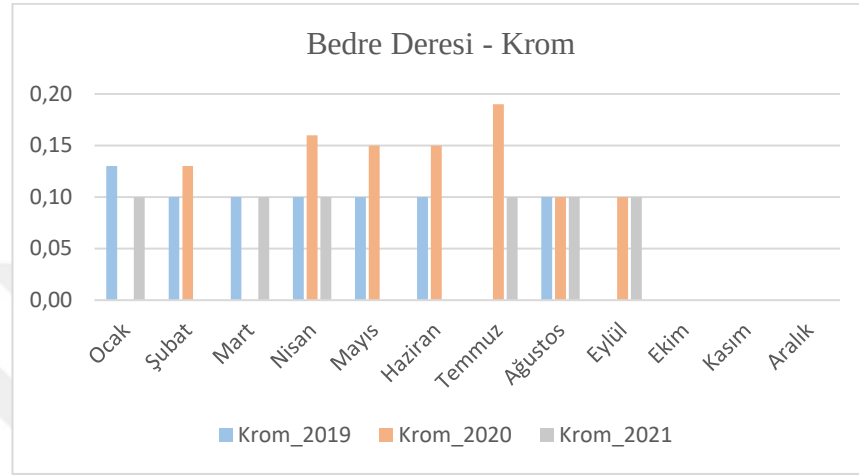
Krom: 2019 ve 2021 yılları arasında alınan numunelerin krom değerleri ölçülmüştür. Ölçülen krom değerleri incelendiğinde; 2019 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Şubat ve Mart ayında 0,00 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 0,13 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma krom değeri $0,05 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur. 2019 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos'ta 0,14 µg/L olarak, maksimum değer Ocak ayında 23,99 µg/L olarak ölçülmüştür. 2019 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma krom değeri $3,90 \pm 8,86$ olarak bulunmuştur.

2020 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Eylül ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Temmuz ayında 0,19 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma krom değeri $0,12 \pm 0,07$ olarak bulunmuştur. 2020 yılında Aliğa Deresinde ölçülen minimum değer Ağustos ve Eylül aylarında 0,11 µg/L olarak, maksimum değer Şubat ayında 1,21 µg/L olarak ölçülmüştür. 2020 yılında Aliğa Deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma krom değeri $0,43 \pm 0,37$ olarak bulunmuştur.

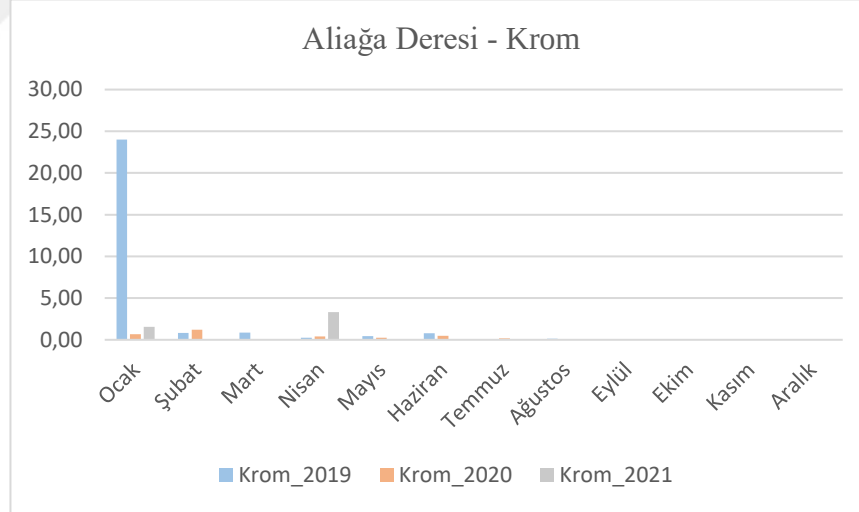
2021 yılında Bedre Deresinde ölçülen minimum değer Temmuz ayında 0,01 µg/L olarak, maksimum değer Ağustos ve Eylül ayında 0,10 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Bedre deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma krom değeri $0,06 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur. 2021 yılında Aliğa Deresinde ölçülen en düşük değer Temmuz ayında 0,03 µg/L olarak, en yüksek değer Nisan ayında 3,30 µg/L olarak ölçülmüştür. 2021 yılında Aliğa deresine ait yıllık ortalama ve standart sapma krom değeri $0,86 \pm 1,33$ olarak bulunmuştur.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik değerlerine göre krom değeri 50 µg/L değerini aşmamasına dikkat edilmelidir. Buna göre Aliğa ve Bedre Derelerinde ölçülen krom değerleri istenilen kriterlerde olup, derelerde minimum değer (0,00 µg/L) Bedre Deresi 2019 yılı Şubat ve Mart ayında görülürken, maksimum değer (23,99 µg/L) Aliğa Deresi 2019 yılı Ocak ayında görülmüştür. Krom doğada farklı formlarda görülmektedir. Krom VI formu kanserojen özelliktedir. Krom IV formu ise doğada seyrek olarak bulunurken suda görülmesinin nedeni ise endüstriyel veya evsel kaynaklı deşarjlardan kaynaklanmaktadır (Oğuz, 2015). Yönetmelik de söz konusu olan

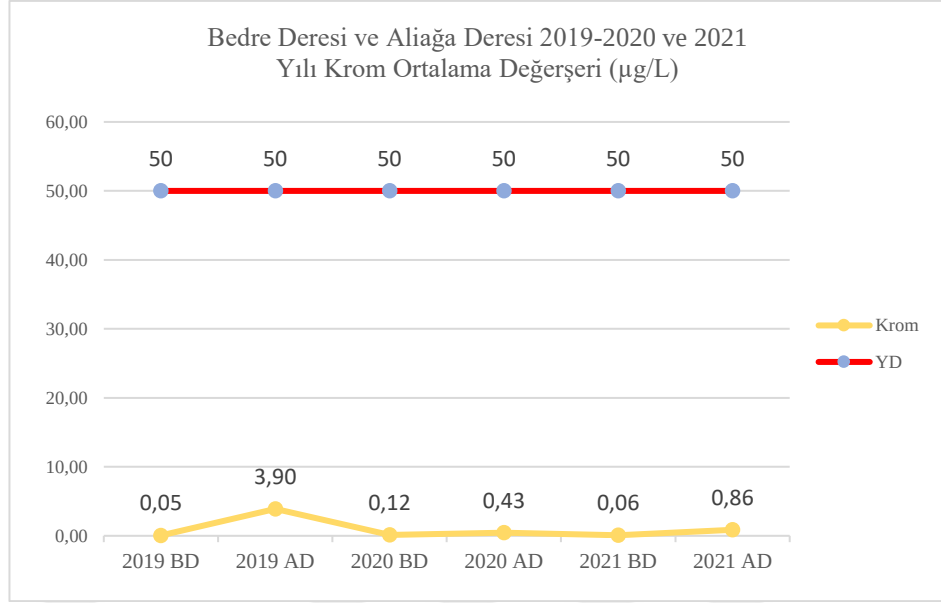
kategoriler arasında derelerin ortalama değerlerine bakıldığında krom yönünden, A1 kategorisinde yer aldığı, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Krom değerlerinin yıllara göre değişim Şekil 4.81 ve Şekil 4.82’de gösterilmektedir. Şekil 4.83’de ise yıllara ait ölçülen ortalama değerler yer almaktadır.



Şekil 4.81. Bedre Deresi yıllara göre krom değerleri



Şekil 4.82. Aliğa Deresi yıllara göre krom değerleri



Şekil 4.83. Bedre Deresi ve Aliğa Deresi 2019-2020 ve 2021 yıllı krom ortalama değerleri

4.4. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi Su Kalitesinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği'ne Göre Değerlendirilmesi

Aliğa Deresi ve Bedre Deresi'nde tek noktadan ölçülen parametrelere göre Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan 'Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri' (Çizelge 2.14) göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu kriterlere göre her parametrenin 2019-2020 ve 2021 yıllarındaki ortalama değerlerine göre kalite sınıfları Çizelge 4.14'de belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi parametre değerlerine göre Kıta İçi Su Kaynaklarının Kalite Sınıflandırılması

Parametreler	Ölçüm Yılları (Bedre Deresi)			Ölçüm Yılları (Aliğa Deresi)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
pH	I	I	I	I	I	I
İletkenlik (20 °C'de)						
Renk	II	II	II	II	II	II
Bulanıklık						
Alüminyum	I	I	I	I	I	I
Arsenik	I	I	I	I	I	I
Bakır	I	III	IV	I	I	II
Baryum	I	I	I	I	I	I

Çizelge 4.14. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi parametre değerlerine göre Kıta İçi Su Kaynaklarının Kalite Sınıflandırılması (devamı)

Parametreler	Ölçüm Yılları (Bedre Deresi)			Ölçüm Yılları (Aliğa Deresi)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Bor	I	I	I	I	I	I
Cıva	III	I	I	II	I	I
Çinko	I	I	I	I	I	I
Florür	I	I	I	I	I	I
Kadmiyum	I	I	I	I	I	I
Klorür	I	I	I	I	I	I
Kobalt	I	I	I	I	I	I
Kurşun	I	I	I	I	I	I
Mangan	I	I	I	I	I	II
Nikel	I	I	I	I	I	I
Nitrat	I	I	I	I	I	I
Selenyum	I	I	I	I	I	I
Siyanür	I	IV	I	I	I	I
Sülfat	I	I	I	I	I	I
Fekal Koliform	II	III	III	III	IV	IV
Toplam Koliform (37 °C'de)	II	II	II	II	II	II
Amonyum	I	I	I	I	I	I
Demir	I	I	III	II	IV	IV
Krom	I	I	I	I	I	I

Aliğa Deresi ve Bedre Deresi'nde ölçülen parametrelere göre İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği'nde yer alan kılavuz değerlerine (Çizelge 2.15) göre suların hangi arıtmaya tabii tutulması gerektiği belirlenmiştir. Bu kriterlere göre her parametrenin 2019-2020 ve 2021 yıllarındaki ortalama değerlerine göre kılavuz değerleri Çizelge 4.15'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi parametrelerine İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği'nde yer alan kılavuz değerlerinin belirtilmesi

Parametreler	Ölçüm Yılları (Bedre Deresi)			Ölçüm Yılları (Aliğa Deresi)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
pH	A1	A1	A1	A1	A1	A1
İletkenlik (20 °C'de)	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Renk	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Bulanıklık	A2	A2	A2	A3	A2	A2
Alüminyum	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Arsenik	A1	A1	A1	A1	A1	A1

Çizelge 4.15. Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kalitesi parametrelerine İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği’nde yer alan kılavuz değerlerinin belirtilmesi (devamı)

Parametreler	Ölçüm Yılları (Bedre Deresi)			Ölçüm Yılları (Aliğa Deresi)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Bakır	A1	A1	A2	A1	A1	A1
Baryum	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Bor	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Cıva	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Çinko	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Florür	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Kadmiyum	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Klorür	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Kobalt	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Kurşun	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Mangan	A1	A1	A2	A2	A1	A3
Nikel	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Nitrat	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Selenyum	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Siyanür	A1	A3	A1	A1	A1	A1
Sülfat	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Fekal Koliform	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Toplam Koliform (37 °C’de)	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Amonyum	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Demir	A2	A2	A3	A2	A3	A3
Krom	A1	A1	A1	A1	A1	A1

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde yer alan ‘Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’ne tablosu baz alındığında 2019-2020 ve 2021 yıllarında alınan numunelerin yıllık ortalama ölçüm değerleri göz önüne alınarak değerlendirildiğinde; pH parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Renk parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda II. sınıf kalitededir. Al parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. As parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Cu parametresi, Bedre Deresinde 2019 yılında I. sınıf kalitedeyken, 2020 yılında da III. sınıf kalitede, 2021 yılında da IV. sınıf kalitededir. Aliğa Deresinde ise, 2019 ve 2020 yıllarında I. sınıf kalitedeyken, 2021 yılında II. sınıf kalitededir. Ba parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. B parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Hg parametresi, Bedre Deresinde 2019 yılında III. sınıf kalitedeyken, 2020 ve 2021 yıllarında I. sınıf kalitededir. Aliğa Deresinde ise, 2019 yılında II. sınıf kalitede

iken, 2020 ve 2021 yıllarında I. sınıf kalitededir. Zn parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. F⁻ parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Cd parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Cl⁻ parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Co parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Pb parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Mn parametresi, Bedre Deresinde tüm yıllarda I. sınıf kalitede iken, Aliğa Deresinde 2019 ve 2020 yılında I. sınıf kalitede iken, 2021 yılında II. sınıf kalitededir. Ni parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. NO₃⁻ parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Se parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. CN parametresi, Bedre Deresinde 2020 yılında IV. sınıf kalitede iken, 2019 ve 2021 yıllarında I. sınıf kalitededir. Aliğa Deresinde ise tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. SO₄⁻² parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Fekal koliform parametresi, Bedre Deresinde 2020 ve 2021 yıllarında III. sınıf kalitede iken, 2019 yılında II. sınıf kalitededir. Aliğa Deresi ise, 2020 ve 2021 yıllarında IV. sınıf kalitede iken, 2019 yılında III. sınıf kalitededir. Toplam koliform parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda II. sınıf kalitededir. NH₄⁺ parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir. Fe parametresi, Bedre Deresinde 2021 yılında III. sınıf kalitede iken, 2019 ve 2020 yıllarında I. sınıf kalitededir. Aliğa Deresi ise, 2020 ve 2021 yıllarında IV. sınıf kalitede iken, 2019 yılında II. sınıf kalitededir. Cr parametresi, iki dere içinde tüm yıllarda I. sınıf kalitededir.

Ölçülen tüm parametreler dikkate alınarak değerlendirildiğinde, Renk parametresi, iki dere de tüm yıllarda II. sınıf; Cu parametresi Bedre Deresi 2020 yılında III. sınıf, 2021 yılında IV. sınıf, Aliğa Deresi ise 2021 yılında II. sınıf; Hg parametresi, Bedre Deresi 2019 yılında III sınıf, Aliğa Deresinde ise 2019 yılında II. sınıf; Mn parametresi, Aliğa Deresi 2021 yılında II. sınıf; CN parametresi, Bedre Deresi 2021 yılında IV. sınıf; Fekal koliform parametresi, Bedre Deresi 2019 yılında II. sınıf, 2020 ve 2021 yıllarında III sınıf, Aliğa Deresi 2020 ve 2021 yılında IV. sınıf, 2019 yılında III sınıf; Toplam koliform parametresi, iki dere de tüm yıllarda II. sınıf; Demir Bedre Deresi 2021 yılında III. sınıf, Aliğa Deresi 2020 ve 2021 yılında IV. sınıf, 2019 yılında II. sınıf kalitededir.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği'nde yer alan kılavuz değerlerine göre 2019-2020 ve 2021 yıllarında alınan numunelerin yıllık ortalama ölçüm değerleri göz önüne alınarak değerlendirildiğinde ise; pH, Elektriksel

İletkenlik, Renk, Alüminyum, Arsenik, Baryum, Bor, Cıva, Çinko, Florür, Klorür, Kobalt, Kurşun, Nikel, Nitrat, Selenyum, Sülfat, Amonyum ve Krom parametreleri, Aliğa Deresi ve Bedre Deresi için ölçüm yapılan yıllar içinde yönetmelik kılavuz değerlerine göre A1 kategorisinde yer almaktadır. Bu durumda parametrelere, basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon işleminin ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Bakır parametresi, Aliğa Deresi ve Bedre Deresi için ölçüm yapılan yıllar içinde yönetmelik kılavuz değerlerine göre A2 kategorisinde yer almaktadır. Bu durumda parametrelere, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon işleminin ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir. Bulanıklık, Mangan, Siyanür, Fekal Koliform, Toplam Koliform ve Demir parametreleri, Aliğa Deresi ve Bedre Deresi için ölçüm yapılan yıllar içinde yönetmelik kılavuz değerlerine göre A3 kategorisinde yer almaktadır. Bu durumda parametrelere, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon işleminin ardından su kaynakları içilebilir hale getirilebilmektedir.

Ölçülen tüm parametreler dikkate alınarak değerlendirildiğinde, Bulanıklık parametresi, Bedre Deresinde tüm yıllarda A2 kategorisinde, Aliğa Deresinde 2019 yılında A3 kategorisinde, 2020 ve 2021 yıllarında A2 kategorisinde; Bakır parametresi, Bedre Deresi 2021 yılında A2 kategorisinde; Mangan parametresi, Bedre Deresinde 2021 yılında A2 kategorisinde, Aliğa Deresinde ise 2019 yılında A2 kategorisinde, 2021 yılında A3 kategorisinde; Siyanür parametresi, Bedre Deresi 2020 yılında A3 kategorisinde; Fekal Koliform parametresi; Bedre Deresinde tüm yıllarda A2 kategorisinde, Aliğa Deresinde ise 2019 yılında A2 kategorisinde, 2020 ve 2021 yıllarında A3 kategorisinde; Toplam Koliform parametresi; Bedre Deresinde tüm yıllarda A2 kategorisinde, Aliğa Deresinde ise 2019 yılında A2 kategorisinde, 2020 ve 2021 yıllarında A3 kategorisinde; Demir parametresi; Bedre Deresi 2019 ve 2020 yıllarında A2 kategorisinde, 2021 yılında A3 kategorisinde, Aliğa Deresinde ise 2019 yılında A2 kategorisinde, 2020 ve 2021 yıllarında A3 kategorisindedir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, Bursa ili İnegöl ilçesinde yer alan ve Hocaköy barajını besleyen, Aliğa Deresi ve Bedre Deresi su kaynakları incelenmiştir. Dereler Hocaköy Barajını besleyen önemli su kaynaklarından olup, su kalitesi bakımından IV. sınıf kalitede yer almaktadır. İçme suyu temin edilen suların kalitesi ve arıtılması hakkında yönetmelik kılavuz değerlerine göre bakıldığında dereler A3 kategorisinde yer almaktadır. Çalışma kapsamında Aliğa Deresi ve Bedre Deresinin 2019, 2020 ve 2021 yılları arasında BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından ölçülen su kalitesi parametrelerinin SPSS23.0 programı kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmış olup bunlara ek olarak da Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan ilgili tablolardaki parametreler açısından değerlendirilerek su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler, istatistiksel yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçları ifade etmektedir. Tez çalışmasında Temel Bileşen Analizi ve Faktör Analizi kullanılmıştır.

Çalışma süresince ihtiyaç duyulan istatistiksel yöntemler, kurumsal temeller ve kaynak araştırması bölümünde bahsedilen örneklerdeki çalışmalardan da anlaşıldığı üzere, ülkemizde ve diğer dünya ülkelerinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Çalışma sürecinde kullanılan istatistiksel yöntemler sonucunda elde edilen bulgular neticesinde;

- Uygulanan temel bileşen analizi sonucunda Bedre Deresi için ele alınan 2019-2020-2021 yıllarında İletkenlik, Selenyum, Klorür ve Nitrat parametreleri ana bileşen olması; Aliğa Deresi için ele alınan 2019-2020-2021 yıllarında İletkenlik, Selenyum, Klorür, Sülfat, Krom ve Kurşun parametreleri ana bileşen olması, bu parametrelerin suyun genel durumunu ifade etmek amacıyla kullanılan yaygın parametreler olduğu sonucu gösterebilmektedir. Analizde elde edilen ana bileşenler, kullanılan istatistiksel değerlendirmenin sonucudur. Analizde birinci grupta yer alan ve su kalitesini istatistiksel olarak Bedre Deresinde %35 civarında, Aliğa Deresinde %39 civarında temsil eden İletkenlik, Selenyum, Klorür, Nitrat, Sülfat, Krom ve Kurşun parametrelerinin su kalitesinin izlemesinde öncelik verilebilir. Analiz kapsamında ele alınan ve herhangi bir grupta değerlendirmeye alınmayan parametreler ile analize dahil edilmeyen parametrelerin birbirleriyle

olan ilişkileri doğrultusunda derelerin kullanım amacına yönelik ele alınmalı ve değerlendirilmelidir.

- Uygulanan faktör analizi sonucunda ise; seçilen parametre verilerine faktör analizi uygulanmasının gerekliliğini test eden Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri uygulamada Bedre Deresi için 0,503, Aliğa Deresi için 0,552 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, önerilen sınır değerler açısından dikkate alındığında verilerin Faktör Analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Bu uygulamalar neticesinde değişkenlerin faktör gruplarına ayrılmaları sağlanmıştır ve gruplandırmadaki parametreler. Bedre Deresinde oluşan 3 faktör grubunda faktör yükünü oluşturan Klorür, Nitrat, Selenyum, İletkenlik, Alüminyum, Nikel, Demir, Arsenik ve Toplam Koliform parametreleri ile Aliğa Deresinde oluşan 4 faktör grubunda faktör yükünü oluşturan Klorür, Nitrat, Selenyum, İletkenlik, Alüminyum, Krom, Fekal Koliform, Sülfat, Kurşun, Demir, Arsenik ve Toplam Koliform parametreleridir. Analizde incelenen su kalitesine ait parametrelerin çoğunu bünyesinde toplayan 1. faktör grubunun toplam varyansı, açıklanan varyans kriterini aştığından dolayı bu faktör grubunun su kalitesini tek başına temsil edebilecek yönde karakter taşıdığı ve çevresel etkileri açıkladığı söylenebilmektedir.

BUSKİ Doburca İçme Suyu laboratuvar analizler sonuçları incelendiğinde, Hocaköy Barajını besleyen ve önemli su kaynaklarından olan Aliğa Deresi ve Bedre Deresi kaynakları yıllara ve parametrelere göre değişiklik göstermektedir. Her iki su kaynağında da yıllar ve parametreler baz alındığında, bahsi geçen yılların ortalamaları dikkate alınarak kaynakların kirliliğe maruz kaldığı ve su kalitesi açısından bir kısım parametrede iyi durumda olmadığı görülmektedir. Hocaköy Barajı içme suyu amaçlı kullanılacağı göz önüne alındığında, barajı besleyen kaynak sularının da uygun kalitede olması gerekmektedir. Su kaynaklarının yüksek kalitede tutabilmek için, kirleticileri belirleyip ve değerlendirip gereken önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Buna göre barajı besleyen Bedre Deresi ve Aliğa Deresi ölçüm sonuçlarının analiz yapılan parametreler açısından iki derede farklılıklar olduğu görülmüştür. Bedre Deresinin yıllara göre parametrelerin su kalitesi açısından sınıflandırılmasına bakıldığında Renk, Cu, Hg, CN, Fekal Koliform, Toplam Koliform ve Fe açısından ciddi bir kirlenmenin olduğu görülmektedir. Aliğa

Deresinin yıllara göre parametrelerin su kalitesi açısından sınıflandırılmasına bakıldığında Renk, Cu, Hg, Mn, Fekal Koliform, Toplam Koliform ve Fe açısından ciddi bir kirlenmenin olduğu görülmektedir. Kirliliğe neden olan parametrelerin yıllara göre ortalamalarına bakıldığında Bedre Deresinde Renk 6,89 Pt Co, Bakır 2360 µg/L, Cıva 1,0 µg/L, Siyanür 130 µg/L, Fekal Koliform 839,48 EMS/100 mL, Toplam Koliform 2984,68 EMS/100 mL ve Demir 1600 µg/L; Aliğa Deresinde Renk 6,80 Pt Co, Bakır 40 µg/L, Cıva 0,23 µg/L, Mangan 170 µg/L, Fekal Koliform 5355,67 EMS/100 mL, Toplam Koliform 6559,33 EMS/100 mL ve Demir 7914 µg/L olarak ölçülmüştür. Derelerin ölçüm yapılan aylara göre çıkarılan yıllık ortalamaları 2020 ve 2021 yılındaki değerlerinin çok yüksek olduğundan söz edilmektedir. Bu durum; derelerdeki yüksek çıkan parametrelere göre 2020 ve 2021 yıllarında yoğun miktarda kirleticiye maruz kaldığı söylenebilmektedir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılması Kalite Kriterleri'ne göre numunelerin yıllık ortalama analiz değerleri esas alınarak ve parametreler dikkate alınarak değerlendirmeye alındığında; Bedre Deresi Renk açısından 2019-2020-2021 yıllarında II. sınıf, Bakır açısından 2021 yılında IV. sınıf 2020 yılında III. sınıf, Cıva açısından 2019 yılında III. sınıf, Siyanür açısından 2020 yılında IV. sınıf, Fekal Koliform açısından 2020 ve 2021 yılında III. sınıf 2019 yılında II. sınıf, Toplam Koliform açısından 2019-2020-2021 yıllarında II. sınıf, Demir açısından 2021 yılında III. sınıf kalitededir. Aliğa Deresi Renk açısından tüm yıllarında II. sınıf, Bakır açısından 2021 yılında II. sınıf, Cıva açısından 2019 yılında II. sınıf, Mangan açısından 2021 yılında II. sınıf, Fekal Koliform açısından 2019 yılında III. sınıf, 2020-2021 yılında IV. sınıf, Toplam Koliform açısından tüm yıllarında II. sınıf ve Demir açısından 2019 yılında II. sınıf, 2020-2021 yılında IV. sınıf kalitededir. Bu parametrelerle ilgili alınacak önlemler ile birlikte iyileştirme çalışmalarının da sağlanması, iki kaynak suyunun kalitesi, baraj suyunun da kalitesini belirlemek açısından önemli etkiyi sağlayabilecektir.

İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik kılavuz değerleri dikkate alınarak değerlendirmeye alındığında; Bedre Deresi Bulanıklık açısından 2019-2020-2021 yıllarında A2 kategorisinde, Bakır açısından 2021 yılında A2 kategorisinde, Mangan açısından 2021 yılında A2 kategorisinde, Siyanür açısından 2020 yılında A3 kategorisinde, Fekal Koliform açısından 2019-2020-2021 yıllarında A2

kategorisinde, Toplam Koliform açısından 2019-2020-2021 yıllarında A2 kategorisinde ve Demir açısından 2021 yılında A3 kategorisinde 2019 ve 2020 yıllarında A2 kategorisindedir. Aliğa Deresi Bulanıklık açısından 2019 yılında A3 kategorisinde, 2020-2021 yıllarında A2 kategorisinde, Mangan açısından 2019 yılında A2 kategorisinde, 2021 yıllarında A3 kategorisinde, Fekal Koliform açısından 2019 yılında A2 kategorisinde 2020-2021 yıllarında A3 kategorisinde, Toplam Koliform açısından 2019 yılında A2 kategorisinde 2020-2021 yıllarında A3 kategorisinde ve Demir açısından 2019 yılında A2 kategorisinde 2020-2021 yıllarında A3 kategorisindedir. Parametrelerle ilgili iyileştirme çalışmaları açısından fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanmasının gerektiği, bu durumun suların içilebilir hale gelebilmesi açısından önemli etkiyi sağlayabileceği ön görülmektedir.

Araştırılan çalışma neticesinde, su kalitesinin özen ve uygun olarak izlenmesi, izleme sonuçlarının değerlendirilmesi, verilerin bilgiye dönüştürülmesi gerektiği söylenebilmektedir. İzleme çalışmaları veri kaybı yaşanmadan devamlı sağlanmalıdır. Ek olarak, izleme sonuçlarının değerlendirmelerinin daha sağlıklı yapılabilmesi adına su kalitesiyle beraber su miktarının da (debi vs.) izlenmesi de uygun olacaktır. Derelerin su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla havzada bulunan noktasal kirletici miktarlarına dikkat edilmeli, deşarj kriterleri yerine alıcı ortam standartları belirlenmeli ve uygulanabilirliği sağlanmalıdır. Derelerin organik yükünün membada ya da mansapta azaltılmasına yönelik alınabilecek önlemlerde evsel ve endüstriyel alanlarda yoğun deterjan vb. kullanımlarına kısıtlamaların ve iyileştirmelerin yapılması da sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, çalışmada su kaynaklarının su kalitesi açısından durumları ve istatistiksel değerlendirmeleri ortaya konulmuş, kirlilik oluşturan parametreler açısından detaylı izleme, ölçüm ve iyileştirme çalışmaları için ilgili su kaynaklarının kirletilmesinin önlenmesi adına ilçede denetim mekanizması bulundurulması, gerekli yasal zorunlulukların getirilmesi, denetim yapan kurumların aktif olarak rol alması ve bölgede yaşayan halkın koordineli bir biçimde hareket etmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abay, O. (2008). *Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinde Nehir Havza Yönetiminin Önemi*. İzmir: 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları Havza Kirliliği Konferansı.
- Akgiray, Ö. (2003). *İçme Suyu Kalitesi Parametreleri*. Marmara Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü. İstanbul: Tesisat Dergisi.
- Akın, M. ve Akın, G. (2007). *Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su havzaları ve Su Kirliliği*. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi. 47 (2):105-118.
- Akkaya, C., Efeoğlu, A., ve Yeşil, N., (2006). *Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye’de Uygulanabilirliği*. Ankara: TMMOB Su Politikaları Kongresi. 21-23.
- Akkemik, U., Köse, N., Aras, A. ve Dalfes, N. (2005). *Anadolu’nun Son 350 Yılında Yaşanan Önemli Kurak ve Yağışlı Yıllar*. Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu.
- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z. (2010a). *Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi*. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 3(1): 67-74.
- Albek, E. ve Göncü, S. (2005). *Türkiye Akarsularında Askıda Katı Madde Değişimlerinin Yıllar Boyu İncelenmesi*. A.Ü. Bilim ve Teknoloji Dergisi .6 (2):183-190.
- Arslan, O. (2008). *Su Kalitesi verilerinin CBS ile Çok Değişkenli İstatistik Analizi*. HKM Jeodezi, Jeoİnformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi.2:99.
- ATSDR, (2004). *Public Health Statement – Cobalt*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR, (2006). *Public Health Statement – Cyanide*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services.
- Baltacı, F. (2000). *Su Analiz Metotları*. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Barlas, M. (2004). *Akçay (Muğla-Denizli)’ın Fiziko-Kimyasal ve Bentik Mikroinvertebrata Yönünden İncelenmesi*. Muğla: Muğla Üniversitesi.116.
- Baykan, N., Abay, O., Baykan, N.O. ve Yaşar, M. (2010). *Su Hukuku Öğretileri, VI. Ulusal Hidroloji Kongresi*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.
- Bellingham, K. (2014). *Physicochemical Parameters of Natural Waters*.
- Bilen, Ö. (2008). *Türkiye’nin Su Gündemi Su Yönetimi ve AB Su Politikaları*. Ankara: DSİ. 344.
- Blinstrub, M.J. (2002). *Spatial and Temporal Differences in Surface Quality in the Newport Bay Watershed, Orange Country Californias from 1977 through 2000*. M.S. Thesis California State University Fullerton.
- Boyacıoğlu, H. ve Boyacıoğlu, H. (2004). *Su Kalitesinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi*. SKKD.14(3):9-17.
- BM, (2018a). *Sustainable Development Goal 6: Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation*. New York, United Nations.
- Calvin C. W., Gwendolyn L. B. and Clifton J. M. (2012). *Total Allowable Concentrations Of Monomeric Inorganic Aluminum And Hydrated Aluminum Silicates In Drinking Water*. Critical Reviews in Toxicology.42(5):358–442.
- Cebe, N. (2007). *Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi*. İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Çevre Şehircilik Bakanlığı, (2011). *Türkiye Çevre Durum Raporu*. Ankara.

- Charkhabi, A.H., Sakızadeh, M. (2006). *Assesment of Spatial Variation of Water Quality Parameters in the Most Polluted Branch of the Anzali Wetland*. Northern Iran. Polish J. of Environ. Stud..15(3):395-403.
- Coşkun, M.A. (2012). *Akarsularda Su Kalitesi Belirleme ve Modelleme*. Malatya: Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çicek N., Karaaslan Y., Aslan V., Yaman C. ve Akça L., 2008. *Türkiye’de AB’ye Uyumlu Havzası Yönetim Stratejisi ve Su Çerçeve Direktifi*. İstanbul: Fatih Üniversitesi 3. Çevre Sorunları Kongresi. 170-178.
- Çöl, M. ve Çöl, C. (2003). *Environmental Boron Contamination in Waters of Hisarcik Area in the Kutahya Province of Turkey*. Food and Chemical Toxicology. 41.
- Dalkılıç, Y. ve Harmancıoğlu, N. (2008). *Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinin Türkiye’de Uygulama Olanakları*. ISBN:978-9944-89-512-5. Ankara: TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi (Bildiriler Kitabı-2). 415-424.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Taş, D., Karabayırlı, G., Atak, S., Arda Koşucu, T.N., Coşkun, F. ve Akay, E. (2020). *Mustafakemalpaşa Çayı’nın (Bursa) Su Kalitesinin Faktör Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi*. Acta Aquatica Turcica. 16(1):124-137.
- Davraz, A. ve Ünver, Ö. (2014). *İnegöl Havzası (Bursa) Hidrojeolojisi ve Yeraltı sularının Kalite Değerlendirilmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
- De Zuane, J. (1990). *Handbook of Drinking Water Quality*. (2nd edition). ABD: John Wiley & Sons Inc.
- Doğanay, E. (2014). *AB Su Çerçeve Direktifine Göre Ülkemiz Sularının Fizikokimyasal ve Kimyasal Parametreler Açısından İzlenebilmesi İçin Kullanılabilecek Analiz Metotlarının Değerlendirilmesi*. Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- DSİ, (2009). *Turkey Water Report*. Ankara: http://www.dsi.gov.tr/english/pdf_files/TurkeyWaterReport.pdf
- DSİ, (2020). *2020 Yılı Faaliyet Raporu*. Ankara: <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/2020-yili-faaliyet-raporu.pdf>.
- Emax, J.W., Zwanziger, H.W. and Geiss, S. (1997). *Chemometrics in Environmental Analysis*. Weinheim: Wiley ISBN: 3-527-28772-8.
- EMO, (2013). *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası*. http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369#.Uma6Zv17Ju4
- EPA, (2001). *Parameters Of Water Quality, Interpretation and Standards*. İrlanda.
- Falkenmark, M. ve Lindh, G. (1976). *How Can We Cope With The Water Resources Situation By The Year 2015*. 114-22.
- FAO Aquastat, (2013). <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- Geldiay, R. ve Kocataş A. (2002). *Deniz Biyolojisine Giriş*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.59-137.
- Gleick, P., Cooley, H., Cohen, M.J., Morikawa, M., Morrison, J. and Palaniappan, M. (2011). *The World’s Water Vol.7, The Biennial Report on Freshwater Resources*. ABD/Island Press: Pacific Institute Washington DC.
- Gökçe, B. (1992). *Toplumsal Bilimlerde Araştırma*. Ankara: Savaş Yayınları.2.Basım.
- Gray, N.F. (2005). *Water Technology - An Introduction for Environmental Scientists and Engineers*. (2nd edition). Elsevier Science & Technology Books.
- Gray, N.F. (2008). *Drinking Water Quality – Problems and Solutions*. (2nd edition). New York: Cambridge University Press.

- Grigg, (1999). *Integrated Water Resources Managemenet: Who Should Pay*. Journal of American Water Resources Association. 35:527-534.
- Güler, Ç. (1997). *Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*. T.C. Sağlık Bakanlığı.43.
- Hakyemez, C. (2019). *Su: Yeni Elmas*. Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.: Ekonomik Araştırmalar.
- Harman, H.H. (1976). *Modern Factor Analysis*. New York: The University of Chicago Press.
- Harmancıoğlu, N.B., Gül, A. ve Fıstıkoğlu, O. (2002-3). *Entegre Su Kaynakları Yönetimi*. Türkiye İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi – SU I, 47/2002. 419:29-39.
- Harmancıoğlu, N.B. (2004). *Su Kaynaklarının Yönetiminde Sürdürülebilirlik Göstergeleri*. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi.
- Kahya, E. ve Martı, A.İ. (2007). *Türkiye Akım Verilerinin Güneyli Salınımıyla Olan İlişkisi*. Gümüşdüz/İzmir: Eylül 2007, 10-14.
- Kalaycı, S. ve Kahya, E. (1998). *Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi*. TÜBİTAK: Tr. J. Of Engineering and Environmental Science.22:503-514.
- Karadeniz, Ö. (2021). *Palas Ovası'nda Yeraltı Suyu Seviye ve Kalitesinin İzlemesi ve Değerlendirilmesi*. Kayseri: Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kayaer, M. ve Çiftçi S. (2018). *Su Sorunu ve Türkiye'nin Tatlısu Potansiyeli Çerçevesinde Türkiye'nin Sınırdaşan Sularının Stratejik, Etik ve Hukuki Boyutlarının Değerlendirilmesi*. Pesa International Journal Of Social Studies. 4(3): 2528-9950.
- Kowalkowski, T., Zbytniewski, R., Szpejna, J. and Buszewski, B. (2006). *Aplication of Chemometrics in River Water Clasification*. Water Research. 40:744-752.
- Mahloch, J.L.E. (1974). *Multivariate Techniques fo Water Quality Analysis Journal of The Enviromental Engineering Division*. 100:1119-1132.
- Mardia, K.V., Kent, J.T. and Bibby, J.M. (1989). *Multivariate Analysis*. London: Academic Press, Seventh Edition.
- Marin, M.C. (2004). *Uyarlamalı Çevre İrdeleme ve Yöntemi*. İstanbul: Beta Basım A.Ş.
- Maxwell, E.A. (1961). *Analysing Qualitive Data*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- MGM, (2020). *Bursa İli Ortalama Sıcaklık ve Toplam Ortalama Yağış Verileri*. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=BURSA>.
- Morkoç, E. (1991). *Karbon-14 Tekniği Kullanarak Birincil Üretim ve Sınırlayıcı Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişiminin İzmit Körfezinde İzlenmesi ve Çevresel Etkenlerle İlişkilerinin Araştırılması*. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü. 3-54.
- Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G. ve Zeydanlı, U. (2013). *Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif*. Doğa Koruma Merkezi: İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği.
- McBean, E.A. and Rovers, F.A. (1998). *Statistical Procedures for Analysis of Enviromental Monitoring Data and Risk Assesment*. Prentice Hall, Inc USA.
- NHMRC, (2014). *Australian Drinking Water Guidelines*.Canberra.
- Oğuz, T.C. (2015). *İçme Suyu Arıtımında Yaygın Olarak Karşılaşılan Su Kalite Problemleri ve Arıtımı İçin Çözüm Önerileri*. Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Oğuzlar, A. (2007). *İstatistiksel Veri Analizi 1*. Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları.

- Özaslan, A. (2009). *Adana İçme Suyunda Fekal Koliform Düzeyinin Belirlenmesi ve Antibiyotik Dirençlilik Frekansı*. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı.
- Özdamar, K. (2010). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 2*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdilek, H.G. (2002). *Distribution and Transport of Copper and Lead in the Blackstone River*. USA: Massachusetts, Worcester Polytechnic Institute. PhD Thesis. 242-253.
- Özgüler, H. (2001). *Meriç Nehri'nde Su Kalitesi Parametreleri Arasındaki İlişkilerin Ana Bileşenler Analizi İle Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara: Hacettepe Üniversitesi,
- Özgün, M.S. (2019). *Hocaköy Baraj Yeri (İnegöl-Bursa) Rezervuar Alanı Duraysızlıklarının Değerlendirilmesi*. Eskişehir: Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Roman, D.M.S., Warner, G.S. and Scatena, F. (2003). *Multivariate Analysis of Water Quality and Physical Characteristics of Selected Watersheds in Puerto Rico*. Journal of American Water Resources Association. 39(4):829-839.
- Sarıyıldız, A., Harmancıoğlu, N., Sılay, A. ve Çetin, H.C. (2009). *Gediz Nehri Su Kalitesi Parametrelerinin Eğilim Analizi*. TMMOB: İzmir Kent Sempozyumu.
- Santos, R.D.M., Warner, G.S. and Scateno, F. (2003). *Multivariate Analysis of Water Quality and Physical Characteristics of Selected Watershed in Puerto Rico*. Journal of The American Water Resources Association (JAWRA).39(4):329-839.
- Srinivasan P. T., Viraraghavan T. and Subramanian, K. S. (1999). *Aluminium In Drinking Water: An Overview*. Water SA.25(1):47-56.
- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V. (2002). *Biyoistatistik*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.10. Baskı.
- Şengörür, B. ve İsa, D. (2000). *Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi*. Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences.25(2001):415-425.
- Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A. (2005). *Çevre Kimyası*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.243.
- Şorman, A.Ü. (2008). *AB Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye Uygulaması Hakkında Görüşler*. Ankara: TMMOB Su Politikaları Kongresi.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. ve Topkara, S. (2010). *Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri*. Journal of FisheriesSciences.com. 4(3):254-263.
- Tatlıdil, H. (1996). *Uygulamalı çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*. Ankara: Cem Web Ofset Ltd.Com. 168, 172, 178-187.
- Tekinay, M. (2010). *Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Türkiye*. Bursa: Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümü.
- TÜBİTAK, (2002). *Su Yönetimi ve Sürdürülebilir Kalkınma*. Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli.
- Tigrek, S. ve Kibaroglu, A. (2011). *Strategic Role of Water Resources for Turkey, Turkey's National Water Policy: National Framework and International Cooperation*.27-43.
- TÜİK, (2010). *TÜİK Raporu*. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019
- TÜİK, (2012). *TÜİK Raporu*. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>
- Tuncay, Y. (2007). *Kovada Gölü'nde Yasayan Istakozlarda (Astacus leptodactylus Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi*. Isparta: Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.

- Tunç Dede, Ö. ve Sezer, M. (2016). *Aksu Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kanada Su Kalitesi İndeks (CWQI) Modelinin Uygulanması*. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University. 32(3):909-917.
- Turan, E.S. (2018). *Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu*. Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi. 4(1):63-69.
- Türkmen, A. (2003). *İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Tas İstiridyesi'nde Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma*. Erzurum: Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.152-158.
- Ural, A. ve Kılıç, İ. (2006). *Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS İle Veri Analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Ünsal, A. ve Duman, S. (2005). *Türkiye'deki Bankaların Performanslarının Temel İleşenler Yaklaşımı ile Karşılaştırmalı Analizi*. 7. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu.1-20.
- Yalılı, M., Akal Solmaz, S.K. ve Kestioğlu, K. (2006). *Bursa Su Kaynakları Potansiyeli ve Kullanıcı Faktörü*. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 11(2):2006.
- Yalılı Kılıç, M. ve Akal Solmaz, S.K. (2016). *Su Kaynakları Yönetiminde Sürdürülebilirlik: Bursa İli Örneği*. Malatya: International Symposium of Water and Wastewater.
- Yıldız, S. ve Değirmenci, M. (2012). *Sivas 4 Eylül Barajı ve Kollarındaki Su Kalitesinin İncelenmesi*. DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 13(2):37-46.
- Yılmaz, V. (2009). *Türkiye Akarsuları Su Kalitesi Parametrelerinin Çok Değişkeni İstatistiksel Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Konya: T.C. Selçuk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Yolcu, İ.D. (2012). *Bursa Nilüfer Çayı Su Kalitesi Parametrelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi*. Bursa: Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- WHO, (2003). *Aluminium In Drinking-Water*. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/53.
- WHO, (2003a). *Chloride in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: World Health Organization.
- WHO, (2006). *Concise International Chemical Assessment Document 69-Cobalt and Inorganic Cobalt Compounds*. Geneva: World Health Organization.
- WHO, (2011). *Guidelines for Drinking Water Quality*. 4thedn. Geneva: World Health Organization.
- WHO, (2011a). *Manganese in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: World Health Organization.
- WHO, (2011e). *Selenium in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: World Health Organization.
- WHO/UNICEF, (2017a). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene*. Update and SDG Baselines. Geneva, WHO/UNICEF.
- WWAP, (2003). *United Nations World Water Development Report 3: Water For People, Water For Life*. Paris/London: UNESCO Publishing/Earthscan.
- Anonim, (2000). *Su Politikası Alanında Tophuluk Faaliyeti İçin Bir Çalışma Çerçevesi Oluşturan Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2000/60/EC Sayılı Direktifi*. 23 Ekim 2000.

Anonim, (2003a). *Agency for Toxic Substance ve Disease Registry*. Atlanta: Toxicological Profile for Heavy Metals U.S. Department of Health and Humans Services, Centres for Diseases Control.

Anonim, (2016). *İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*. Resmî Gazete. 20(10):2016.

Anonim, (2005c). <http://www.epa.gov>, Environmental Protection Agency (EPA)

Anonim, (2009). <https://www.lafsozluk.com/2009/02/inegol-nerededir-nereye-baglidir-inegol.html>

Anonim, (2010b). *Kimya Laboratuvarı Personel Geliştirme Kursu Notları*. Ankara: DSI TAKK Dairesi Başkanlığı.

Anonim, (2011a). www.wikipedia.org

Anonim, (2011b). www.havzakoruma.com

Anonim, (2011c). *Çevre Kimyası Laboratuvarı Deney Föyleri*. Erciyes Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü. <http://cevre.erciyes.edu.tr/index.html>.

Anonim, (2012). *Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. Resmî Gazete. 17(10):2012.

Anonim, (2014). *Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik*. Resmî Gazete. 11(02):2014.

Anonim, (2015). *II. Marmara Denizi Sempozyumu*. İstanbul.

Anonim, (2016b). *Nilüfer Çayı Altı Havza Planı*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016.

Anonim, (2017c). Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi.

Anonim, (2020). *Su Kalitesi İle İlgili Standartlar*. <https://avys.omu.edu.tr>

Anonim, (2020a). *Su Krizi Basın Açıklaması*. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Bursa Şubesi.

Anonim, (2020b). *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. Resmî Gazete. 14(01):2020.

Anonim, (2021). *İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, İnegöl Ekonomi Raporu 2021*. Bursa.

Anonim, (2021a). *İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik*. Resmî Gazete. 24(09):2021.

11. Kalkınma Planı. (2019-2023). *Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Ankara: T.C. Kalkınma Bakanlığı.

<https://akarecevre.com/su-analizleri-ve-etkileri/>

<https://www.artemisaritim.com/dunya-genelinde-su-kaynaklarinin-durumu>

<https://bursa.ktb.gov.tr>

<https://www.buski.gov.tr/SuAnalizRaporu/Detay/16196>

https://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Sularda-Ecoli-Koliform-Grubu-Bakteriler-ve-Fekal-Koliformlar_132.htm

<https://www.galiparduc.com/baryum/>

<https://www.google.com/maps>

<https://www.mgm.gov.tr/genel/hidrometeoroloji.aspx?s=3>

https://www.nufusu.com/ilce/inegol_bursa-nufusu

<https://www.saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=42>

<https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0neg%C3%B6l>

https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32698&tipi=3&sube=19

<https://www.istatistik.gen.tr>

EKLER

- EK 1** 2019 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri
- EK 2** 2019 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri
- EK 3** 2020 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri
- EK 4** 2020 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri
- EK 5** 2021 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri
- EK 6** 2021 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri



EK 1 2019 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	AYLAR												İSTATİSTİKSEL DEĞERLER									
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Veri Sayısı	Xort	\$	Min	Max	Ortanca	Değişim Katsayısı	% Değişim	Varyans	
pH		8,22	8,00	8,04	8,03	8,06	8,18		8,13					7	8,09	0,08	8,00	8,22	8,06	0,01	1,03	0,01	
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	141,00	131,00	133,00	139,00	146,00	173,00		171,00					7	147,71	17,33	131,00	173,00	141,00	0,12	11,73	300,24	
Renk	Pt Co	0,00	5,00	8,60	4,00	4,00	7,00		7,20					7	5,11	2,85	0,00	8,60	4,00	0,56	55,71	8,12	
Bulanıklık	NTU	4,10	7,50	241,00	8,10	15,10	0,00		5,60					7	40,20	88,66	0,00	241,00	7,50	2,21	220,55	7861,13	
Alüminyum	µg/L	0,08	0,05	0,52	0,05	0,18	0,72		0,04					7	0,23	0,27	0,04	0,72	0,08	1,17	117,40	0,07	
Arsenik	µg/L	0,24	0,12	0,38	0,17	0,29	0,44		0,05					7	0,24	0,14	0,05	0,44	0,24	0,58	57,70	0,02	
Bakır	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	94,90	0,00	
Baryum	mg/L	0,02	0,11	0,02	0,01	0,01	0,03		0,02					7	0,03	0,04	0,01	0,11	0,02	1,24	124,43	0,00	
Bor	mg/L	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03		0,04					7	0,03	0,01	0,01	0,04	0,03	0,32	31,97	0,00	
Civa	µg/L	0,00	0,00	0,01	0,10	0,28	0,49		6,08					7	1,00	2,25	0,00	6,08	0,10	2,26	226,08	5,06	
Çinko	mg/L	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	2,13	212,61	0,00	
Florür	mg/L	0,04	0,03	0,03	0,02	0,00	0,04		0,05					7	0,03	0,01	0,00	0,05	0,03	0,50	49,72	0,00	
Kadmiyum	µg/L	0,02	0,03	0,05	0,04	0,07	0,08		0,10					7	0,06	0,03	0,02	0,10	0,05	0,51	50,66	0,00	
Klorür	mg/L	1,84	1,75	1,26	1,39	1,50	1,50		1,88					7	1,59	0,24	1,26	1,88	1,50	0,15	14,87	0,06	
Kobalt	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	52,14	0,00	
Kurşun	µg/L	0,02	0,23	0,66	1,15	0,01	0,01		0,01					7	0,30	0,45	0,01	1,15	0,02	1,50	149,53	0,20	
Mangan	mg/L	0,02	0,09	0,03	0,00	0,00	0,03		0,01					7	0,03	0,03	0,00	0,09	0,00	1,16	116,19	0,00	
Nikel	µg/L	0,80	1,13	1,38	0,93	1,42	4,84		2,19					7	1,81	1,41	0,80	4,84	1,38	0,78	77,75	1,99	
Nitrat	mg/L	0,83	0,65	0,73	0,39	0,35	0,56		0,70					7	0,60	0,18	0,35	0,83	0,65	0,30	30,00	0,03	
Selenyum	µg/L	0,12	0,15	0,63	0,21	0,17	0,48		0,28					7	0,29	0,19	0,12	0,63	0,21	0,66	65,87	0,04	
Siyanür	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	140,82	0,00	
Sülfat	mg/L	6,32	5,93	5,04	5,29	5,47	5,75		5,91					7	5,67	0,43	5,04	6,32	5,75	0,08	7,63	0,19	
Fekal Koliform	EMS/100 mL	32,30	8,00		6,00	40,00	228,00		830,00					6	190,72	324,16	6,00	830,00	36,15	1,70	169,97	105078,04	
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL	131,40	48,80		135,40	316,90	689,30		1011,20					6	388,83	381,82	48,80	1011,20	226,15	0,98	98,20	145783,99	
Amonyum	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	64,71	0,00	
Demir	mg/L	0,10	0,08	0,51	0,06	0,19	0,64		0,10					7	0,24	0,24	0,06	0,64	0,10	0,98	98,38	0,06	
Krom	µg/L	0,13	0,00	0,00	0,01	0,07	0,08		0,10					7	0,05	0,05	0,00	0,13	0,07	0,94	93,75	0,00	

EK 2 2019 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	AYLAR												İSTATİSTİKSEL DEĞERLER								
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Veri Sayısı	Xort	§	Min	Max	Ortanca	Değişim Katsayısı	% Değişim	Varyans
pH		8,49	8,21	8,05	8,08	8,05	8,25		8,23					7	8,19	0,16	8,05	8,49	8,21	0,02	1,91	0,02
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	1100,00	326,00	232,00	153,00	179,00	249,00		390,00					7	375,57	329,72	153,00	1100,00	249,00	0,88	87,79	108712,29
Renk	Pt Co	3,90	6,50	13,90	6,00	4,00	3,00		7,80					7	6,44	3,70	3,00	13,90	6,00	0,57	57,36	13,66
Bulanıklık	NTU	19,40	27,50	393,00	27,60	21,60			7,10					7	82,70	152,20	7,10	393,00	21,60	1,84	184,04	23164,92
Alüminyum	µg/L	0,08	0,42	0,42	0,11	0,26	0,45		0,06					7	0,26	0,18	0,06	0,45	0,26	0,68	68,30	0,03
Arsenik	µg/L	1,02	0,64	0,56	0,29	0,78	0,62		1,80					7	0,82	0,49	0,29	1,80	0,64	0,60	59,69	0,24
Bakır	mg/L	0,00	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00		0,00					7	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	1,33	133,24	0,00
Baryum	mg/L	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03		0,03					7	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,55	55,33	0,00
Bor	mg/L	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03		0,04					7	0,03	0,01	0,01	0,04	0,03	0,32	31,97	0,00
Civa	µg/L	0,00	0,00	0,01	0,23	0,26	0,34		0,80					7	0,23	0,29	0,00	0,80	0,23	1,22	121,89	0,08
Çinko	mg/L	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,06	105,55	0,00
Florür	mg/L	0,26	0,07	0,06	0,03	0,05	0,06		0,09					7	0,09	0,08	0,03	0,26	0,06	0,88	88,43	0,01
Kadmiyum	µg/L	0,22	0,02	0,03	0,05	0,04	0,07		0,08					7	0,07	0,07	0,02	0,22	0,05	0,94	94,16	0,00
Klorür	mg/L	5,90	2,84	2,03	1,60	1,73	2,15		3,42					7	2,81	1,50	1,60	5,90	2,15	0,54	53,54	2,26
Kobalt	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	52,14	0,00
Kurşun	µg/L	1,77	1,11	0,66	0,01	0,01	0,67		0,01					7	0,61	0,67	0,01	1,77	0,66	1,11	110,61	0,45
Mangan	mg/L	0,02	0,00	0,27	0,06	0,21	0,03		0,03					7	0,09	0,11	0,00	0,27	0,03	1,19	119,35	0,01
Nikel	µg/L	1,48	4,99	2,94	0,93	1,69	5,90		3,56					7	3,07	1,87	0,93	5,90	2,94	0,61	60,89	3,49
Nitrat	mg/L	0,00	1,31	1,25	0,64	0,43	0,55		0,00					7	0,60	0,53	0,00	1,31	0,55	0,89	88,63	0,28
Selenyum	µg/L	1,48	0,81	0,63	0,22	0,16	0,49		0,20					7	0,57	0,47	0,16	1,48	0,49	0,82	82,48	0,22
Siyanür	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	111,44	0,00
Sülfat	mg/L	315,14	35,89	23,63	11,95	12,38	15,47		22,43					7	62,41	111,75	11,95	315,14	22,43	1,79	179,06	12488,91
Fekal Koliform	EMS/100 mL	5,20	1011,20	1011,20	1011,20	1011,20	1011,20		1011,20					7	867,49	380,23	5,20	1011,20	1011,20	0,44	43,83	144576,57
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL	31,50	1011,20	1011,20	1011,20	1011,20	1011,20		1011,20					7	871,24	370,29	31,50	1011,20	1011,20	0,43	42,50	137116,01
Amonyum	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00					7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	64,71	0,00
Demir	mg/L	0,92	0,36	0,55	0,11	0,25	0,44		0,11					7	0,39	0,28	0,11	0,92	0,36	0,73	73,00	0,08
Krom	µg/L	23,99	0,83	0,87	0,23	0,43	0,80		0,14					7	3,90	8,86	0,14	23,99	0,80	2,27	227,38	78,58

EK 3 2020 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	AYLAR												İSTATİSTİKSEL DEĞERLER								
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Veri Sayısı	Xort	s	Min	Max	Ortanca	Değişim Katsayısı	% Değişim	Varyans
pH			8,14		7,99	8,04	8,21	7,86	8,11	8,06				7	8,06	0,11	7,86	8,21	8,06	0,01	1,40	0,01
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm		116,00		129,00	157,00	149,00	212,00	169,00	171,00				7	157,57	31,34	116,00	212,00	157,00	0,20	19,89	981,95
Renk	Pt Co					2,00	6,27	2,70	6,85	7,48				5	5,06	2,52	2,00	7,48	6,27	0,50	49,86	6,36
Bulanıklık	NTU		7,91		4,93	4,73	4,09	5,71	3,20	13,20				7	6,25	3,40	3,20	13,20	4,93	0,54	54,38	11,56
Alüminyum	µg/L		0,06		0,01	0,03	0,06	0,06	0,02	0,03				7	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,50	50,24	0,00
Arsenik	µg/L		0,28		0,16	0,24	0,42	0,29	0,62	0,82				7	0,40	0,24	0,16	0,82	0,29	0,58	58,43	0,06
Bakır	mg/L		0,02		0,00	0,33	0,21	0,11	0,11	0,07				7	0,12	0,12	0,00	0,33	0,11	0,94	93,90	0,01
Baryum	mg/L		0,01		0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,09				7	0,02	0,03	0,00	0,09	0,01	1,17	117,10	0,00
Bor	mg/L		0,04		0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03				7	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02	0,33	32,76	0,00
Civa	µg/L		0,08		0,07	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01				7	0,05	0,03	0,01	0,08	0,05	0,54	54,48	0,00
Çinko	mg/L		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	48,88	0,00
Florür	mg/L		0,03		0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,05				7	0,03	0,01	0,01	0,05	0,02	0,50	50,46	0,00
Kadmiyum	µg/L		0,08		0,07	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01				7	0,05	0,03	0,01	0,08	0,05	0,54	54,48	0,00
Klorür	mg/L		1,71		1,40	1,42	1,71	8,61	1,90	2,00				7	2,68	2,62	1,40	8,61	1,71	0,98	97,96	6,89
Kobalt	mg/L		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	63,14	0,00
Kurşun	µg/L		0,38		0,14	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01				7	0,10	0,13	0,01	0,38	0,05	1,28	128,21	0,02
Mangan	mg/L		0,00		0,06	0,08	0,01	0,07	0,06	0,09				7	0,05	0,03	0,00	0,09	0,06	0,63	62,80	0,00
Nikel	µg/L		0,39		0,12	0,12	0,22	0,21	0,21	0,34				7	0,23	0,10	0,12	0,39	0,21	0,44	44,48	0,01
Nitrat	mg/L		0,76		0,39	0,10	0,41	2,36	0,75	0,81				7	0,80	0,74	0,10	2,36	0,75	0,92	92,40	0,54
Selenyum	µg/L		0,89		0,07	1,05	0,31	1,75	0,01	0,01				7	0,58	0,67	0,01	1,75	0,31	1,15	114,52	0,45
Siyanür	mg/L					0,03	0,60	0,00	0,01	0,01				5	0,13	0,26	0,00	0,60	0,01	2,04	204,49	0,07
Sülfat	mg/L		5,35		5,07	5,05	5,43	3,98	5,53	5,83				7	5,18	0,59	3,98	5,83	5,35	0,11	11,45	0,35
Fekal Koliform	EMS/100 mL		8,40				3112,00	21,80	770,10	285,10				5	839,48	1307,27	8,40	3112,00	285,10	1,56	155,72	1708948,12
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL		186,00				4250,00	579,40	3452,00	6456,00				5	2984,68	2621,42	186,00	6456,00	3452,00	0,88	87,83	6871866,71
Amonyum	mg/L		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01				7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,72	71,76	0,00
Demir	mg/L		0,07		0,08	0,05	0,11	0,04	0,01	0,03				7	0,05	0,03	0,01	0,11	0,05	0,64	63,57	0,00
Krom	µg/L		0,13		0,16	0,15	0,15	0,19	0,02	0,01				7	0,12	0,07	0,01	0,19	0,15	0,61	60,66	0,00

EK 4 2020 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	AYLAR												İSTATİSTİKSEL DEĞERLER									
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Veri Sayısı	Xort	\$	Min	Max	Ortanca	Değişim Katsayısı	% Değişim	Varyans	
pH		8,12	8,19		7,75	8,03	8,24	8,25	8,26	8,29				8	8,14	0,18	7,75	8,29	8,22	0,02	2,21	0,03	
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	289,00	252,00		186,00	155,00	273,00	297,00	476,00	426,00				8	294,25	109,40	155,00	476,00	262,50	0,37	37,18	11967,36	
Renk	Pt Co					3,00	2,00	5,73	8,98	7,59				5	5,46	2,96	2,00	8,98	5,73	0,54	54,19	8,76	
Bulanıklık	NTU	34,60	25,50		10,40	11,81	30,30	11,90	4,01	2,15				8	16,33	12,20	2,15	34,60	11,86	0,75	74,66	148,73	
Alüminyum	µg/L	536,00	389,51		298,00	0,11	0,22	0,09	0,02	0,01				8	153,00	220,57	0,01	536,00	0,16	1,44	144,17	48651,11	
Arsenik	µg/L	0,72	0,29		0,47	0,57	0,85	1,34	3,22	2,72				8	1,27	1,10	0,29	3,22	0,79	0,86	86,49	1,21	
Bakır	mg/L	0,01	0,00		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04				8	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,81	80,94	0,00	
Baryum	mg/L	0,01	0,03		0,02	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03				8	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,43	42,68	0,00	
Bor	mg/L	0,04	0,03		0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01				8	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,42	41,73	0,00	
Civa	µg/L	0,26	0,09		0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01				8	0,08	0,08	0,01	0,26	0,06	1,01	101,49	0,01	
Çinko	mg/L	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	45,10	0,00	
Florür	mg/L	0,07	0,05		0,03	0,03	0,02	0,01	0,05	0,13				8	0,05	0,04	0,01	0,13	0,04	0,77	77,42	0,00	
Kadmiyum	µg/L	0,09	0,09		0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01				8	0,06	0,03	0,01	0,09	0,06	0,50	49,91	0,00	
Klorür	mg/L	2,83	2,47		1,94	1,62	2,34	2,50	3,87	3,46				8	2,63	0,75	1,62	3,87	2,48	0,28	28,36	0,56	
Kobalt	mg/L	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	73,17	0,00	
Kurşun	µg/L	0,21	0,79		0,30	0,13	0,21	0,04	0,03	0,01				8	0,21	0,25	0,01	0,79	0,17	1,18	118,30	0,06	
Mangan	mg/L	0,01	0,02		0,00	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02				8	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02	0,50	49,59	0,00	
Nikel	µg/L	0,09	2,66		0,61	0,36	0,80	0,06	1,33	1,13				8	0,88	0,85	0,09	2,66	0,71	0,97	96,95	0,73	
Nitrat	mg/L	0,75	0,92		0,62	0,43	0,63	0,75	2,23	2,01				8	1,04	0,68	0,43	2,23	0,75	0,65	65,37	0,46	
Selenyum	µg/L	1,06	0,07		0,06	0,26	0,05	0,04	0,55	0,27				8	0,30	0,35	0,04	1,06	0,17	1,20	119,57	0,13	
Siyanür	mg/L						0,00	0,00	0,00	0,00				4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31	131,06	0,00	
Sülfat	mg/L	16,73	24,41		17,82	13,09	1,95	17,59	28,58	24,47				8	18,08	8,27	1,95	28,58	17,70	0,46	45,73	68,34	
Fekal Koliform	EMS/100 mL	3112,00	4250,00				3452,00	6456,00	5664,00	9200,00				6	5355,67	2278,82	3112,00	9200,00	4957,00	0,43	42,55	5193037,47	
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL	8965,00	4230,00				5555,00	5350,00	7120,00	8136,00				6	6559,33	1815,73	4230,00	8965,00	6337,50	0,28	27,68	3296884,67	
Amonyum	mg/L	0,00	0,00		0,00	0,05	0,02	0,02	0,01	0,04				8	0,02	0,02	0,00	0,05	0,01	1,02	102,31	0,00	
Demir	mg/L	286,00	346,13		0,25	0,11	0,23	0,22	0,09	0,09				8	79,14	147,11	0,09	346,13	0,22	1,86	185,90	21642,71	
Krom	µg/L	0,68	1,21		0,41	0,25	0,48	0,19	0,11	0,11				8	0,43	0,37	0,11	1,21	0,33	0,87	86,51	0,14	

EK 5 2021 yılı Bedre Deresi verileri ve istatistiksel değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	AYLAR												İSTATİSTİKSEL DEĞERLER									
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Veri Sayısı	Xort	§	Min	Max	Ortanca	Değişim Katsayısı	% Değişim	Varyans	
pH		7,94		8,11	8,32			8,14	8,20	8,20				6	8,15	0,13	7,94	8,32	8,13	0,02	1,55	0,02	
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	144,00		138,00	115,00			155,00	157,00	153,00				6	143,67	15,79	115,00	155,00	141,00	0,11	10,99	249,47	
Renk	Pt Co	14,08		4,14	9,86			3,37	4,77	5,10				6	6,89	4,20	3,37	14,08	7,00	0,61	60,98	17,63	
Bulanıklık	NTU	5,96		2,14	86,00			3,11	2,15	1,20				6	16,76	33,96	2,14	86,00	4,54	2,03	202,63	1153,29	
Alüminyum	µg/L	0,17		0,03	6,79			0,03	0,00	0,01				6	1,17	2,75	0,03	6,79	0,10	2,35	235,14	7,58	
Arsenik	µg/L	0,18		0,03	0,14			0,35	0,50	0,44				6	0,27	0,18	0,03	0,35	0,16	0,68	67,61	0,03	
Bakır	mg/L	0,00		4,61	2,59			2,53	2,85	1,55				6	2,36	1,52	0,00	4,61	2,56	0,65	64,69	2,32	
Baryum	mg/L	0,02		0,15	0,17			0,18	0,18	0,16				6	0,14	0,06	0,02	0,18	0,16	0,44	43,59	0,00	
Bor	mg/L	0,04		0,03	0,02			0,01	0,05	0,05				6	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,50	50,49	0,00	
Civa	µg/L	0,08		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,06	0,04	0,01	0,08	0,04	0,61	61,04	0,00	
Çinko	mg/L	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00	0,00				6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	62,26	0,00	
Florür	mg/L	0,04		0,04	0,04			0,04	0,11	0,03				6	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,65	64,89	0,00	
Kadmiyum	µg/L	0,08		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,06	0,04	0,01	0,08	0,04	0,61	61,04	0,00	
Klorür	mg/L	5,16		2,81	1,71			1,99	2,36	2,24				6	2,71	1,25	1,71	5,16	2,40	0,46	46,26	1,57	
Kobalt	mg/L	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00	0,00				6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	59,53	0,00	
Kurşun	µg/L	0,17		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,08	0,06	0,01	0,17	0,04	0,76	76,35	0,00	
Mangan	mg/L	0,01		0,08	0,25			0,01	0,01	0,00				6	0,06	0,10	0,01	0,25	0,05	1,63	163,29	0,01	
Nikel	µg/L	0,25		0,05	6,63			0,21	0,33	0,17				6	1,27	2,63	0,05	6,63	0,23	2,06	206,22	6,90	
Nitrat	mg/L	1,23		0,69	0,75			0,47	0,74	0,71				6	0,76	0,25	0,47	1,23	0,72	0,33	32,72	0,06	
Selenyum	µg/L	0,45		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,12	0,16	0,01	0,45	0,04	1,33	133,10	0,03	
Siyanür	mg/L	0,01		0,01	0,00			0,00	0,01	0,01				6	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,61	61,04	0,00	
Sülfat	mg/L	6,09		6,13	4,99				6,10	5,87				5	5,84	0,48	4,99	6,13	6,09	0,08	8,27	0,23	
Fekal Koliform	EMS/100 mL	547,50		13,20	17,10			686,60	248,10	235,90				6	291,40	275,45	13,20	686,60	282,30	0,95	94,53	75872,22	
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL	920,80		122,30	172,20			8963,00	2419,6	1732,90				6	2382,24	3736,83	122,30	8963,00	546,50	1,57	156,86	13963864,27	
Amonyum	mg/L	0,03		0,02	0,00			0,00	0,02	0,02				6	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,69	68,71	0,00	
Demir	mg/L	0,14		0,05	7,70				0,08	0,05				5	1,60	3,41	0,05	7,70	0,14	2,13	212,54	11,62	
Krom	µg/L	0,08		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,06	0,04	0,01	0,08	0,04	0,61	61,04	0,00	

EK 6 2021 yılı Aliğa Deresi verileri ve istatistiksel değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	AYLAR												İSTATİSTİKSEL DEĞERLER									
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Veri Sayısı	Xort	s	Min	Max	Ortanca	Değişim Katsayısı	% Değişim	Varyans	
pH		7,93		8,21	8,22			8,31	8,34	8,35				6	8,23	0,16	7,93	8,31	8,22	0,02	1,91	0,02	
İletkenlik (20 °C'de)	µS/cm	158,00		249,00	194,00			299,00	488,00	466,00				6	309,00	138,86	158,00	299,00	221,50	0,45	44,94	19283,20	
Renk	Pt Co	13,48		4,85	7,91			2,13	5,69	6,75				6	6,80	3,81	2,13	13,48	6,38	0,56	56,06	14,54	
Bulanıklık	NTU	29,20		4,11	0,27			3,90	2,18	4,53				6	7,36	10,81	0,27	29,20	4,01	1,47	146,84	116,94	
Alüminyum	µg/L	0,88		0,86	38,93			0,00	0,01	0,01				6	6,78	15,76	0,00	38,93	0,87	2,32	232,44	248,32	
Arsenik	µg/L	0,40		0,31	0,29			1,19	3,03	3,36				6	1,43	1,41	0,29	1,19	0,36	0,99	98,69	1,99	
Bakır	mg/L	0,08		0,02	0,03			0,04	0,05	0,05				6	0,04	0,02	0,02	0,08	0,04	0,50	49,77	0,00	
Baryum	mg/L	0,02		0,02	0,03			0,03	0,04	0,04				6	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,24	23,57	0,00	
Bor	mg/L	0,04		0,03	0,02			0,01	0,05	0,01				6	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,64	63,83	0,00	
Civa	µg/L	0,08		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,06	0,04	0,01	0,08	0,04	0,61	61,04	0,00	
Çinko	mg/L	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00	0,00				6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	62,26	0,00	
Florür	mg/L	0,06		0,07	0,09			0,05	0,10	0,14				6	0,09	0,03	0,05	0,09	0,07	0,36	36,19	0,00	
Kadmiyum	µg/L	0,08		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,06	0,04	0,01	0,08	0,04	0,61	61,04	0,00	
Klorür	mg/L	2,46		2,97	2,03			2,54	4,37	4,22				6	3,10	0,97	2,03	2,97	2,50	0,31	31,46	0,95	
Kobalt	mg/L	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00	0,00				6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	59,53	0,00	
Kurşun	µg/L	1,57		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,31	0,62	0,01	1,57	0,04	1,99	199,47	0,38	
Mangan	mg/L	0,05		0,02	0,96			0,00	0,00	0,00				6	0,17	0,39	0,00	0,96	0,04	2,23	222,88	0,15	
Nikel	µg/L	2,26		0,17	0,05			0,63	0,14	0,12				6	0,56	0,86	0,05	2,26	0,40	1,53	152,83	0,74	
Nitrat	mg/L	1,14		0,84	1,30			0,67	2,44	2,13				6	1,42	0,71	0,67	1,30	0,99	0,50	50,15	0,51	
Selenyum	µg/L	0,08		0,05	0,03			0,01	0,10	0,10				6	0,06	0,04	0,01	0,08	0,04	0,61	61,04	0,00	
Siyanür	mg/L	0,01		0,01	0,00			0,00	0,00	0,00				6	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,90	90,24	0,00	
Sülfat	mg/L	11,15		23,24	19,68			19,07	32,88	28,94				6	22,49	7,73	11,15	23,24	19,37	0,34	34,35	59,68	
Fekal Koliform	EMS/100 mL	5664,00		3452,00	6456,00			9200,00	2419,60	52,80				6	4540,73	3239,28	3452,00	9200,00	6060,00	0,71	71,34	10492966,55	
Toplam Koliform (37 °C'de)	EMS/100 mL	7120,00		5555,00	5350,00			8136,00	2419,60	2419,60				6	5166,70	2362,61	5350,00	8136,00	5452,50	0,46	45,73	5581923,20	
Amonyum	mg/L	0,00		0,00	0,00			0,00	0,02	0,02				6	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,13	112,92	0,00	
Demir	mg/L	0,81		0,75	40,68			0,07	0,14	0,00				6	7,07	16,46	0,07	40,68	0,78	2,33	232,72	271,08	
Krom	µg/L	1,57		0,08	3,30			0,03	0,10	0,10				6	0,86	1,33	0,03	3,30	0,83	1,55	154,62	1,78	